

**НАУКА. ТЕХНИКА.
ТЕХНОЛОГИИ**
(политехнический вестник)

**SCIENCE. ENGINEERING.
TECHNOLOGY**
(polytechnical bulletin)

№ 2

2016

НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИИ

(политехнический вестник)

2016, № 2

**(печатная версия научного
мультидисциплинарного журнала
«Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник)»**

www.id-yug.com

Основан в 2013 г.

ISSN 2309-3250 (print) ISSN 2309-3269 (on-line)

Свидетельство о регистрации СМИ:

ПИ № ФС77-53093 от 07 марта 2013 г.

Эл № ФС77-53092 от 07 марта 2013 г.

**Лицензионный договор Научная Электронная Библиотека (НЭБ)
(Российский индекс научного цитирования)
№ 446-07/2013 от 30 июля 2013 г.**

SCIENCE. ENGINEERING. TECHNOLOGY

(polytechnical bulletin)

2016, № 2

**(printing version of the scientific multidisciplinary magazine
«Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin)»**

www.id-yug.com

It is founded in 2013.

ISSN 2309-3250 (print) ISSN 2309-3269 (on-line)

Certificate on registration of mass media:

ПИ № ФС77-53093 of March 07, 2013.

Эл № ФС77-53092 of March 07, 2013.

**License contract Scientific Electronic Library (SEL)
(Russian index of scientific citing)
№ 446-07/2013 of July 30, 2013.**

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ----- EDITOR-IN-CHIEF

БЕРЕЖНОЙ Сергей Борисович,

член-корреспондент Инженерной академии РФ, доктор технических наук, профессор, декан факультета машиностроения и автосервиса, заведующий кафедрой технической механики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

BEREZHNOY Sergey Borisovich,

Corresponding member of Engineering academy Russian Federation, Doctor of Engineering, Professor, Dean of faculty of mechanical engineering and car service, Head of the department of technical mechanics of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА: ----- DEPUTY CHIEF EDITORS:

КАСЬЯНОВ Геннадий Иванович,

Заслуженный деятель науки РФ, заслуженный изобретатель РФ, заслуженный деятель науки Кубани, академик Российской инженерной академии, академик Российской академии продовольственной безопасности, профессор кафедры технологии продуктов питания животного происхождения (КубГТУ).

KASYANOV Gennady Ivanovich,

Honored worker of science of the Russian Federation, honored inventor of the Russian Federation, honored worker of science of Kuban, academician of the Russian engineering academy, academician of the Russian academy of food security, professor of chair of technology of food of an animal origin (KubSTU).

ФОМЕНКО Олег Яковлевич,

кандидат технических наук, доцент,
директор ООО «Издательский Дом – Юг».

FOMENKO Oleg Yakovlevich,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Director of JSC «Publishing House – South».

АНТОНИАДИ Дмитрий Георгиевич,

действительный член Российской академии естественных наук, доктор технических наук, профессор, директор института нефти, газа и энергетики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ), заведующий кафедрой нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна КубГТУ.

ANTONIADI Dmitry Georgiyevich,

Full member of the Russian academy of natural sciences, Doctor of Engineering, Professor, Director of institute of oil, gas and power of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU), Head of the department of oil and gas business of a name professor G.T. Vartumyan (KubSTU).

АТРОЩЕНКО Валерий Александрович,

член-корреспондент Российской академии естествознания, доктор технических наук, профессор, декан факультета компьютерных технологий и автоматизированных систем, заведующий кафедрой информатики и вычислительных систем ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

ATROSHCHENKO Valery Aleksandrovich,

Corresponding member of the Russian academy of natural sciences, Doctor of Engineering, Professor, Dean of faculty of computer technologies and the automated systems, Head of the department of informatics and computing systems of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

БАБУШКИН Виктор Михайлович,

член-корреспондент академии аграрного образования, член-корреспондент Международной академии аграрного образования, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры кадастра и мониторинга земель ФГБОУ ВПО «Новочеркасская государственная мелиоративная академия» (НГМА).

BABUSHKIN Victor Mikhailovich,

Corresponding member of academy of agrarian education, Corresponding member of the International academy of agrarian education, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of chair of the inventory and monitoring of lands of federal public budgetary educational institution of higher education «Novocherkassk state meliorative academy» (NSMA).

БЛЕДНОВА Жесфина Михайловна,

Федеральный эксперт научно технической сферы, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой динамики и прочности машин ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

BLEDNOVA Zhesfina Mikhaelovna,

Federal expert of scientifically technical sphere, Doctor of Engineering, Professor, Head of the department of dynamics and durability of cars of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

ГЛАДИЛИН Александр Васильевич,

член-корреспондент Российской академии естественных наук, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики и технологии управления Института экономики и управления ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет» (СКФУ).

GLADILIN Alexander Vasilyevich,

Corresponding member of the Russian academy of natural sciences, Doctor of Economics, Professor, Professor of department of economy and technology of management of Institute of economy and management of federal public autonomous educational institution of higher education «North Caucasian federal university» (NCFU).

ДОМБРОВСКИЙ Александр Николаевич,

академик Российской академии транспорта, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры организации перевозок и дорожного движения ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ), вице-президент банка «Акрополь».

DOMBROVSKY Alexander Nikolaevich,

Academician of the Russian academy of transport, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of chair of the organization of transportations and traffic of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU), Vice-president of Akropol bank.

КАЗЕЕВ Камиль Шагидуллович,

кандидат биологических наук, доктор географических наук, профессор, профессор кафедры экологии и природопользования факультета биологических наук ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет» (ЮФУ).

KAZEEV Kamil Shagidullovich,

Candidate of Biology, Doctor of geographical sciences, Professor, Professor of department of ecology and environmental management of faculty of biological sciences of federal public autonomous educational institution of higher education «Southern federal university» (SFU).

КОЛЕСНИКОВ Сергей Ильич,

кандидат географических наук, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и природопользования факультета биологических наук ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет» (ЮФУ).

KOLESNIKOV Sergey Ilyich,

Candidate of geographical sciences, Doctor of agricultural sciences, Professor, Head of the department of ecology and environmental management of faculty of biological sciences of federal public autonomous educational institution of higher education «Southern federal university» (SFU).

КОРЕНА Елена Павловна,

член-корреспондент Международной академии высшей школы, доктор технических наук, профессор, заместитель директора по научной и инновационной деятельности государственного научного учреждения «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Российской академии сельскохозяйственных наук» (ГНУ КНИИХП Россельхозакадемии).

KORNENA Elena Pavlovna,

Corresponding member of the International academy of the higher school, Doctor of Engineering, Professor, Deputy director for scientific and innovative activity of the public scientific institution «Krasnodar Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Production of the Russian Academy of Agricultural Sciences» (PSI KRISP Rosselkhozakademii).

МОСКВИЧ Вадим Константинович,

кандидат технических наук, профессор кафедры транспортных сооружений ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ), декан факультета автомобильно-дорожных и кадастровых систем ФГБОУ ВПО КубГТУ.

MOSKVICH Vadim Konstantinovich,

Candidate of Technical Sciences, Professor of chair of transport constructions of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU), Dean of faculty of automobile and road and cadastral systems.

ПОЛИДИ Александр Анатольевич,

член международного альянса бизнес-консультантов Восточной Европы, бизнес-тренер Академии менеджмента Нижней Саксонии, доктор экономических наук, профессор, заслуженный экономист Кубани, профессор кафедры экономики и финансового менеджмента ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

POLIDI Alexander Anatolyevich,

Member of the International Alliance of Business Consultants of Eastern Europe, Business coach of Academy of management of Lower Saxony, Doctor of Economics, Professor, Honored economist of Kuban, Professor of department of economy and financial management of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

СИМАНКОВ Владимир Сергеевич,

действительный член Международной академии наук прикладной радиоэлектроники, член Южной секции содействия развитию экономической науки отделения экономики РАН, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ), научный руководитель НТЦ РАН.

SIMANKOV Vladimir Sergeyeovich,

Full Member of the International academy of Sciences of applied radio electronics, Member of the Southern section of assistance to development of economic science of office of economy of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Engineering, Professor of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU), Research Supervisor of scientific and technological center of the Russian Academy of Sciences (STC RAS).

СМЕЛЯГИН Анатолий Игоревич,

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической механики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

SMELYAGIN Anatoly Igorevich,

Doctor of Engineering, Professor, Head of the department of theoretical mechanics of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

СТРЕЛЬНИКОВ Виктор Владимирович,

доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной экологии ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет» (КубГАУ), координатор международной экологической программы ТЕМПУС — STREAM по теме «Совершенствование системы экологического образования с элементами ОВОС и экологического менеджмента в России»

STRELNIKOV Victor Vladimirovich,

Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the department of applied ecology of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state agricultural university» (KubSAU), the coordinator of the international ecological program TEMPUS — STREAM on the subject «Improvement of System of Ecological Education with the AIE Elements and Ecological Management in Russia».

ТРУФЛЯК Евгений Владимирович,

доктор технических наук, профессор кафедры процессов и машин в агробизнесе ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет» (КубГАУ), начальник управления науки и инноваций КубГАУ.

TRUFLYAK Evgeny Vladimirovich,

Doctor of Engineering, Professor of chair of processes and cars in agrobusiness of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state agricultural university» (KubSAU), Head of department of science and innovations of KubSAU.

ТУЛЕШОВ Амандык Куатович,

академик Национальной инженерной академии Республики Казахстан, академик Проектной академии «KAZGOR», член-корреспондент Академии наук высшей школы Казахстана, действительный член Международной инженерной академии, доктор технических наук, профессор, заместитель председателя комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

TULESHOV Amandyk Kuvatovich,

Academician of National engineering academy of the Republic of Kazakhstan, Academician of Design academy «KAZGOR», Corresponding Member of Academy of Sciences of the higher school of Kazakhstan, Full Member of the International engineering academy, Doctor of Engineering, Professor, Vice-chairman of committee of science of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan.

УРТЕНОВ Махамет Али Хусеевич,

доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной математики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет» (КубГУ).

URTENOV Makhamet Ali Huseevich,

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the department of applied mathematics of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state university» (KubSU).

УСАТИКОВ Сергей Васильевич,

доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры общей математики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

USATIKOV Sergey Vasilyevich,

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Professor of department of the general mathematics of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

ЧЕРНЫХ Анатолий Иосифович,

кандидат технических наук, доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры философии ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

CHERNYKH Anatoly Iosifovich,

Candidate of Technical Sciences, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of department of philosophy of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

ЧЕШЕВ Анатолий Степанович,

академик Российской академии естественных наук, академик Академии аграрного образования, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики природопользования и кадастра ФГБОУ ВПО Ростовский Государственный строительный университет (РГСУ).

CHESHEV Anatoly Stepanovich,

Academician of the Russian academy of natural sciences, Academician of Academy of agrarian education, Doctor of Economics, Professor, Head of the department of economy of environmental management and inventory of federal public budgetary educational institution of higher education «Rostov state construction university» (RSCU).

ШАЗЗО Аслан Юсуфович,

действительный член Международной академии энергоинформационных наук, член-корреспондент Международной академии промышленной экологии, доктор технических наук, профессор, директор Института пищевой и перерабатывающей промышленности (ИПиПП) (КубГТУ).

SHAZZO Aslan Yusufovich,

Full Member of the International academy of power information sciences, Corresponding Member of the International academy of industrial ecology, Doctor of Engineering, Professor, Director of Institute of food and processing industry (IFPI) (KubSTU).

ШАЗЗО Рамазан Измаилович,

академик Международной академии холода, член-корреспондент Российской академии сельскохозяйственных наук, доктор технических наук, профессор.

SHAZZO Ramazan Izmailovich,

Academician of the International academy of cold, Corresponding Member of the Russian academy of agricultural sciences, Doctor of Engineering, Professor.

ШАПОШНИКОВА Татьяна Леонидовна,

кандидат физико-математических наук, доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой физики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

SHAPOSHNIKOVA Tatyana Leonidovna,

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Head of the department of physics of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

ЯСЬЯН Юрий Павлович,

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии нефти и газа ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

YASYAN Yury Pavlovich,

Doctor of Engineering, Professor, Head of the department of technology of oil and gas of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

УЧРЕДИТЕЛЬ

ООО «Издательский Дом — Юг»

FOUNDER

JSC «Publishing House — South»

**АДРЕС РЕДАКЦИИ И
ИЗДАТЕЛЯ:**

Россия, 350042, Краснодарский край,
г. Краснодар, ул. Московская, 2

**ADDRESS OF EDITION
AND PUBLISHER:**

Russia, 350042, Krasnodar Krai,
Krasnodar, Moskovskaya St., 2

ЗАВЕДУЮЩИЙ РЕДАКЦИЕЙ

Фоменко Ирина Ивановна
Тел.: +7(918) 41-50-571

MANAGER OF EDITION

Fomenko Irina Ivanovna
Ph.: +7(918) 41-50-571

e-mail: id.yug2016@gmail.com, set@id-yug.com

ДИРЕКТОР ИЗДАТЕЛЬСТВА

Фоменко Олег Яковлевич
Тел.: +7(918) 41-50-571

DIRECTOR OF PUBLISHING HOUSE

Fomenko Oleg Yakovlevich
Ph.: +7(918) 41-50-571

e-mail: id.yug2016@gmail.com, set@id-yug.com

www.id-yug.com

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

ОТРАСЛЕВЫЕ НАУЧНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

BRANCH SCIENTIFIC AND APPLIED RESEARCHES

Физико-математические науки Physical and mathematical sciences

А.И. Смелягин

Применение аналогов скоростей и ускорений для исследования движений механических систем с помощью новых аксиом и теорем 21

A.I. Smelyagin

The use of analogues of velocities and accelerations for the study of the motions of mechanical systems with new axioms and theorems

В.С. Гуров

Разработка и внедрения в производство алгоритма управления приводом электрического однооборотного исполнительного механизма осевого направляющего аппарата 30

V.S. Gurov

Development and implementation of the algorithm for controlling the drive of electric single turn actuating mechanism of axial distributor

Науки о земле Sciences about the earth

Д.В. Магрицкий

Опасные гидрологические явления и процессы в устьях рек: вопросы терминологии и классификации 35

D.V. Magritsky

Dangerous hydrological phenomena and processes in river mouths: terminology and classification

Е.О. Петрушин, А.С. Арутюнян, А.С. Самойлов

Выделение пластов-коллекторов и оценка коэффициента пористости пластов AC₁₀ Биттемского нефтяного месторождения 62

E.O. Petrushin, A.S. Arutyunyan, A.S. Samoylov

Release of layers collectors and assessment of coefficient of porosity of AC₁₀ layers of the Bittensky oil field

В.И. Бандуров, Д.А. Гура, С.В. Терещенко, Д.С. Суслов, И.А. Туляев, В.С. Игнатъев

Отличие постоянного и периодического мониторинга деформаций. Перспективы внедрения на производстве 80

V.I. Bandurov, D.A. Gura, S.V. Tereschenko, D.S. Suslov, I.A. Tulyaev, V.S. Ignatyev

Difference of fixed and periodic monitoring of deformations. Prospects of implementation on production

Л.С. Грибкова, А.Р. Гамидов, Д. Воротников

Методики оценки земель в современных условиях 86

L.S. Gribkova, A.R. Gamidov, D. Vorotnikov

Methods of land valuation in contemporary conditions

И.С. Грибкова, А.В. Юрий, Г.В. Бедин, А.С. Низовских, О.В. Москвина Обзор современных геодезических приборов для выполнения деформационного мониторинга	91
I.S. Gribkova, A.V. Yury, G.V. Bedin, A.S. Nizovskikh, O.V. Moskvina Review of modern geodetic instruments to perform deformation monitoring	
Л.А. Грибкова, Е.В. Казюра Обследование технического состояния зданий геодезическими методиками	95
L.A. Gribkova, E.V. Kazyura Inspection of technical condition of buildings geodetic techniques	
Л.А. Грибкова, Ю.А. Багуцкая, И.В. Щепеткова, А.И. Семенова, Ф.Э. Илимдаров Особенности современных геодезических разбивочных работ при строительстве уникальных зданий и сооружений	99
L.A. Gribkova, Yu.A. Baguckaya, I.V. Shchepetkova, A.I. Semenova, F.A. Ilimdarov Features of modern geodetic works at construction of unique buildings and structures	
Л.А. Грибкова, И.А. Скрипкина, И.Г. Шабанова, Д.В. Лычагин, В.В. Горбенко, Я.О. Сальников Геодезический деформационный мониторинг технического состояния уникальных зданий и сооружений	104
L.A. Gribkova, I.A. Skripkina, I.G. Shabanova, D.V. Luchagin, V.V. Gorbenko, Ya.O. Salnikov Geodetic deformation monitoring the technical condition of the unique buildings and structures	
А.П. Пинчук, Ю.И. Голотина, М.С. Гурова, В.С. Шумейкина Об исследованиях оптических теодолитов и электронных тахеометров	109
A.P. Pinchuk, Yu.I. Golotina, M.S. Gurova, V.S. Shumeikina About researches of optical theodolites and electronic tacheometers	
Строительство. Транспорт Construction. Transport	
С.Г. Бердзенишвили, Е.А. Ратиева, Э.Г. Абрьвина, Д.П. Любченков, В.В. Митринюк Об использовании лазерных нивелиров на строительной площадке	114
S.G. Berdzenishvili, E.A. Ratieva, E.G. Abryvina, D.P. Lyubchenkov, V.V. Mitrinyuk About use of laser levels on a building site	
С.Г. Бердзенишвили, Б.Б. Шумен, Б.С. Бибигов, Т.А. Ширшов, В.Г. Григорьян, Д.А. Панеш, Г.А. Бадилян Перспективы применения цифровых нивелиров в строительстве	119
S.G. Berdzenishvili, B.B. Shumen, B.S. Bibikov, T.A. Shirshov, V.G. Grigoryan, D.A. Panesh, G.A. Badikyan Prospects of application of digital levels in construction	
Л.А. Грибкова, Е.А. Шевчук, К.В. Губская, Т.М. Полунина, К.В. Галстян Применение геодезических приборов и технологий при монтаже технологического оборудования	124
L.A. Gribkova, E.A. Shevchuk, K.V. Gubskaya, T.M. Polunina, K.V. Galstyan The use of geodetic instruments and technologies for installation of technological equipment	

И.С. Грибкова, П.А. Логинова, З.С. Андриянова, А.А. Чеботова, А.Н. Саид, Д.А. Раздора Геодезические приборы и технологии при строительстве автомобильных дорог	128
I.S. Gribkova, P.A. Loginova, Z.S. Andrianova, A.A. Chebotova, A.N. Said, D.A. Razdora Geodetic devices and technologies in construction of roads	
Д.А. Гура, А.А. Рыжкова, Т.И. Болобан, А.С. Болгова, А.С. Черепанов, Б.Р. Кашаев Основные геодезические работы в строительстве	133
D.A. Gura, A.A. Ryzhkova, T.I. Boloban, A.S. Bolgova, A.S. Cherepanov, B.R. Cashew Basic geodetic works in construction	
А.А. Изюмский, С.Л. Надирян, И.С. Сенин Транспортные сети и возможности их моделирования при помощи современных пакетов прикладных программ	138
A.A. Izyumskii, S.L. Nadiryan, I.S. Senin Transport network and their modelling using modern software packages	
В.В. Исмаилов, Ю.В. Фурсина, С.О. Иванова, Ю.М. Валуева, В.А. Семиренко, Г.Г. Шевченко Скорость и точность – отличие современных геодезических приборов от классических	143
V.V. Ismailov, J.V. Fursina, S.O. Ivanova, J.M. Valueva, V.A. Semirenko, G.G. Shevchenko Speed and accuracy – the difference between modern and traditional geodesic equipment	
Т.В. Коновалова, В.П. Макаренко Проблемы и перспективы развития транспортной инфраструктуры и транспортных средств в России	148
T.V. Konovalova, V.P. Makarenko Problems and prospects of development of transport infrastructure and vehicles in Russia	
Е.А. Кравченко, Д.М. Петросян Технические требования к совершенствованию организации мультимодальных перевозок пассажиров в курортных муниципальных образованиях	151
E.A. Kravchenko, D.M. Petrosyan Specifications for the improvement of passengers multimodal transport in the resort municipal	
А.Е. Кравченко, Е.А. Кравченко, Д.М. Петросян Аварийность и риски, влияющие на безопасность движения транспорта (на примере проведения Олимпийских игр в Сочи – 2014)	157
A.E. Kravchenko, E.A. Kravchenko, D.M. Petrosyan Accident and risks affecting the safety traffic (on the example of Olympic games in Sochi – 2014)	
Л.А. Олейникова, Т.В. Кривенкова, О.Д. Софьяников, В.В. Резинкова, С.А. Балыков Современные методики геодезических измерений на строительных площадках	161
L.A. Oleynikova, T.V. Krivenkova, O.D. Sofyanikov, V.V. Rezinkova, S.A. Balykov Modern techniques of geodetic measurements on building sites	

**М.А. Пастухов, Д.С. Белякова, В.С. Филиппова,
В.Э. Богосов, Р.А. Ибрагимов**
Современные геодезические методы измерений при строительстве
линейных объектов недвижимости 166

M.A. Pastukhov, D.S. Belyakova, V.S. Filippova, V.E. Bogosov, R.A. Ibragimov
Modern geodetic methods of measurement in the construction of linear objects of real estate

**А.С. Сукманюк, Н.А. Макаренко, М.Р. Лукьянцев,
А.И. Карасев, Д.В. Тарасов, Т.Д. Халиуллин**
Разработка методики цифрового моделирования деформаций
и осадок фундаментов зданий и сооружений по результатам
геодезических измерений 172

**A.S. Sukmanyuk, N.A. Makarenko, M.R. Lukyantsev,
A.I. Karasev, D.V. Tarasov, T.D. Khaliullin**
Development of the methods for digital modeling of the deformations
and settlements of buildings and structures foundations by the results of
geodetic measurements

Топливо-энергетический комплекс Fuel and energy complex

Г.В. Кусов, О.В. Савенок
Модернизация низкотемпературных сепараторов на
Уренгойском газоконденсатном месторождении 179

G.V. Kusov, O.V. Savenok
Modernization of low-temperature separator at Urengoy gas and condensate field

А.Л. Яковлев, Ю.А. Шамара
Анализ эффективности энергоресурсов и аналитический обзор
современного состояния научных исследований в области
ресурсосбережения на предприятиях топливно-энергетического комплекса 198

A.L. Yakovlev, Yu.A. Shamara
Energy efficiency analysis and analytical overview of the current state of
scientific research in the field of resource saving at the enterprises of fuel-energy complex

Информационные технологии Information technologies

**Г.Г. Шевченко, В.С. Ремигайло, Д.В. Юровников,
В.А. Ватолин, Е.А. Шамшурин**
Программное обеспечение для обработки данных
инженерно-геодезических изысканий 221

G.G. Shevchenko, V.S. Remigaylo, D.V. Yurovnikov, V.A. Vatolin, E.A. Shamshurin
Software for data engineering-geodetic survey

**Я.Д. Холодов, А.Г. Рубан, М.С. Головки, С.Р. Оганесян,
А.Е. Вершинин, И.С. Ермолов, И.С. Грибова**
Программное обеспечение для обработки данных GPS-приемников 225

**J.D. Kholodov, A.G. Ruban, M.S. Golovko, S.R. Hovhannisyan,
A.E. Vershinin, I.S. Ermolov, I.S. Gribova**
The software for data handling of GPS receivers

Экономика и управление по отраслям
Economy and management on branches

Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, М.П. Миронова, Ю.П. Миронова Методы расчета себестоимости транспортной продукции	230
T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, M.P. Mironova, Yu.P. Mironova Methods of calculating the cost of transport of products	

**ОТРАСЛЕВЫЕ НАУЧНЫЕ
И ПРИКЛАДНЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ**



**BRANCH SCIENTIFIC
AND APPLIED
RESEARCHES**

УДК 531.8

**ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛОГОВ СКОРОСТЕЙ И УСКОРЕНИЙ
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДВИЖЕНИЙ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ
С ПОМОЩЬЮ НОВЫХ АКСИОМ И ТЕОРЕМ**

**THE USE OF ANALOGUES OF VELOCITIES AND ACCELERATIONS
FOR THE STUDY OF THE MOTIONS OF MECHANICAL SYSTEMS
WITH NEW AXIOMS AND THEOREMS**

Смелягин Анатолий Игоревич

доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой теоретической механики,
Кубанский государственный
технологический университет
asmelyagin@yandex.ru

Smelyagin Anatoly Igorevich

Doctor of Technical Sciences,
Professor, Head of Department of
theoretical mechanics,
Kuban State University of Technology
asmelyagin@yandex.ru

Аннотация. Используя такие понятия как аналоги скоростей, ускорений и новые аксиомы, теоремы, проведено исследование подъема колесницы по наклонной плоскости. Результаты исследования показали эффективность нововведений и доказывают адекватность полученных ранее моделей реальным материальным механическим системам. Это позволяет рекомендовать предложенные подходы и новые аксиомы, принципы, следствия, теоремы механики к широкому практическому применению для исследования, как материальных тел, так и механических систем.

Ключевые слова: движение, теорема, принцип, уравнение, следствие, сила, момент, энергия, соэнергия, аналог скорости, аналог ускорения, время, материальное тело, механическая система, механика, масса, момент инерции.

Annotation. Using concepts such as velocity analogues accelerations and new axioms, theorems studied lifting chariot on an inclined plane. The results showed innovation effectiveness and prove the adequacy of previously obtained models of real material mechanical systems. This allows us to recommend the proposed approaches and new axioms, principles, consequences, theorems of mechanics to a wide practical application for research as material bodies and mechanical systems.

Keywords: movement, theorem, principle of the equation, consequently, the strength, the time, energy, soenergy, velocity analogue, analogue acceleration, time, the material body, mechanical system, mechanics, mass moment of inertia.

Введение

Основные положения механики о движении материальных объектов впервые вместе были сформулированы великим английским ученым И. Ньютоном в «Математических началах натуральной философии» [1]. Заметим, что современные трактовки законов Ньютона многообразны, хотя по смыслу и содержанию совершенно идентичны.

Анализ оригинальных и современных формулировок аксиом или законов движения И. Ньютона в [2, ..., 4] показал, что они:

- сформулированы только для абстрактных материальных объектов – материальной точки и системы материальных точек;
- первая и вторая традиционные аксиомы (законы) механики не являются ни законами, ни аксиомами, так как это следствия из других аксиом;
- второй и третий закон – это законы не о движении материальных тел, а это аксиомы о взаимодействии тел.

Следовательно, законы Ньютона корректно можно использовать только для исследования не существующих в природе объектов, а именно материальных точек.

В [5–13] сформулированы основные аксиомы, принципы и следствия и выведены теоремы, принципы и уравнения механики для реальных объектов природы – материальных тел, а так же показана эффективность и целесообразность применения новых аксиом, теорем и следствий из них для исследования движений материальных тел.

Рассмотрим практическое применение новых аксиом, теорем и следствий из них при исследовании движений механических систем.

Изучим, например, подъем по наклонной плоскости колесницы с помощью барабана (рис. 1).

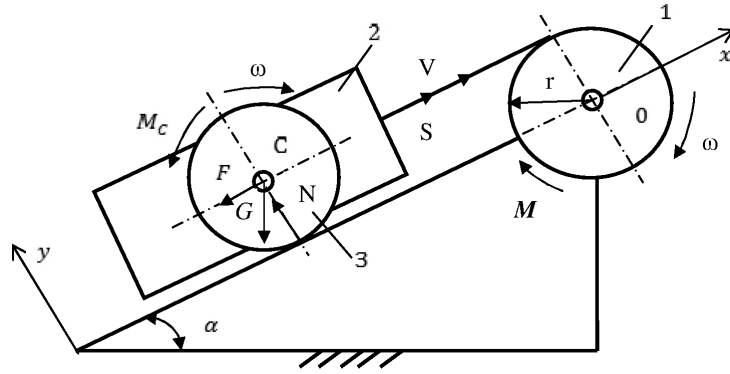


Рисунок 1 – Расчетная схема: 1 – барабан; 2 – кузов; 3 – колесо

При расчете колесницы считаем, что барабан 1 и колесо 2 имеют, соответственно, массы m_1 и m_2 , а их радиусы, с целью упрощения расчетов, равны между собой, то есть $r_1 = r_2 = r$, при этом барабан представляет собой однородный диск, а колесо – кольцо. Пусть на барабан действует постоянный движущий момент M , а на колесо колесницы – момент сопротивления качению M_c . Кузов колесницы 2 имеет массу m_3 .

Качение колесницы исследуем при следующих начальных условиях – $t = 0$, $V_0 = 0$, $S_0 = 0$, где V_0 и S_0 – начальная скорость и перемещение колесницы, соответственно.

Исследование движения колесницы проведем с помощью ранее выведенных и сформулированных аксиом и теорем [5–13] для реальных объектов природы. А именно, в данной работе для исследования движения колесницы применим теорему об изменении кинетической энергии и модифицированное уравнение Лагранжа II рода.

Теорема об изменении кинетической энергии

В [4] показано, что энергия является основным, первичным понятием определяющим движение и взаимодействие материальных объектов.

В [6] доказана теорема об изменении кинетической энергии материального тела, которая утверждает, что *изменение кинетической энергии тела при его перемещении равно работе сил и моментов сил, действующих на него на этом перемещении.*

То есть:

$$T - T_0 = A, \quad (1)$$

где $A = A_F + A_M$ – работа сил и моментов сил, действующих на механическую систему, на исследуемом перемещении; T и T_0 – кинетическая энергия исследуемой механической системы в конечном и начальном положении, соответственно.

При принятых начальных условиях $t = 0$, $V_0 = 0$, $S_0 = 0$ кинетическая энергия исследуемой механической системы в начальном положении равна нулю, то есть

$$T_0 = 0. \quad (2)$$

Кинетическая энергия колесницы в исследуемом положении определится как

$$T = T_1 + T_2 + T_3, \quad (3)$$

где T_1, T_2, T_3 – кинетические энергии, соответственно, барабана, кузова и колеса колесницы.

Найдем эти энергии.

Так как барабан вращается, то его кинетическая энергия будет

$$T_1 = \frac{I_1 \cdot \omega^2}{2}, \quad (4)$$

где I_1, ω – соответственно, момент инерции и угловая скорость барабана.

Примем, что барабан представляет собой однородный диск, то его момент инерции будет

$$I_1 = \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot r^2. \quad (5)$$

Подставив (5) в (4), получим

$$T_1 = \frac{m_1 \cdot r^2 \cdot \omega^2}{4}. \quad (6)$$

Теперь найдем кинетическую энергию кузова колесницы. Так как кузов движется поступательно, то его кинетическая энергия определится

$$T_2 = \frac{m_2 \cdot V^2}{2}, \quad (7)$$

где V – скорость кузова колесницы.

Колесо колесницы совершает плоскопараллельное движение, следовательно, его кинетическая энергия будет

$$T_3 = T_{\text{п}} + T_{\text{в}}, \quad (8)$$

где $T_{\text{п}}, T_{\text{в}}$ – кинетическая энергия колеса при его поступательном и вращательном движении, соответственно.

Кинетическая энергия колеса, соответственно при поступательном и вращательном движении будет

$$T_{\text{п}} = \frac{m_3 \cdot V^2}{2}, \quad (9)$$

$$T_{\text{в}} = \frac{I_3 \cdot \omega^2}{2}, \quad (10)$$

где I_3 – момент инерции колеса.

$$I_3 = m_3 \cdot r^2. \quad (11)$$

Подставив (11) в (10), получим

$$T_{\text{в}} = \frac{m_3 \cdot r^2 \cdot \omega^2}{2}. \quad (12)$$

Подставив в (8), кинетические энергии (9) и (12), определим полную кинетическую энергию колеса

$$T_3 = \frac{m_3 \cdot V^2}{2} + \frac{m_3 \cdot r^2 \cdot \omega^2}{2}. \quad (13)$$

Подставив в (3), кинетические энергии барабана (6), кузова (7) и колеса (13), найдем кинетическую энергию колесницы

$$T = \frac{V^2}{2} \cdot \left[I_1 \cdot \left(\frac{\omega}{V} \right)^2 + m_2 + m_3 + I_3 \cdot \left(\frac{\omega}{V} \right)^2 \right]. \quad (14)$$

Установим, что представляет отношение $\frac{\omega}{V}$

$$\frac{\omega}{V} = \frac{\frac{d\varphi}{dt}}{\frac{dS}{dt}} = \frac{d\varphi}{dS}, \quad (15)$$

где φ, S – угол поворота колеса и перемещение корпуса тележки (обобщенная координата), соответственно.

В соответствии с [14] $\frac{d\varphi}{dS}$ – это аналог угловой скорости колеса. Следовательно, отношение угловой скорости колеса к скорости перемещения кузова тележки представляет собой аналог скорости.

Понятия *аналогов скоростей* и ускорений при кинематическом исследовании механизмов ввел Л.В. Ассур.

Аналогом скорости точки какого либо звена механизма является первая производная радиуса-вектора этой точки по обобщенной координате механизма.

Аналоги скоростей и ускорений часто применяются при кинематическом и динамическом анализе механизмов, когда предварительно нельзя определить скорости и ускорения исследуемых точек и звеньев.

Так как *аналоги скоростей* и ускорений зависят только от обобщенных координат и не зависят от времени, то кинематическое исследование механизмов проводится геометрическим путем [15, 16].

Аналог скорости, в общем-то, не очень корректное определение. Правильнее будет значение $\frac{d\varphi}{dS}$ определять как мгновенная геометрическая скорость изменения исследуемой точки тела механической системы относительно обобщенной координаты.

Важно то, что это понятие позволяет раскрыть динамику механических систем без такого понятия как время.

Найдем аналог угловой скорости для исследуемой колесницы.

Из геометрии известно, что угол поворота колеса и перемещение его центра связаны между собой следующим соотношением

$$S = r \cdot \varphi. \quad (16)$$

Продифференцировав (16), получим

$$dS = r \cdot d\varphi. \quad (17)$$

Тогда из (17) аналог угловой скорости определится

$$\frac{d\varphi}{dS} = \frac{1}{r}. \quad (18)$$

Подставим (18) в (14), в результате получим

$$T = \frac{V^2}{2} \cdot \left[l_1 \cdot \frac{1}{r^2} + m_2 + m_3 + l_3 \cdot \frac{1}{r^2} \right]. \quad (19)$$

С учётом (5) и (11) кинетическая энергия колесницы (19) примет вид

$$T = \frac{V^2}{2} \cdot \left(\frac{1}{2} m_1 + m_2 + 2m_3 \right). \quad (20)$$

Введем обозначение

$$m_{\text{пр}} = \frac{1}{2} m_1 + m_2 + 2m_3, \quad (21)$$

где $m_{\text{пр}}$ – приведенная масса колесницы.

С учетом (21), кинетическая энергия колесницы будет

$$T = \frac{m_{\text{пр}} \cdot V^2}{2}. \quad (22)$$

Определим работу, действующих на колесницу сил и моментов сил. На колесницу (рис. 1) действуют силы тяжести кузова и колеса G , движущий M и сопротивления M_c моменты. Следовательно, работа A определится

$$A = A_1 + A_2 + A_3, \quad (23)$$

где A_1, A_2, A_3 – работы движущего момента, сил тяжести кузова и колеса и момента сопротивления, соответственно.

Работа момента, приводящего барабан во вращение, определится

$$A_1 = M \cdot \varphi_1, \quad (24)$$

где $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi$ – угол поворота барабана и колеса.

С учетом (16), работа движущего момента определится

$$A_1 = M \cdot \frac{S}{r}. \quad (25)$$

Сила тяжести G , действующая на колесницу, определится как

$$G = (m_2 + m_3) \cdot g, \quad (26)$$

где g – ускорение свободного падения.

Разложим силу тяжести на две составляющие – нормальную силу N и силу, препятствующую перемещению тележки, F . Найдем эти силы:

$$F = (m_2 + m_3) \cdot g \cdot \sin \alpha, \quad (27)$$

$$N = (m_2 + m_3) \cdot g \cdot \cos \alpha. \quad (28)$$

Момент сопротивления M_c , определится

$$M_c = \mu \cdot N, \quad (29)$$

где μ – коэффициент трения качения.

С учетом (28), момент сопротивления M_c будет

$$M_c = \mu \cdot (m_2 + m_3) \cdot g \cdot \cos \alpha. \quad (29)$$

Работа сил тяжести кузова и колеса A_2 определится

$$A_2 = -F \cdot S. \quad (30)$$

С учетом (27), работа сил тяжести A_2 будет

$$A_2 = -(m_2 + m_3) \cdot S \cdot g \cdot \sin \alpha. \quad (31)$$

Работа момента сопротивления качению колеса A_3 определится

$$A_3 = -M_c \cdot \varphi_3. \quad (32)$$

С учетом (17) и (29), работа момента сопротивления A_3 будет

$$A_3 = -\mu \cdot (m_2 + m_3) \cdot \frac{S}{r} \cdot g \cdot \cos \alpha. \quad (33)$$

Подставив (25), (31) и (33) в (23), найдем работу, действующих на колесницу сил и моментов сил

$$A = S \cdot \left[\frac{M}{r} - (m_2 + m_3) \cdot g \cdot \left(\sin \alpha + \frac{\mu}{r} \cdot \cos \alpha \right) \right]. \quad (34)$$

Так как выражение, стоящее в квадратных скобках (34) постоянно по величине, то обозначим его B .

$$B = \frac{M}{r} - (m_2 + m_3) \cdot g \cdot \left(\sin \alpha + \frac{\mu}{r} \cdot \cos \alpha \right). \quad (35)$$

С учетом (35), работа, действующих на колесницу сил и моментов сил определится

$$A = B \cdot S. \quad (36)$$

Для исследования движения колесницы, подставим (2), (22), и (36) в (1), в результате получим

$$\frac{m_{\text{пр}} \cdot V^2}{2} = B \cdot S. \quad (37)$$

Из (37) найдем скорость подъема колесницы

$$V = \sqrt{\frac{2B}{m_{\text{пр}}} \cdot S}. \quad (38)$$

Представим (38) в виде

$$\frac{dS}{dt} = \sqrt{\frac{2B}{m_{\text{пр}}} \cdot S}. \quad (39)$$

После интегрирования (39), найдем закон движения колесницы

$$S = \frac{B}{2m_{\text{пр}}} \cdot t^2 + C, \quad (40)$$

где C – постоянная интегрирования.

При принятых начальных условиях, что при $t = 0$, $V_0 = 0$, $S_0 = 0$

$$C = 0. \quad (41)$$

С учетом (41), закон движения колесницы (40) примет вид

$$S = \frac{B}{2m_{\text{пр}}} \cdot t^2. \quad (42)$$

Подставив (42) в (38), найдем скорость колесницы.

$$V = \frac{B}{m_{\text{пр}}} \cdot t. \quad (43)$$

Итак, скорость и закон движения колесницы определены.

Для определения закона движения колеса и барабана подставим (42), в (16) результате получим

$$\varphi = \frac{B}{2 \cdot r \cdot m_{\text{пр}}} \cdot t^2. \quad (44)$$

Так как линейная и угловая скорости барабана связаны между собой следующим соотношением

$$V = \omega \cdot r, \quad (45)$$

то угловая скорость колеса и барабана, с учетом (43) определится

$$\omega = \frac{B}{r \cdot m_{\text{пр}}} \cdot t. \quad (46)$$

Итак, скорости и законы движения всех звеньев колесницы определены.

Модифицированное уравнение Лагранжа II рода

Для частного случая движения механической системы, когда $m = \text{const}$, $l = \text{const}$ и при скоростях тел, не зависящих от обобщенных координат, в [6] были получены уравнения, которые имеют следующий вид

$$m_{\text{пр}i} \cdot u_i = Q_i, \quad (47)$$

где $m_{\text{пр}i}$ – приведенная масса i -го тела; Q_i – обобщенная сила; u_i – соответствующее движению ускорение; $u_i = a$ и $u_i = \varepsilon$ при поступательном и вращательном движении, соответственно.

Применим (47) для исследования механических систем. Так как для рассматриваемой колесницы $m_{np} = \text{const}$ (см. (21)), то, воспользуемся модифицированным уравнением Лагранжа для исследования качения колесницы по наклонной плоскости (рис. 1).

Найдем скорость и перемещение кузова колесницы. Так как кузов колесницы совершает поступательное движение, то, в соответствии с (47), его движение будет описываться уравнением

$$m_{np} \cdot a = Q, \quad (48)$$

где m_{np} – приведенная масса колеса; $a = \frac{dV}{dt}$ – ускорение кузова; $Q = \frac{\delta A}{\delta S}$ – обобщенная сила; δS – виртуальное перемещение; δA – работа сил и моментов сил, действующих на колесницу, на виртуальном перемещении.

Представим (48) в виде

$$m_{np} \cdot \frac{dV}{dt} = Q. \quad (49)$$

Для определения обобщенной силы, сообщим колеснице виртуальные перемещения (на рис. 1 виртуальные перемещения не показаны).

Работа колесницы на виртуальном перемещении в соответствии с (34) определится

$$\delta A = \left[\frac{M}{r} - (m_2 + m_3) \cdot g \cdot \left(\sin \alpha + \frac{\mu}{r} \cdot \cos \alpha \right) \right] \cdot \delta S. \quad (50)$$

Обобщенная сила Q с учетом (50) будет

$$Q = \frac{M}{r} - (m_2 + m_3) \cdot g \cdot \left(\sin \alpha + \frac{\mu}{r} \cdot \cos \alpha \right). \quad (51)$$

С учетом (35) обобщенная сила определится

$$Q = B. \quad (52)$$

Подставив (52) в (49), получим дифференциальное уравнение движения кузова колесницы

$$m_{np} \cdot \frac{dV}{dt} = B. \quad (53)$$

Разделив переменные и проинтегрировав (53), найдем, соответственно, скорость и закон движения кузова колесницы

$$V = \frac{B}{m_{np}} \cdot t + C_1, \quad (54)$$

$$S = \frac{B}{2m_{np}} \cdot t^2 + C_1 \cdot t + C_2, \quad (55)$$

где C_1, C_2 – постоянные интегрирования.

При принятых начальных условиях, что при $t = 0, V_0 = 0, S_0 = 0$

$$C_1 = 0, \quad (56)$$

$$C_2 = 0. \quad (57)$$

С учетом (56) и (57), скорость и закон движения кузова колесницы, соответственно, определяются

$$V = \frac{B}{m_{\text{пр}}} \cdot t, \quad (58)$$

$$S = \frac{B}{2m_{\text{пр}}} \cdot t^2. \quad (59)$$

Видно, что скорости и законы движения перемещающейся по наклонной плоскости колесницы, найденные с помощью теоремы об изменении кинетической энергии (42), (43) и с помощью модифицированного уравнения Лагранжа II рода (58), (59) полностью совпадают между собой. Это свидетельствует о правильности следствий и теорем, полученных в [5] и [6].

Сравнивая между собой скорости и законы движения перемещающейся по наклонной плоскости колесницы, найденные в [13] и настоящей работе видно, что они полностью эквивалентны. Это свидетельствует о возможности исследования механических систем с помощью таких понятий как аналоги скоростей и ускорений.

Выводы

Применение понятий аналогов скоростей и ускорений, введенных ранее Л.В. Ассуром для исследования механизмов, можно успешно применять и как для изучения законов движения материальных объектов природы, так и для исследования механических систем.

Литература:

1. Ньютон Исаак. Математические начала натуральной философии. – М. : Наука, 1989. – 688 с.
2. Смелягин А.И. Объекты, для которых сформулированы аксиомы или законы классической механики // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2014. – № 1. – С. 21–25.
3. Смелягин А.И. Аксиомы или законы движения сформулировал И. Ньютон // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2014. – № 2. – С. 11–16.
4. Смелягин А.И. Основные, первичные понятия механики // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2014. – № 2. – С. 17–26.
5. Смелягин А.И. Аксиомы движения материальных тел // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2014. – № 3. – С. 19–34.
6. Смелягин А.И. Теоремы, принципы и уравнения механики // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2014. – № 4. – С. 21–29.
7. Смелягин А.И. Применение новых аксиом и следствий из них для исследования движений материальных тел // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2015. – № 1. – С. 19–27.
8. Смелягин А.И. О необоснованности применения законов Ньютона для исследования динамики машин или современные аксиомы движения материальных тел и следствия из них // Проблемы механики современных машин : материалы VI международной конференции. Отв. ред. В.С. Балбаров. – 2015. – С. 344–350.
9. Смелягин А.И. Современные аксиомы движения материальных тел и следствия из них // XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики : Сборник докладов. Сост.: Д.Ю. Ахметов, А.Н. Герасимов, Ш.М. Хайдаров; Отв. ред. : Д.А. Губайдуллин, А.И. Елизаров, Е.К. Липачев. – 2015. – С. 3500–3502.
10. Смелягин А.И. Современные аксиомы и следствия из них для исследования динамики машин // Инновации в машиностроении (ИНМАШ-2015) сборник трудов VII Международной научно-практической конференции. Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Новосибирский государственный технический университет, Бийский технологический институт, МИП Техмаш; под ред. Блюменштейна В.Ю. Баканова А.А. Останина О.А. – 2015. – С. 526–529.
11. Смелягин А.И. Применение новых аксиом и следствий для исследования движений механических систем // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2015. – № 2. – С. 19–26.
12. Смелягин А.И. Применение новых аксиом и следствий для исследования механических систем вращательного движения // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2015. – № 3. – С. 19–27.

13. Смелягин А.И. Применение новых аксиом и следствий для исследования движения колесницы // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2015. – № 10. – С. 47–62.

14. Смелягин А.И. Теория механизмов и машин. Курсовое проектирование. – М. : ИНФРА-М, 2006. – 263 с.

15. Смелягин А.И., Приходько А.А. Кинематический анализ сложного исполнительного механизма возвратно-вращательного перемешивающего устройства // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2014. – № 4. – С. 79–86.

16. Prikhodko A.A., Smelyagin A.I. Kinematic analysis of mechanism for converting rotational motion into reciprocating rotational motion // Procedia Engineering. – 2015. – V. 129. – P. 87–92.

References:

1. Newton Isaak. Mathematical beginnings of natural philosophy. – M. : Science, 1989. – 688 p.

2. Smelyagin A.I. Objects for which axioms or laws of classical mechanics // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2014. – No. 1. – P. 21–25.

3. Smelyagin A.I. Axioms or laws of movement were formulated by I. Nyyuton // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2014. – No. 2. – P. 11–16.

4. Smelyagin A.I. Basic, primary concepts of mechanics // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2014. – No. 2. – P. 17–26.

5. Smelyagin A.I. Axioms of movement of material bodies // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2014. – No. 3. – P. 19–34.

6. Smelyagin A.I. Theorems, principles and equations of mechanics // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2014. – No. 4. – P. 21–29.

7. Smelyagin A.I. Application of new axioms and consequences from them for research of movements of material bodies // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2015. – No. 1. – P. 19–27.

8. Smelyagin A.I. About groundlessness of application of laws of Newton for research of dynamics of machines or modern axioms of movement of material bodies and a consequence from them // Problems of mechanics of modern machines : materials VI of the international conference. – 2015. – P. 344–350.

9. Smelyagin A.I. Modern axioms of movement of material bodies and a consequence from them // XI All-Russian congress on fundamental problems of theoretical and applied mechanics: Collection of reports. – 2015. – P. 3500–3502.

10. Smelyagin A.I. Modern axioms and consequences from them for research of dynamics of machines // Innovations in mechanical engineering (INMASH-2015) the collection of works VII of the International scientific and practical conference. Kuzbass state technical university of name T.F. Gorbachev, Altai state technical university of I.I. Polzunov, Novosibirsk state technical university, Biysk institute of technology, MIP Tekhmash; under the editorship of Blyumenstein V.Yu., Bakanov A.A., Ostanin O.A. – 2015. – P. 526–529.

11. Smelyagin A.I. Application of new axioms and consequences for research of movements of mechanical systems // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2015. – No. 2. – P. 19–26.

12. Smelyagin A.I. Application of new axioms and consequences for research of mechanical systems of a rotary motion // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2015. – No. 3. – P. 19–27.

13. Smelyagin A.I. Application of new axioms and consequences for research of movement of the chariot // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2015. – No. 10. – P. 47–62.

14. Smelyagin A.I. Theory of mechanisms and machines. Course designing. – M. : INFRA-M, 2006. – 263 p.

15. Smelyagin A.I., Prikhodko A.A. Kinematicheskyy the analysis of the difficult executive mechanism of the returnable and rotary mixing device // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2014. – No. 4. – P. 79–86.

16. Prikhodko A.A., Smelyagin A.I. Kinematic analysis of mechanism for converting rotational motion into reciprocating rotational motion // Procedia Engineering. – 2015. – V. 129. – P. 87–92.

УДК 007.2

**РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВО АЛГОРИТМА
УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОДНОБОРОТНОГО
ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ОСЕВОГО
НАПРАВЛЯЮЩЕГО АППАРАТА**

**DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF THE ALGORITHM
FOR CONTROLLING THE DRIVE OF ELECTRIC SINGLE TURN
ACTUATING MECHANISM OF AXIAL DISTRIBUTOR**

Гуров Виктор Семенович
главный инженер, ООО «ЛЮМЭКС»
vg805@ya.ru

Gurov Victor Semenovich
Chief Engineer, «LUMEX» Ltd
vg805@ya.ru

Аннотация. Рассмотрена задача обеспечения стабильной работы теплогенератора на участке подачи теплоносителя сушильной установки поливинилацетатной дисперсии. Разработан и внедрен в производство алгоритм управления приводом электрического однооборотного исполнительного механизма осевого направляющего аппарата.

Annotation. The problem of heat-generator stable operation ensuring in the heat-transfer agent area of coolant dryer polyvinyl acetate dispersion area. The algorithm for electric single turn actuating mechanism drive control of axial distributor is developed and implemented.

Ключевые слова: распылительная сушка, поливинилацетатная дисперсия, управление привод однооборотного исполнительного механизма.

Keywords: spray drying, polyvinyl acetate dispersion, the control of the drive of electric single turn actuating mechanism.

1. Введение

В сушильных установках непрерывного действия одним из основных технологических участков является участок подачи нагретого до определенной температуры атмосферного воздуха.

На схеме участок подачи горячего воздуха выделен красным цветом (рис. 1).

В состав участка входит следующее оборудование:

1. ОНА (осевой направляющий аппарат) с приводом МЭО (электрического однооборотного исполнительного механизма)
2. В2 приточный вентилятор
3. ТГ теплогенератор
4. А1 сушильная башня

2. Разработка алгоритма алгоритма управления приводом ОНА МЭО

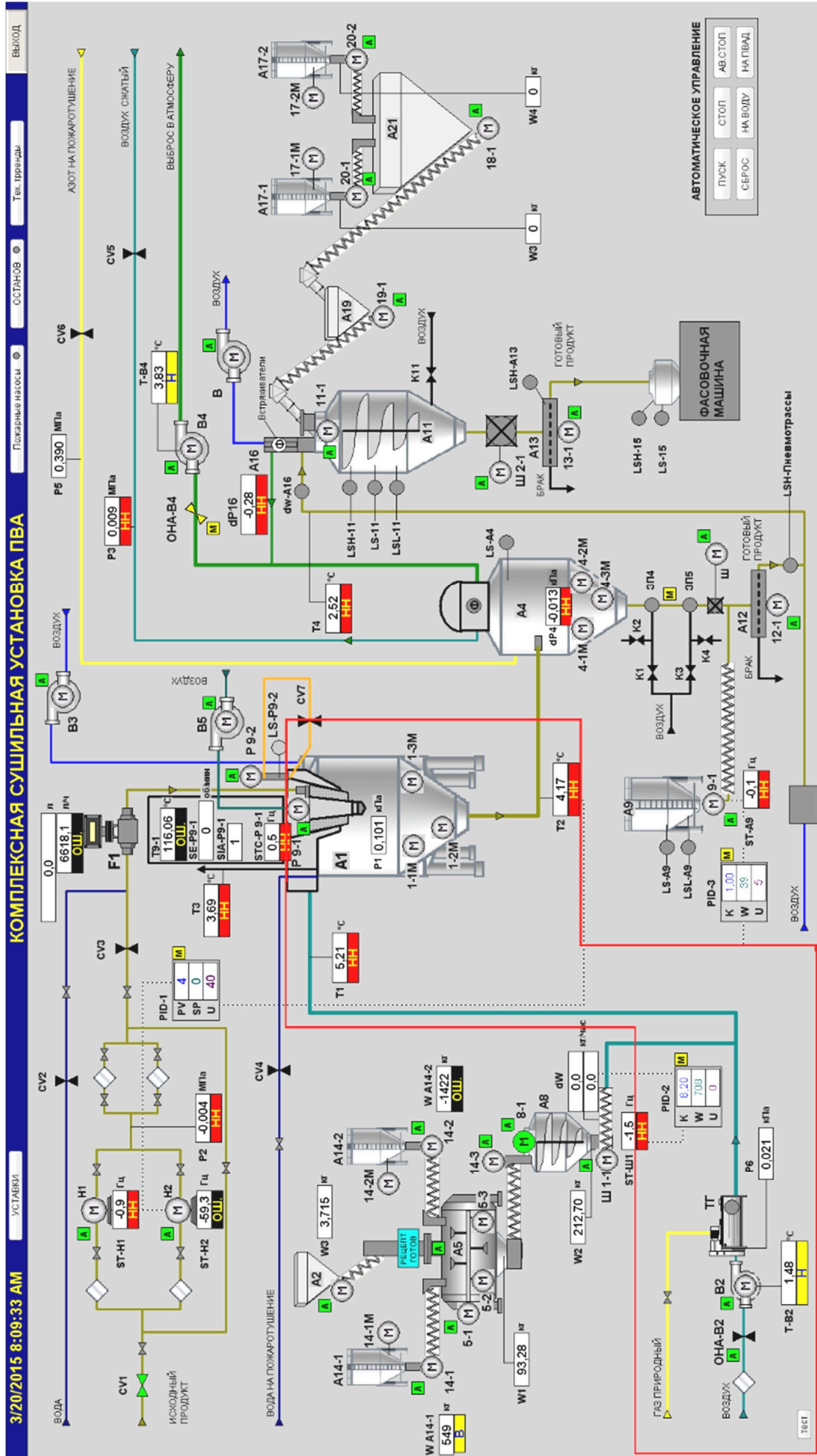
Воздух из атмосферы приточным вентилятором В2 нагнетается в топку ТГ, где происходит его нагрев до заданной температуры. Нагретый воздух поступает в сушильную башню А1, где осуществляется высушивания заданного продукта.

Для обеспечения стабильной работы ТГ, необходимо поддерживать заданное давление Р6 (рис. 1) в топке ТГ.

Давление Р6 в топке ТГ зависит от расхода воздуха нагнетаемого приточным вентилятором В2. Приточный вентилятор В2 в промышленных сушильных установках, как правило, является габаритным, мощным электроагрегатом, обеспечивающим постоянную производительность по воздуху. Для поддержания давления Р6 необходимо регулировать подачу воздуха в топку ТГ. Поэтому для изменения подачи воздуха, нагнетаемого в топку ТГ вентилятором В2 применяется ОНА с приводом МЭО (рис. 2).

Режим работы механизма МЭО:

- Вид – повторно-кратковременный с частыми пусками S4 по ГОСТ 183-74.
- Частота включений – до 320 в час.



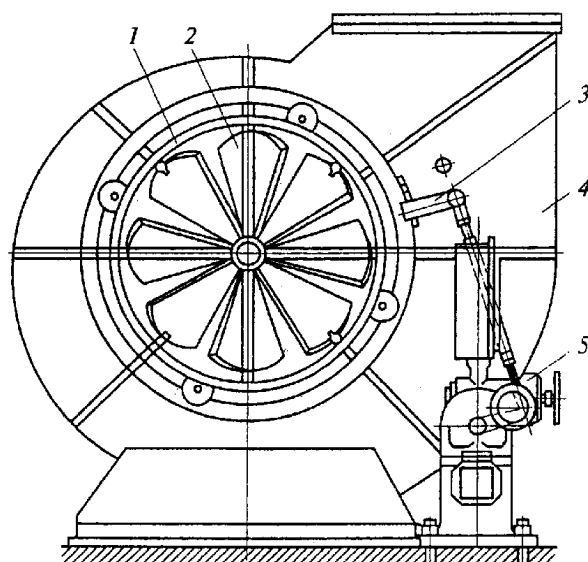


Рисунок 2 – ОНА с приводом МЭО:

1 – кожух направляющего аппарата; 2 – поворотные лопатки; 3 – привод;
4 – улитка; 5 – колонка дистанционного управления

- Продолжительность включений – до 25 % при нагрузке на выходном органе в пределах от номинальной противодействующей до 0,5 номинального значения соопуствующей.

- Максимальная частота включений – 630 в час при продолжительности включений до 25 %.

- Интервал времени реверсирования между выключением и включением на обратное направление – не менее 50 мс.

В процессе эксплуатации для поддержания заданного диапазона изменения давления Р6 в топке ТГ. возникла задача разработки алгоритма управления приводом МЭО ОНА.

Алгоритм управления приводом МЭО, обеспечивающий режим поддержания заданного давления Р6 представлен на рисунке 3.

Для разработки алгоритма использовался «дракон-редактор» Геннадия Тышова.

Наиболее трудоемким при разработке алгоритма управления приводом МЭО явились пункты 14, 28, 26, 27, 9, 15, 13, 20; а также требования инструкции по эксплуатации привода МЭО, а именно интервал времени реверсирования между выключением и включением на обратное направление – не менее 50мс.

В результате проведенных расчетов были определены временные диапазоны воздействия управляющих сигналов в пунктах 14, 26, 9, 13.

Диапазоны изменения временных интервалов управляющих воздействий в пунктах 14, 26, 9, 13 указаны.

В результате внедрения разработанного алгоритма система управления поддерживает давление в топке генератора в заданном диапазоне обеспечивая тем самым стабильность работы ТГ.

Разработанный алгоритм реализован в системе управления действующей сушильной установки «NIRO» ООО «Кубань-Полимер», на базе контроллера SIEMENS.

3. Заключение

Рассмотренная задача обеспечения стабильной работы теплогенератора суши ПВАД выполнена. Разработанный алгоритм внедрен в производство на действующую установку и обеспечивает выполнения поставленной задачи в полном объеме.

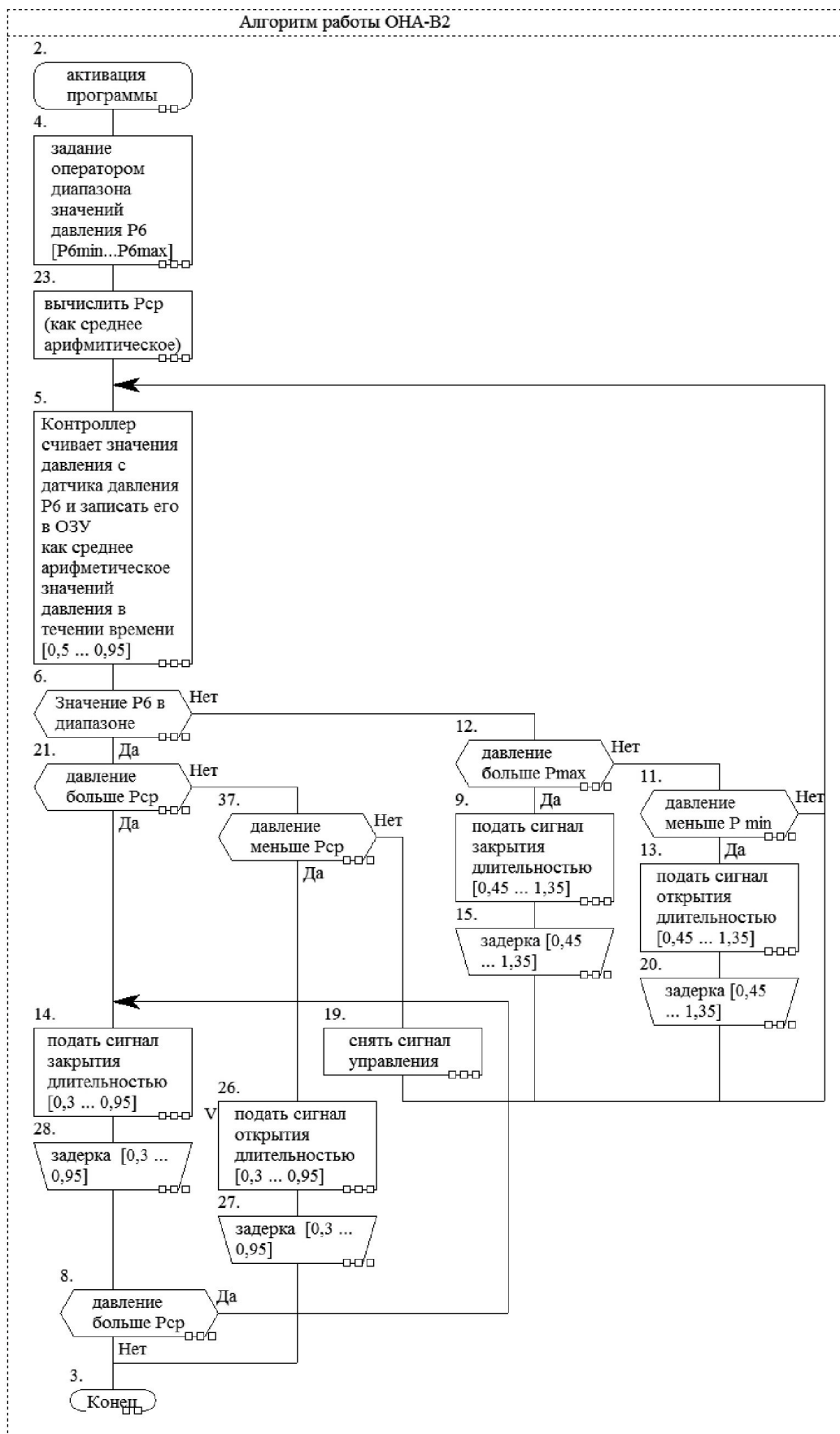


Рисунок 3 – Блок-схема алгоритма управления приводом МЭО ОНА

Литература:

1. ГОСТ 183-74 Машины электрические вращающиеся. Общие технические требования.
2. ГОСТ 28327-89 Машины электрические вращающиеся. Пусковые характеристики односкоростных трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором напряжением до 660 В включительно.
3. Паронджанов В.Д. Графический синтаксис языка ДРАКОН // Программирование. – 1995. – № 3. – С. 45–62.
4. Механизмы исполнительные электрические однооборотные МЭО-99К, МЭО-99, МЭО-99КА, МЭО-99А. Руководство по эксплуатации.

References:

1. GOST 183-74 Electrical machines rotating. General technical requirements.
2. GOST 28327-89 Electrical machines rotating. Starting characteristics of single-speed three-phase asynchronous engines with a short-circuited rotor up to 660 V inclusive.
3. Parondzhanov V.D. Graphical syntax of the DRAGON // Programming language. – 1995. – No. 3. – P. 45–62.
4. Mechanisms executive electric one-turnover MEO-99K, MEO-99, MEO-99KA, MEO-99A. Operation manual.

УДК [556+001.4]:556.54

ОПАСНЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ И ПРОЦЕССЫ В УСТЬЯХ РЕК: ВОПРОСЫ ТЕРМИНОЛОГИИ И КЛАССИФИКАЦИИ¹

DANGEROUS HYDROLOGICAL PHENOMENA AND PROCESSES IN RIVER MOUTHS: TERMINOLOGY AND CLASSIFICATION

Магрицкий Дмитрий Владимирович

кандидат географических наук,
доцент кафедры гидрологии суши,
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
magdima@yandex.ru

Magritsky Dmitry Vladimirovich

Ph. D., Assistant professor of
Department of Land Hydrology,
Lomonosov Moscow State University
magdima@yandex.ru

Аннотация. Статья имеет методический и теоретический характер, содержит результаты исследования вопросов, касающихся терминологии и классификации опасных гидрологических процессов в устьевых областях рек. В статье представлена новая классификация устьевых опасных гидрологических процессов, уточненные и новые формулировки имеющих к ним отношение понятий. Перечень рассмотренных процессов включает наводнения различного генезиса, опасные обмеления и ледовые явления, опасные морфодинамические процессы и гидродинамические на устьевом взморье, подтопление и изменение химического состава природных вод. В отношении этих процессов определены основные факторы, механизмы развития, перечень характеристик и характер негативных последствий. Результаты исследования позволяют более эффективно заниматься изучением опасных процессов в столь сложных географических объектах как устья рек, совершенствовать методики по их мониторингу, идентификации, количественной оценке и ранжированию, в конечном итоге, прогнозированию. Полученные результаты могут использоваться для районирования подверженных их воздействию территорий.

Ключевые слова: река, море, устье, опасный процесс, опасное явление, наводнение, затор льда, нагон, сгон, маловодье, интрузия морских вод, абразия берегов, русловые процессы, терминология, классификация.

Annotation. The paper is methodological and theoretical type. The paper presents the results of research of the questions of terminology and classification of dangerous hydrological processes in river mouths. It presents a new classification of these processes, updated and new formulation of the special terms. The list of dangerous hydrological processes includes various inundations, dangerous ice phenomena, wind-induced down-surges and low-water periods, sea water intrusion into the watercourses, dangerous morphodynamic and hydrodynamic processes in the near-shore zone, water logging and changes in the chemical composition of natural waters. The main factors, mechanisms of development, list of characteristics and the character of the adverse effects were identified for these processes. The results allow better study this kind of phenomena and processes and their factors, improve methods for their identification, quantitative evaluation and ranking, for zoning exposed areas.

Keywords: river, sea, mouth, dangerous phenomena and process, inundation, ice dam, storm surge, negative water setout, low water, shore abrasion, river bed processes, terminology, classification.

Устьевые области рек (устья рек) – особые географические объекты, расположенные в местах впадения рек в приемные водоемы (океаны, моря, озера) [1]. Устья рек находятся под совместным влиянием режима реки и приемного водоема. Из-за постоянного взаимодействия речных и морских факторов, низменного рельефа наземной части устьевой области реки (УОР), обилия водных объектов, обычно большой плотности населения и хозяйственной освоенности они одни из наиболее изменчивых и уязвимых географических объектов на Земле. В пределах устьевой области реки выделяют две разнородные по местоположению, морфологии, гидрографии, гидрологическому режиму и экологическим условиям области: устьевой участок и устьевое взморье. Первый, при наличии дельты и несовпадении ее вершины с верхней, или речной,

¹ Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РФФИ №14-05-00949 и в рамках государственной темы 1.10 «Гидрологический режим водных объектов суши в условиях изменения климата и антропогенного воздействия».

границей УОР, назначаемой по дальности распространения в реку приливных и нагонных колебаний уровня, делится на дельтовую и придельтовую части. Второй может представлять собой полузакрытый водоем эстуарного типа (узкий залив, лиман, губу, лагуну, приливный эстуарий), или открытую, подверженную опресняющему влиянию речного стока прибрежную зону приемного водоема, или иметь сложное строение, включающее оба типа взморий.

Строение, природные условия и гидрометеорологический режим речных устьев формируют природные (метеорологические, гидрологические, морфологические и экологические) процессы, протекающие во всех частях УОР. В устьях рек они очень сложны и изменчивы, иногда приобретают неблагоприятный и даже опасный характер для природной среды, населения и хозяйства. Внешним проявлением этих процессов служат опасные природные явления. В устьях рек перечень таких процессов, их повторяемость и магнитуда нередко выше, чем в бассейне реки и на обычных участках морского побережья. В условиях климатических изменений и сопутствующих им изменений речного стока, режима рек и морей, повышения уровня океанов и морей, расширения хозяйственного использования устьев рек опасность этих процессов и явлений возрастает.

Опасные гидрологические процессы в устьях рек изучены еще недостаточно. В частности, слабо разработаны терминология и классификация подобных процессов. К числу немногих опубликованных работ, специально и комплексно рассматривающих опасные гидрометеорологические процессы в устьях рек, а также связанные с водной средой и потоками опасные морфологические процессы, относятся специальные разделы монографий по устьям рек Азовского и Каспийского морей [2; 3; 4]. Основная же часть исследований, проводившихся разными специалистами, посвящена наводнениям.

В настоящей статье предпринята попытка проанализировать имеющуюся в научной литературе и нормативных документах противоречивую терминологию, касающуюся опасных гидрометеорологических и морфологических процессов и сопутствующих им явлений, адаптировать ее применительно к устьям рек и предложить ряд новых подходов в решении обозначенной проблемы. При этом учтены уже имеющиеся наработки в анализе опасных природных процессов как в гидрометеорологии, так и в экологии; учтен и опыт автора статьи в изучении устьев рек и происходящих в них процессов. Эти исследования полностью отвечают современным запросам общества, нашедшим отражение в Постановлении Правительства РФ от 7 июля 2011 г. № 555 о Федеральной целевой программе «Снижение рисков и смягчение последствий ЧС природного и техногенного характера в РФ до 2015 г.». В ней предусмотрен целый перечень мероприятий – от информационно-мониторинговой деятельности до разработки научно-методических основ эффективной реализации таких мероприятий.

1. Вопросы терминологии

Содержательное и эффективное изучение опасных гидрологических процессов, уточнение их классификации и состава, разработка методик, позволяющих их оценивать, ранжировать, в том числе создаваемые ими ущербы, выделять и районировать подверженные негативному воздействию территории, а также решать многие другие вопросы, требуют «терминологической чистоты» в отношении тех понятий, которыми оперируют в данной области.

1.1. Процесс и явление

Прежде всего разъяснения требуют термины «процесс» и «явление». Согласно понятийному аппарату философии, процесс (с лат. *processus* – «течение», «ход», «продвижение») рассматривается как «последовательная смена явлений, состояний в развитии чего-либо» [5]. То есть в процессе присутствует, во-первых, временной фактор [6], во-вторых, его составляют сменяющие друг друга некоторые характерные состояния объекта (системы, среды), или стадии в развитии чего-либо. С такой интерпретацией понятия «процесса» согласна и современная лингвистика, что нашло отражение в Малом академическом словаре [7] – авторитетном нормативном словаре современного русского языка. В более ранних версиях толковых словарей, в том числе под редакцией, либо авторством Д.Н. Ушакова и С.И. Ожегова [9; 8], процессом назы-

вали «ход, развитие какого-нибудь явления; последовательную закономерную смену состояний в развитии чего-нибудь», и, следовательно, считали его частью явления. Совсем другое определение процесса предлагают новые словари и энциклопедии [10; 11], относя его главным образом к философской категории.

Явление в философии трактуют, как «то или иное обнаружение (выражение) предмета, внешние формы его существования» [5]. Этот термин рассматривают в контексте постижения сущности – «внутреннего содержания предмета, выражающегося в единстве всех многообразных и противоречивых форм его бытия». Предмет – «все, что может находиться в отношении к чему-либо или обладать каким-либо свойством».

Природный, физический, гидрологический, социально-экономический (и т.п.) процесс и явление обозначают лишь принадлежность к определенной среде, в которой они развиваются и в привязке к которым их изучают. Дать им простое определение вследствие многокомпонентности и сложного устройства той же самой среды сложно, а порой невозможно. Поэтому неудивительно, что в тематических справочных изданиях эти термины либо не разъясняются, либо им даны совершенно разные определения.

Примером такой неоднозначности служат определения «гидрологического процесса» и «гидрологического явления». Согласно А.И. Чеботареву [12], гидрологический процесс – это последовательное развитие во времени и пространстве гидрологических явлений, определяющих режим водных объектов, а гидрологическое явление – форма проявления отдельных сторон гидрологического процесса, например, возникновение различных форм льда и его скоплений в русле при развитии процесса ледообразования, задержание воды почвой в углублениях на поверхности земли и другие процессы формирования стока в период снеготаяния или дождевых паводков. В [13; 14; 16] гидрологическим процессом, с некоторыми разночтениями, называют «совокупность физических, химических, биохимических и биологических процессов, определяющих закономерности формирования гидрологического состояния и режима водного объекта». В [15], это – процесс, при котором вода вступает во взаимодействие с природной средой, и в процессе формирования, например, весеннего стока последовательно развиваются такие явления, как снеготаяние, водоотдача снежного покрова и почвогрунтов, добегание талых вод к водотоку. РД 52.04.563-2013 и ряд других источников вообще не различают процессы и явления, относя к гидрологическим явлениям природные процессы и явления, возникающие в гидросфере (за исключением акватории морей и океанов). В [18], гидрологическое явление – явление природы вследствие какого-либо гидрологического процесса. И это еще не все примеры.

Тем не менее, несмотря на все противоречия и разночтения, в гидрологии и смежных дисциплинах понимание гидрологического процесса и явления, связи между ними имеет много общего с дефинициями «процесса» и «явления» из [5; 6; 7 и др.] и со здравым смыслом. Это позволяет прийти к некоторому консенсусу в определении «гидрологического процесса» и «гидрологического явления». Под гидрологическим процессом предлагается считать обусловленные физическими, химическими, биохимическими и биологическими причинами и закономерностями, изменения в пространстве и во времени гидрологического состояния водного объекта, или территориально единой системы водных объектов, включая особые и временные. Гидрологический процесс состоит из последовательно сменяющихся друг друга стадий (синонимы – фазы, этапы, фрагменты), или гидрологических событий. Их совокупность за годовой цикл, последовательная и закономерная смена формирует гидрологический режим водного объекта, как внешнюю форму гидрологического процесса. Подробно гидрологический режим рассмотрен в [14]. Гидрологическое явление – обычно кратковременное, изменение в пространстве и во времени гидрологических характеристик, и, по сути, представляет собой внешнюю форму одной из стадий гидрологического процесса, часть гидрологического режима.

Какими соображениями следует руководствоваться, выбирая тот или иной термин? Как правило, визуальная во время гидрологического события и сразу после него, или инструментальная (контактная), дистанционная фиксация отдельных характеристик гидрологического явления не раскрывает сути процесса, вынуждая на этом этапе

познания считать наблюдаемое или ожидаемое событие явлением. Дальнейшее детальное изучение гидрологического явления, выделение его факторов, стадий и пространственно-временных закономерностей развития, причинно-следственных связей и т.п. переводит его в категорию гидрологических процессов, с возможностями его физико-математического воспроизведения (моделирования) и прогноза. Например, такие опасные гидрологические процессы, как наводнения, заторы льда, обледенение, штормовые нагоны, сгоны и волнение, другие, в силу их скоротечности и первоначального дефицита необходимой информации, следует на этапе их фиксации (и даже после, если задачи их подробного изучения нет) считать опасными гидрологическими явлениями, что согласуется с нормативной позицией Росгидромета и МЧС. В отношении морфологических процессов, подтопления и других сравнительно продолжительных и визуально неочевидных гидрологических процессов, требующих (для их идентификации и оценок) разнообразных данных и инструментария, длительного мониторинга, выяснения основных факторов и закономерностей, предлагается использовать понятие «процесс». Это же правило распространяется и на продолжительные наводнения, ряд опасных обмелений, в течении которых уже приступили к их мониторингу, изучению, оценке, выявлению причин и т.п.

Хорошей заменой понятий «гидрологический процесс» и «гидрологическое явление», если они произошли, служит термин «гидрологическое событие». В неоднозначных ситуациях, при дефиците данных и времени на их обработку, анализ и осмысление, в других случаях он позволяет избежать ошибок и сомнений в использовании подменяемых им понятий.

1.2. Опасность, безопасность и риск

При некоторых условиях и, главное, «столкновении» с человеком и плодами его деятельности, т.е. с антропоцентрической точки зрения, природные процессы могут характеризоваться как неблагоприятные, опасные, разрушительные, катастрофические, стихийные и быть источником опасности. В последнее время дополнительно учитываются угроза и ущербы экологически ценным объектам и системам.

Опасность – неоднозначное понятие. Под ней понимают как источник угрозы (угрожающее событие, объект, вещество, опасный процесс, свойство или состояние природы, общества и техники, действие человека и т.п.), так и вероятность реализации этой угрозы в конкретном месте и момент времени, причинения ущерба населению, материальным ценностям и природной среде [19; 20; 21; 16 и др.]. Ее синонимом можно считать понятие «угроза». Объектом опасности могут быть: конкретный человек, население в целом, разные стороны хозяйственной деятельности, социальные объекты, элементы инфраструктуры, промышленные, сельскохозяйственные и иные объекты экономики, компоненты природного комплекса и др. Опасность может иметь естественно-природное (при космических, геологических, гидрометеорологических, биологических или нескольких источниках), техногенное и социальное происхождение. Опасность может быть масштабирована и считаться большой, значительной, небольшой, незначительной, либо минимальной, допустимой, максимально допустимой и недопустимой. Она может возрастать по мере развития опасного процесса.

Опасность определяет риск – сочетание вероятности события и его негативных последствий [22; 23; 20]. В литературе и повседневной жизни понятие «риск» применяется двояко. Им могут подменять термины «опасность», «угроза», например в выражениях «иск аварии», «риск возникновения чрезвычайной ситуации (ЧС)» и др., либо использовать по прямому назначению с акцентом на потенциальные последствия, ущербы, потери для объектов воздействия.

Еще один важный термин – безопасность. Под ней понимают: 1) состояние защищенности отдельного человека, населения, объектов экономики и видов хозяйственной деятельности, окружающей природной среды от опасности разного рода; 2) состояние, при котором им ничто не угрожает, или они надежно защищены от угроз, или могут им успешно противостоять [22; 16]. Такая же неоднозначность и у слова «безопасный». Во-первых, это то, что не угрожает, не несет опасности для данного объекта. Например безопасное для человека средство, механизм, прибор, бритва. Во-

вторых, это сам объект, надежно защищенный от опасности, например безопасное место. Видов безопасности очень много.

1.3. Неблагоприятные, опасные, экстремальные и катастрофические процессы

Принимая во внимание выше сказанное и с учетом нормативной практики, к опасным гидрологическим процессам (ОГП) следует относить те гидрологические процессы, которые по своим характеристикам, а именно интенсивности, пространственному охвату, моменту возникновения и продолжительности представляют угрозу человеку (его здоровью, жизни, жизненному укладу и др.), сельскохозяйственным животным и растениям, могут оказать негативное и даже поражающее воздействие на элементы природной среды, материальные ценности, объекты социально-экономического комплекса, отдельные отрасли и в целом хозяйственную деятельность. Они – часть обширного перечня опасных природных процессов. К ОГП могут быть отнесены также некоторые опасные гидрогеологические и морские гидрометеорологические процессы.

Неблагоприятные гидрологические процессы (НГП) генерируют менее масштабные и разрушительные последствия, чем ОГП, затрудняют деятельность отдельных предприятий и субъектов экономики, создают дискомфорт для населения и по своим параметрам не соответствуют критериям ОГП. При более общем подходе НГП можно считать одним из подвидов ОГП с наименее тяжелыми последствиями.

Опасное гидрологическое явление (ОГЯ) – 1) событие гидрологического происхождения, 2) внешнее отражение, внешняя форма проявления одной из стадий (как правило, экстремальной по своим характеристикам) одного или нескольких гидрологических процессов, 3) состояние водных объектов, которое по своим характеристикам представляет угрозу безопасности человеку, сельскохозяйственным животным и растениям, могут оказать негативное и даже поражающее воздействие на элементы природной среды, материальные ценности, объекты социально-экономического комплекса, отдельные отрасли и в целом хозяйственную деятельность [24; 26; 25; 12 и автор].

Между опасными и стихийными явлениями нельзя ставить знак равенства. Последние могут быть как опасными (цунами), так и неопасными (свечение моря). В первом случае их следует называть стихийно-разрушительными, или опасными стихийными явлениями. Вообще стихия может толковаться либо как один из основных элементов природы, либо как явление природы, отличающееся могущественной, трудно преодолимой и часто разрушительной силой, а также сфера, среда его проявления.

Наоборот, катастрофическое явление однозначно воспринимается как опасное, мало того – как наиболее масштабное и разрушительное. Но как самостоятельный термин его использовать нежелательно, а лишь в контексте четкой (на основе заданных критериев) дифференциации ОГЯ по градациям опасности.

В нормативных документах Росгидромета к ОГЯ, как подмножеству опасных гидрометеорологических явлений (ОГМЯ), дополнительно относят комплекс гидрометеорологических величин, которые по своему значению, интенсивности или продолжительности представляют угрозу безопасности людей, а также могут нанести значительный ущерб объектам экономики и населению [25]. С позиции сущности исследуемого предмета, норм русского языка и лингвистики, гидрологического глоссария такое определение ОГЯ совершенно некорректно. Его практический смысл – обеспечение деятельности по мониторингу опасных явлений, их оперативному прогнозу, обнаружению, предотвращению и по оповещению населения, муниципальных органов и субъектов экономики о возможности их возникновения соответствующим инструментарием, позволяющим решать эти задачи посредством сопоставления наблюдаемых и прогнозируемых значений гидрологических характеристик с их критическими величинами. В этом же контексте следует рассматривать «узкое» определение ОГЯ, которое дано в [27], и ему подобных. В нем к опасным гидрологическим явлениям относят те из них, которые сопровождаются либо высокими уровнями воды, превышающими величины особо опасных уровней воды для конкретных населенных пунктов и хозяйственных объектов, либо низкими уровнями, которые по своей величине ниже проектных отметок водозаборных сооружений и навигационных уровней на судоходных реках в течение 10 дней и более.

Иногда в литературе встречается термин «экстремальное гидрологическое явление» (ЭГЯ). Вообще экстремальным считается любое событие в природной системе, приобретающее сравнительно большое отклонение от среднего состояния или значения. Оно может представлять опасность для природной системы, населения, производственной сферы или не быть опасным, как низкое половодье или высокая межень. В этом контексте ЭГЯ охватывают более широкий перечень гидрологических явлений по сравнению с ОГЯ. В работе [28] экстремальное гидрологическое явление – это такое количественное или качественное состояние водных объектов, элементов гидрологического режима территории (акватории), которое кардинально отличается от обычного, от среднего. Данный термин удобен для обозначения и тех гидрологических явлений, которые по своим характеристикам уже считаются экстремальными, но к ущербу не привели, и тех, которые следует квалифицировать уже как опасные. Тем не менее использование этого термина требует осторожности.

1.4. Бедствие и катастрофа

Достижение опасным природным процессом экстремальной по своим характеристикам стадии может привести (или уже привело) к *стихийному бедствию* либо природной катастрофе. *Лингвистические различия между этими понятиями у разных специалистов, научно-прикладных дисциплин и служб не всегда четкие, и вряд ли эту границу можно провести. И нужно ли? Единственно, что их объединяет, это сам факт наступления события и его причина – природный процесс, или их совокупность.*

Согласно международной практике [20; 29], бедствие – это событие, которое серьезно нарушает жизнь людей и, в целом, местных сообществ, общества, является причиной жертв среди населения, а также обширного материального, экономического или экологического ущерба и воздействия, которые превосходят способность местного сообщества справиться с ним собственными силами, требуют оказания внешней помощи. Это наиболее удачное и емкое определение, в сравнении с изложенными в [26; 18]. В случае же особенно крупных потерь, разрушений, человеческих жертв, большой площади поражения и продолжительности (и т.п.) стихийные бедствия, вероятно, могут классифицироваться как катастрофические, как природные катастрофы. Пример – мощное землетрясение и вулканическое извержение, гигантское цунами, падение метеорита, наводнение регионального и даже национального масштаба, и т.п. Но еще раз следует подчеркнуть, что, во-первых, универсальных и общепринятых критериев разделения событий на стихийные бедствия и природные катастрофы нет. Во-вторых, как и в случае с неблагоприятными событиями, их следует рассматривать как один из подвидов опасных природных процессов, но с наиболее тяжелыми, катастрофическими, возможно необратимыми последствиями. Кроме того, нельзя забывать, что у понятия «природная катастрофа» есть еще и экологическая трактовка, не имеющая в явном виде отношения к человеку и плодам его деятельности. Согласно ей, природная катастрофа – это потеря устойчивости природной системы; комплекс изменений в природной системе, которые ведут к ее деградации, невозможности возвращения в исходное состояние, разрушению и исчезновению; одним из начальных этапов его развития является кризис [16].

1.5. Чрезвычайная ситуация

В нормативных документах, разработанных для служб, занимающихся защитой населения, объектов экономики и территорий от природных и техногенных угроз, смягчением и ликвидацией последствий, оказанием помощи населению, рядом других функций, а также в нормативной лексике властей и в некоторых современных энциклопедических словарях развитие опасного природного процесса и достижение им стадии, трактуемой уже как ОЯ, как опасное событие, обозначается как чрезвычайная ситуация (ЧС). Под ЧС понимается обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которая может повлечь или уже повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [22; 26; 16]. Таким образом, к ЧС могут относить как обстановку, сложившуюся на определенной территории в предшествующий период, в течение которого осуществлялся комплекс ме-

роприятий, направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения ЧС, так и во время и после окончания опасного природного явления, даже если опасное его развитие было практически предотвращено, например благодаря оперативно сооруженным береговым дамбам. ЧС различают по характеру источника – природные, техногенные, биолого-социальные и военные, по масштабу – локальные (местные), бассейновые, региональные, национальные и трансграничные. Частным случаем ЧС является чрезвычайная гидрологическая ситуация (ЧГС).

1.6. Ущерб

Главным и ощутимым эффектом (для населения, объектов и субъектов экономики, территории и окружающей природной среды) реализации опасных природных процессов служат разного рода последствия – социальные, экономические и экологические ущербы. Ущерб социальный – это безвозвратные и санитарные потери людей, материальные потери личной собственности, затраты на лечение пострадавших и на восстановление трудоспособности, морально-психологические издержки и снижение уровня жизни [23]; ущерб экономический – это материальные потери и затраты, связанные с повреждениями (разрушениями) объектов производственной сферы экономики, ее инфраструктуры и нарушениями производственно-кооперационных связей; ущерб экологический – это ущерб, нанесенный окружающей природной среде. Различают также прямой и косвенный ущерб.

2. Классификации опасных гидрологических процессов в устьях рек

Опасные гидрологические процессы в устьевых областях рек неоднородны по своему составу. Во-первых, они вызываются разными причинами и поэтому относятся к разным генетическим типам. Их можно объединить в семь больших групп: наводнения, обмеления, опасные ледовые процессы, опасные морфодинамические процессы, подтопление и в целом опасные изменения уровня грунтовых вод, опасные гидродинамические процессы на устьевом взморье, изменение минерализации и химического состава поверхностных и подземных вод, – с выделением внутри почти каждой из групп отдельных, различных по своему характеру и происхождению ОГП (рис. 1). Часть процессов возникает и существует за счет внешнего массо- и энергопереноса (рис. 2). В зависимости от степени участия в ОГП морских, речных и местных (физико-географических) факторов, в зависимости от района их проявления рассматриваемые процессы можно дополнительно разделить на речного, морского и местного происхождения, на образующиеся, или достигающие наибольшей интенсивности на устьевом участке и взморье (рис. 2, 3). По происхождению ОГП можно дополнительно делить на исключительно природные или антропогенные, либо природно-антропогенные.

Во-вторых, ОГП различают по внезапности возникновения, продолжительности развития и существования. Они могут быть практически мгновенными (секунды, минуты), кратковременными (от нескольких часов до 1,5–2 недель, с делением на 3 масштаба времени), сезонными или внутригодовыми, многолетними (от одного года до нескольких лет) и внутривековыми (от одного до нескольких десятилетий) или проявляться в масштабах исторического времени (рис. 4). При сравнении ОГП по временным критериям учитывают также случайность или систематичность, эпизодичность или периодичность их возникновения.

В-третьих, ОГП различают по размерам охваченной воздействием территории (или акватории). Выделяют процессы локальные, районного масштаба, региональные, национальные, трансграничные, континентальные и глобальные. По характеру охвата и набору векторов измерения они могут быть точечными, линейными, пространственными и объемными.

В-четвертых, по тяжести воздействия (последствий) – по числу пострадавших и погибших, по масштабу разрушений, по степени и необратимости нарушения привычного уклада жизни людей и хозяйственной деятельности, по размеру материального и нематериального ущерба, по размерам зоны поражения, продолжительности и другим своим энергетическим характеристикам – процессы ранжируют от малоопасных (или небольших, неблагоприятных, легчайших и т.п.) до катастрофических (или выдающихся, уничтожающих и т.п.). По этому вопросу существует очень много подходов и градаций.

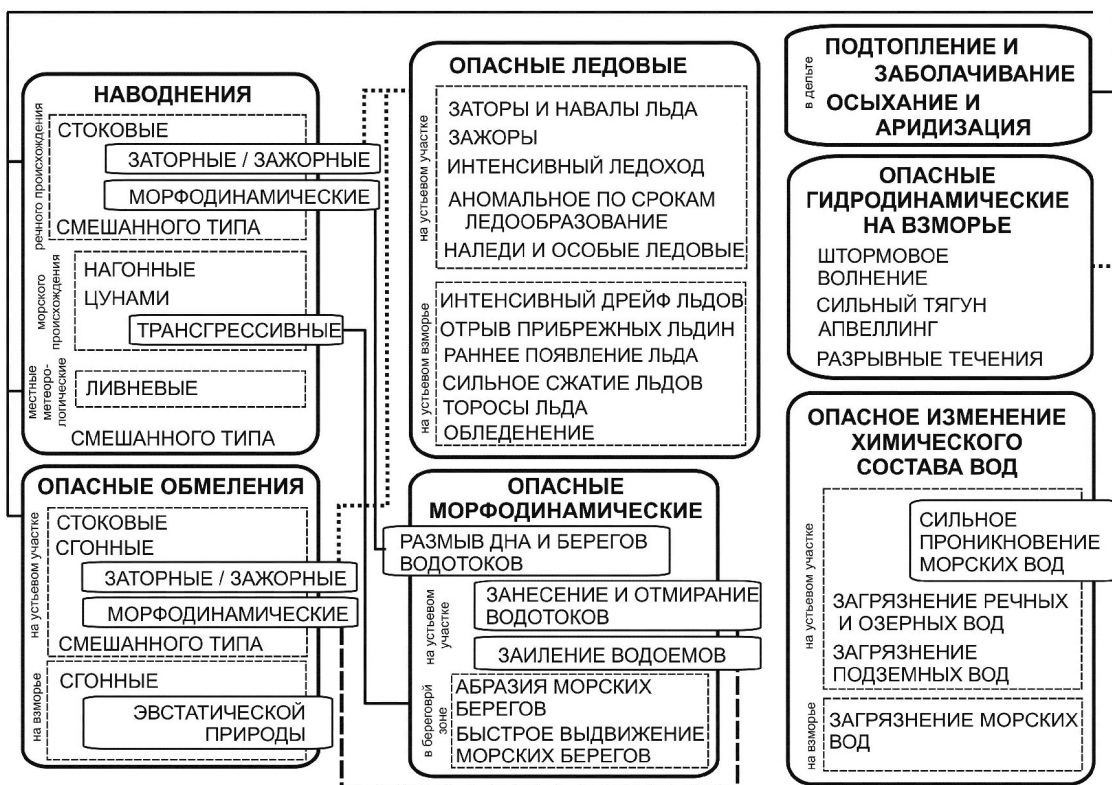


Рисунок 1 – Типизация опасных гидрологических процессов (явлений) в устьях рек и на морских побережьях

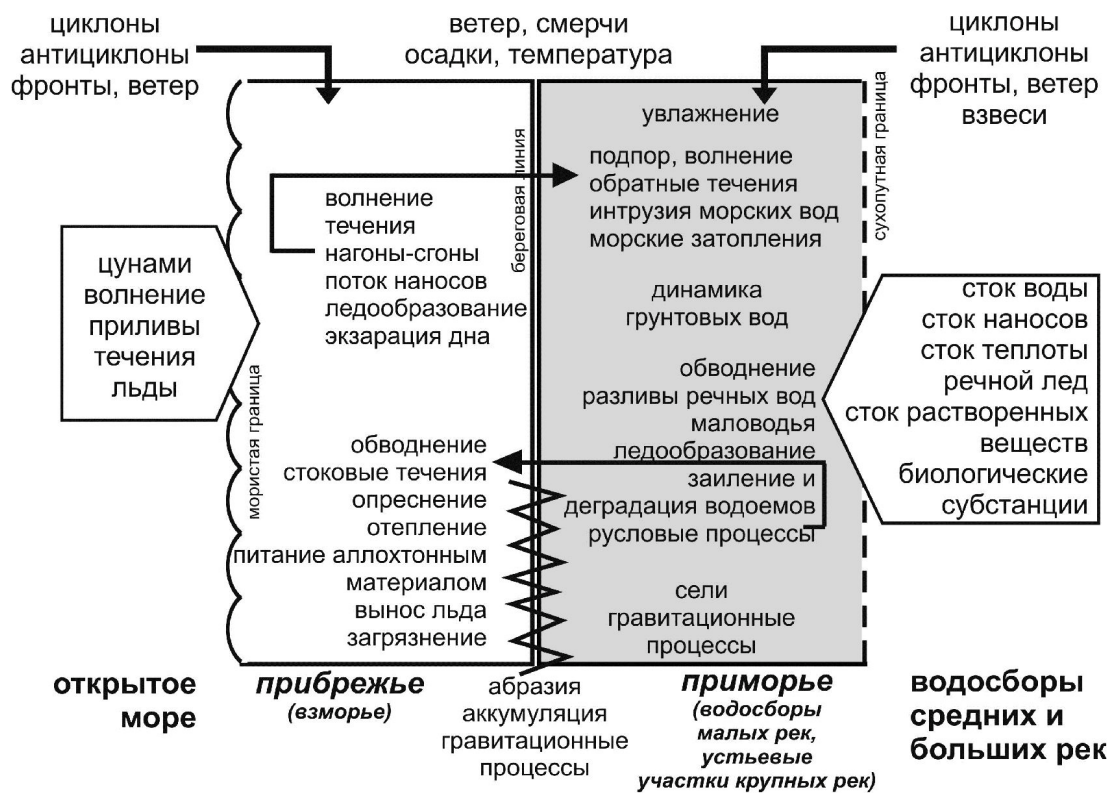


Рисунок 2 – Гидрологические процессы в устьях больших и средних по размеру рек (или на побережьях) и их источники

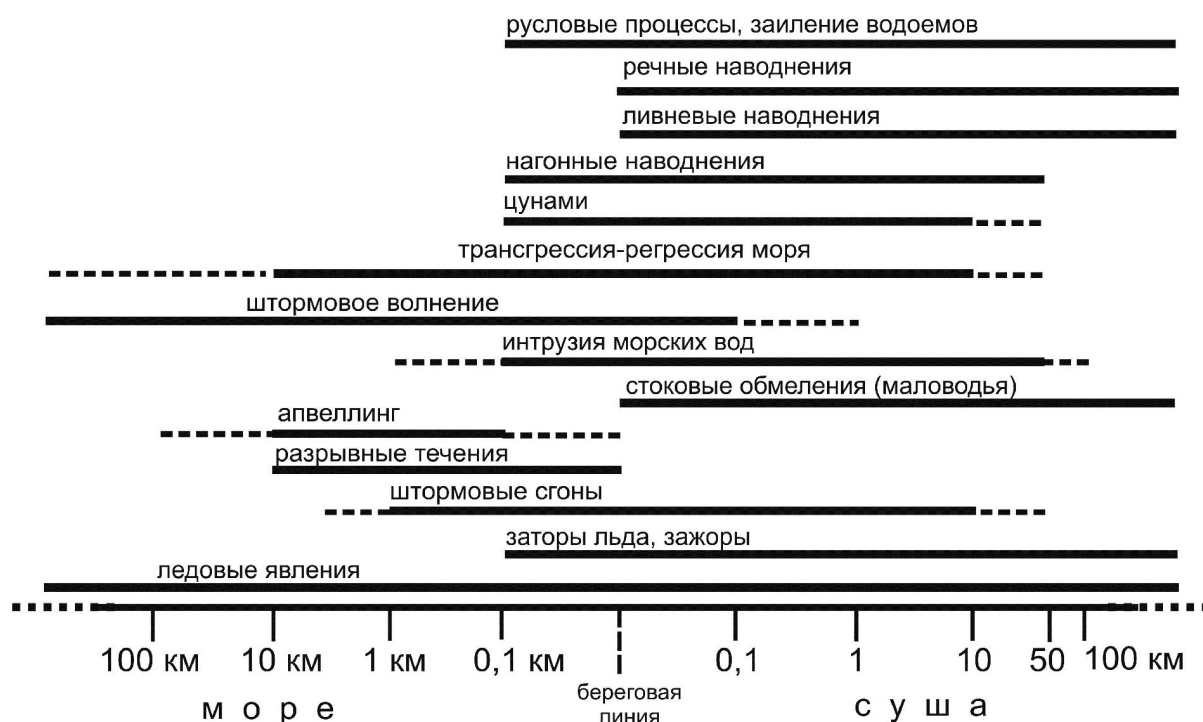


Рисунок 3 – Границы участков с разными опасными гидрологическими процессами в устьях рек

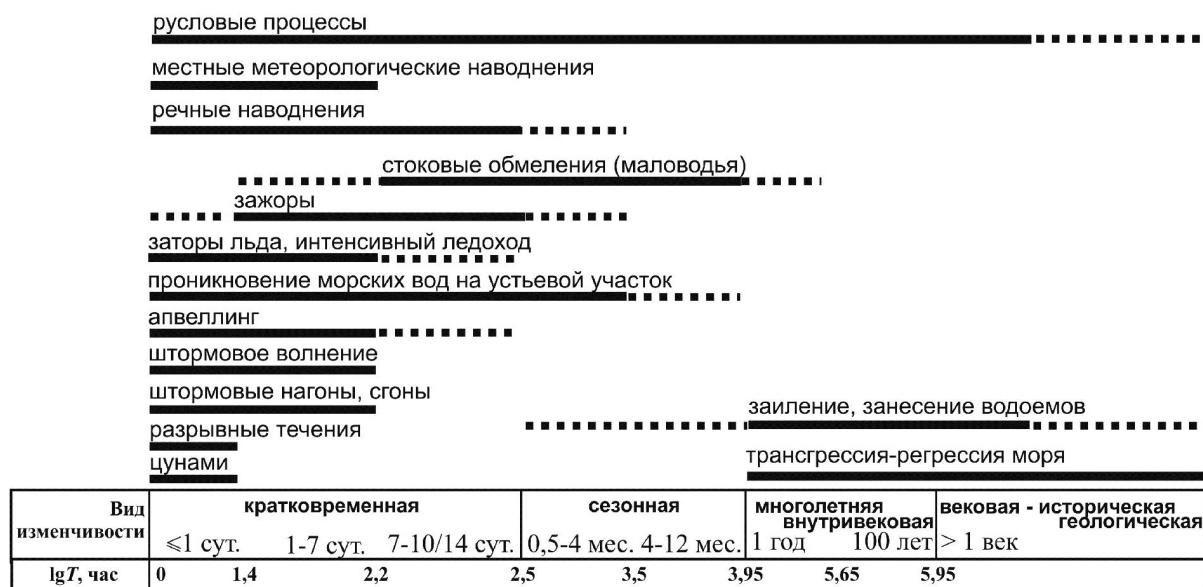


Рисунок 4 – Временные масштабы протекания опасных гидрологических процессов в устьях рек

Особенно опасными гидрологическими процессами, вызывающими наибольший ущерб, приводящие к человеческим жертвам, считаются речные наводнения, штормовые нагоны и цунами. Меньший ущерб связан с штормовым волнением, заторами льда, местными ливневыми наводнениями, длительным маловодьем, разрушением берегов, загрязнением природных вод. Еще менее опасными признаются, например, штормовые сгоны, подтопление, зажоры, обледенение морских судов и платформ; а малоопасными – проникновения морских вод на устьевой участок и апвеллинг. Безусловно, здесь перечислены не все ОГП.

3. Типы опасных гидрологических процессов в устьях рек

3.1. Наводнения

Наводнения сопровождают развитие человеческого общества с древнейших времен и по своей частоте, масштабам и разрушительным последствиям возглавляют список опасных природных процессов. Первое известное человечеству масштабное наводнение – библейский «всемирный потоп».

3.1.1. Вопросы терминологии и классификации

Термин «наводнение» – один из немногих, формулируемых именно с позиции конфликта человека и природы, где человек и результаты его деятельности чаще рассматриваются как потерпевшая сторона. Поразительна однозначность толкования термина «наводнения» в разных источниках, включая зарубежные, в то время как самому слову «наводнение» в той же англоязычной литературе есть несколько альтернатив. В отечественной практике сложность создает не всегда корректная замена термина такими понятиями, как «затопление», «заливание», «разливы», «высокие воды» и даже «подтопление». Подробно этот вопрос рассмотрен в [30]. В целом, под наводнением следует понимать временное затопление освоенной человеком территории, вызывающее отрицательные последствия социально-экономического и экологического характера, выражающиеся в материальном и нематериальном ущербе [12; 31; 32].

Но не все так просто! Так, в нормативных документах, разработанных Федеральной службой России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [25; 17], понятия «наводнение» нет! Есть очень большие расходы воды обеспеченностью менее 10 % и высокий уровень. Причем последний рассматривают и как опасное гидрологическое явление, и как некую критическую отметку, превышение которой ведет к затоплению речными водами пониженных участков местности, сельскохозяйственных угодий, автомобильных и железных дорог, к нарушению нормальных условий эксплуатации гидротехнических сооружений и хозяйственных объектов. Для каждого гидрологического поста и участка реки критические отметки индивидуальны. Их устанавливают местные службы, органы власти и заинтересованные организации и предприятия. Обычно назначают неблагоприятную, опасную и реже особо опасную отметки. Первая предполагает выход воды на пойму и начало затопления мало значимых объектов, вторая – начало затопления уже крупных хозяйственных объектов, элементов инфраструктуры, серьезное осложнение сельскохозяйственной деятельности и т.п., третья – затопление жилых зданий и важных хозяйственных объектов. Причем в [17], заменившем [25], понятие «высокий уровень» заменено на «половодье» и «паводки», что еще больше вводит в заблуждение даже специалистов, поскольку у этих понятий есть вполне конкретные, давно утвержденные определения, никак не связывающие их напрямую с ОГП. К сожалению, подобный подход встречается и в ряде документов МЧС [27].

Затопление водой земель, не сопровождающееся ущербом, следует считать заливанием [1; 33; 16]. Это более-менее регулярное гидрологическое событие, сопровождающее в естественных условиях и на неосвоенных территориях соответствующие фазы водного режима реки – половодье и паводки. Оно может, наоборот, формировать позитивный эффект, обводняя пойменные нерестилища, увлажняя и удобряя почву. То же можно сказать и о периодическом затоплении морскими водами приливной осушки. Синонимом «заливания» можно считать «разлив реки, озера» [12; 16].

Собственно же затоплением официально обозначают «образование свободной поверхности воды, или покрытие местности слоем воды той или иной высоты, в результате повышения уровня водотока, водоема или подземных вод, сильных дождевых осадков, а также при поливе сельскохозяйственных угодий, лиманного орошения» [34; 12; 35; 15; 16].

Непосредственная причина наводнений – достижение уровнем воды критической отметки $H_{\text{крит}}$, выше которой возникает социальный, экономический и экологический ущерб. Факторов, приводящих к опасному повышению уровня воды, много. Соответственно им и водным объектам предлагается выделять наводнения речные (сто-

ковые, заторные, морфодинамические), морского происхождения (нагонные, цунами, трансгрессивные), местные метеорологические и смешанного типа (рис. 1). Эту генетическую классификацию ОГП можно еще больше дробить и детализировать, например, указав сам процесс, фазу водного режим, время года и др. Кроме того, наводнения в устьях рек могут иметь исключительно природное, антропогенное или смешанное (природно-антропогенное) происхождение.

Обязательно в типизации наводнений необходимо учитывать его масштаб протекания и воздействия (интенсивность, магнитуду, пространственный охват), структуру и размер ущерба. В отечественной гидрологической литературе обычно различают небольшие, большие, выдающиеся и катастрофические наводнения, ставя их в зависимость от повторяемости, относительной площади, глубины и продолжительности затопления поймы, реке – размера и характера ущерба [36; 31; 37; 27]. Лучше всего этот подход апробирован в отношении наводнений на средних и больших равнинных реках. Четыре класса наводнений предложены в работах [38; 15]. Они различаются по генезису, обеспеченности максимального уровня или расхода воды, структуре и величине ущерба. В монографии [32] выделены уже 5 категорий наводнений, учитывающих количество человеческих жертв, эвакуированных лиц, денежную величину ущерба, площадь затопления: небольшие, средние, большие, катастрофические и исторические. В различных ведомствах, страховых компаниях, за рубежом используют порой отличные градации наводнений и ЧС, например Министерством регионального развития предлагается различать опасные затопления лишь по значениям глубины затопления [39].

Наводнения и вызывающие их гидрометеорологические факторы могут инициировать другие опасные процессы, например переформирование речных русел, подтопление, ослабление грунтов и оползни, ухудшение качества воды и др.

3.1.2. Речные наводнения

К ним относят стоковые, заторные и зазорные, морфодинамические и смешанного типа.

Стоковые наводнения – самые распространенные в устьях рек, особенно в прошлом. Они отражают специфику годового водного режима рек, подразумевающего наличие одной или нескольких многоводных фаз (половодья, паводков), связаны с прохождением в реке больших расходов воды $Q_{\text{макс}}$ и достижением максимальным уровнем $H_{\text{макс}}$ опасных отметок: $H_{\text{макс}} > H_{\text{крит}}$. Обязательным условием отнесения наводнений к этому типу служит отсутствие в речном русле значительных подпорных эффектов, например со стороны заторов льда, заломов древесины, нагонов на взморье и др.

$Q_{\text{макс}}$ могут формироваться в период таяния сезонного снежного покрова, высокогорных снегов и ледников, вследствие обильного выпадения на водосборе дождевых осадков, при смешанном участии талых снеговых и дождевых вод. Для небольших горных и полугорных рек с очень небольшим временем добега, в случае ливневых осадков, разрушения водяных смерчей паводки могут трансформироваться во внезапные и очень опасные наводнения, именуемые за рубежом «flash flood» [40; 41]. Иногда причиной резкого и катастрофического увеличения Q в реке становится прорыв (спуск) завальных и ледниковых озер («прорывные наводнения»), аварийные сбросы из водохранилищ или прорыв гидротехнических сооружений напорного фронта («техногенные наводнения»). Они быстроразвивающиеся и разрушительные, с дополнительным поражающим фактором – мощным ударным воздействием волны прорыва, с большими объемами вовлеченных в поток наносов и мусора. Мгновенные дождевые и прорывные паводки и наводнения могут иметь селеподобный (селевидный) вид. Но их нельзя квалифицировать как сели, поскольку для этого процесса в селеведении определены вполне четкие критерии. В частности, такими критериями служат содержание взвесей в селях (селевых потоках) – от 10 до 75 % объема селевой смеси, плотность – от 1100 до 2500 кг/м³ [12; 42]. Это противоречие особенно стало заметно после недавней серии крупных наводнений на небольших реках Северного Кавказа.

Размеры стоковых затоплений зависят, в первую очередь, от величины и продолжительности максимальных расходов воды, морфологии русла и поймы, их пропускной способности, высоты прирусловых валов, защитных и регулирующих сток сооружений. От года к году эти факторы могут изменяться – в силу многолетней есте-

ственной изменчивости стока воды, русловых переформирований, колебания уровня моря и под влиянием хозяйственной деятельности.

Негативный эффект стоковых наводнений в устьях рек увеличивается с размером реки, интенсивностью и продолжительностью самого события, при низких высотных отметках поймы, слабой защищенности территории и объектов, несвоевременной информированности и эвакуации населения.

Заторные и зажорные наводнения возникают по причине большого сопротивления беспрепятственному движению речных вод со стороны ледяных заторов и зажоров, т.е. в условиях подпорного эффекта. В результате уровень воды выше затора, даже при сравнительно небольших Q , может превысить $H_{\text{крит}}$. Ледяные заторы и зажоры образуются в руслах рек и дельтовых водотоков во время осеннего шугохода и ледохода, при вскрытии водотоков весной и весеннем ледоходе, дрейфе морских льдов в сторону устьев реки и дельтовых рукавов, их торошении на устьевых барах. Значительные заторные наводнения наблюдаются в случае мощных и устойчивых заторов при больших Q , сопутствующих весеннему половодью, зимним паводкам и интенсивному ледоходу. Поэтому обычно такие наводнения имеют смешанное происхождение и их следует называть стоково-заторными. Заторные и стоково-заторные наводнения бывают не только в устьях замерзающих и текущих на север рек, но и в устьях рек южных морей, несмотря на неустойчивый характер их ледового режима. Зажорные и стоково-зажорные наводнения присущи устьям рек, вытекающих из озер, зарегулированных крупными и недалеко расположенными водохранилищами.

Существование ледяных заторов непродолжительно (от 1 дня до нескольких суток), но причиняемый этими наводнениями ущерб нередко выше ущерба от стоковых наводнений: заторы плохо поддаются разрушению, наводнения происходят в холодное время года, при низких температурах воздуха и воды, интенсивном ледоходе. Отдельную опасность представляет давление и механическое воздействие больших масс льда на инженерные сооружения; навалы льда на берегах и эрозия берегов из-за подвижек и перемещения льдин в заторах; сильное понижение уровня воды ниже головы затора. Зажорные затопления обычно приходятся на конец осени и начало зимы, нередко завершаются замерзанием разлившейся речной воды в виде обширного ледяного поля.

В целом, для наводнений, развивающихся в условиях подпора (со стороны заторов льда, зажоров, заломов из древесины и мусора, скоплений обрушившихся в русло горных пород и ледниковых масс, берегового, или прибойного, вала) может быть применено еще одно определение – «подпорные наводнения».

К морфодинамическим наводнениям приводит прорыв шеек излучин, размыв берегов, прорыв прирусловых валов или защитных дамб, искусственные прокопы и прораны в берегах. Они происходят во время половодья и паводков, дополнительным условием могут служить заторы льда и интенсивный ледоход. Поэтому их сложно отделить от стоковых и стоково-заторных наводнений. Вероятность таких наводнений особенно велика в устьях рек, переносящих большое количество наносов, с легко размываемыми грунтами, находящихся в состоянии подпора со стороны приемного водоема, как например устья рек Каспийского моря во время подъема его уровня в 1978–1995 гг.

Речным наводнениям подвержены пойменные массивы вдоль основного русла реки и пониженные участки дельтовых угодий. Их продолжительность изменяется от нескольких суток до нескольких недель, а остаточные затопления могут сохраняться более длительное время. Основными характеристиками речных наводнений служат: 1) происхождение (генезис); 2) даты начала и окончания, сезон года; 3) максимальные уровень $H_{\text{макс}}$ и расход $Q_{\text{макс}}$ воды; 4) величина и продолжительность превышения максимальным уровнем критической отметки: $H_{\text{макс}} > H_{\text{крит}}$; средняя и максимальная глубины затопления Δh , 5) обеспеченность (p , %) $H_{\text{макс}}$ и $Q_{\text{макс}}$; многолетняя и сезонная повторяемость событий заданной величины; 6) интенсивность подъема уровня воды $\Delta H/\Delta t$, 7) площадь затопления $F_{\text{зат}}$; 8) продолжительность затопления $T_{\text{зат}}$, 9) наибольшие скорости руслового и пойменного потоков, 10) температура и мутность воды. Однако для прогноза и эффективного изучения речных наводнений, их градации, определения и ранжирования ущерба обычно используют минимальный набор рассчитываемых характеристик: $H_{\text{макс}}$ и $Q_{\text{макс}}$, p (%), $\Delta h = H_{\text{макс}} - H_{\text{крит}}$, $T_{\text{зат}}$ – поставляемых стационарной сетью наблюдений.

3.1.2. Наводнения морского происхождения

Морские наводнения за рубежом именуют прибрежными наводнениями («coastal floods, or inundations»). К ним относят нагонные наводнения, цунами-наводнения и реже – наводнения, связанные с относительно быстрой трансгрессией приемного водоема.

К нагонным наводнениям приводят штормовые нагоны воды со стороны моря. Штормовой нагон – это значительное повышение уровня воды в прибрежной зоне моря и соответственно на устьевом взморье реки под воздействием нагонного ветра, часто приводящее к размыву и разрушению грунтов, затоплению территории побережья и подпору воды в реках [26; 25; 17].

Различают несколько факторов возникновения штормовых нагонов [43]. Первая и наиболее традиционная ситуация – это относительно длительное сохранение над морем и прибрежной зоной благоприятного для мощного нагона воды ветрового режима: сильных ветров нагонного, или эффективного, направлений. Штормовой ветер и волнение, сильные течения, переформирование дна в судоходных каналах формируют дополнительные ущербы. Второй механизм формирования нагонов связан с быстрым перемещением над морем глубокого циклона и формированием им длинной свободной волны. Перемещаясь в сторону суши и деформируясь на мелководье, в проливах и заливах, она вызывает интенсивное повышение уровня воды даже при отсутствии сильного ветра. Такие волны и индуцированные ими нагоны еще называют метеорологическими приливами, или метеорологическими цунами. Они развиваются по более спокойному сценарию, сопровождаются меньшим динамическим воздействием на объекты, берега и речные русла. Иногда приливная, ветровая, длинноволновая и сейшевая составляющие складываются, формируя наиболее опасные нагонные наводнения. Есть еще третья составляющая – статическая реакция уровенной поверхности моря на изменения атмосферного давления при прохождении циклона, эффект так называемого «обратного барометра». Но ее вес невелик.

Чаще всего штормовые нагоны и нагонные наводнения бывают поздней осенью, в период усиления циклонической активности и соответственно ветров. Нагоны особенно опасны в устьях рек с мелководным взморьем, с пологими и невысокими берегами, при полузакрытых устьевых взморьях с низменными берегами. В случае приглубых взморьев и низменных, с большими уклонами берегов, речь идет не о нагонах, а о штормовых нагонных накатах. Существенным препятствием для развития нагонных наводнений является ледостав на устьевом взморье.

Цунами-наводнения вызывают волны цунами – морские, гравитационные, длинные волны (единичные, чаще серией) сейсмического, или вулканического происхождения [26; 14; 44; 25; 16]. Мощные цунами приводят, как правило, к более высоким, по сравнению со штормовыми нагонами, очень быстрым и кратковременным подъемам уровня воды на устьевом взморье. В результате происходит катастрофическое и разрушительное затопление устьевой суши и низменных побережий, с большими скоростями и реверсивным характером перемещения огромных масс воды и захваченных потоком наносов и различного «мусора». Длится цунами-наводнение относительно недолго – от нескольких десятков минут до часа и более. Поражающие факторы цунами – удар волны, гидродинамическое давление потока воды, размывание грунтов, затопление территории, подпор воды в реках [45].

Причинами цунами могут быть землетрясения (95 % случаев), вулканические извержения взрывного характера, подводные склоновые смещения больших масс горных пород, падение метеоритных тел, подводные атомные взрывы [14; 44]. К цунами можно отнести и так называемые «волны вытеснения» в озерах и водохранилищах, морских заливах при внезапном обрушении в них большого объема горных пород, или ледниковых масс [30]. Высота волн цунами в открытом океане не превышает 1–2 м [14; 44]. У побережья она составляет от нескольких десятков сантиметров до 50 м. Скорость распространения волны цунами – сотни километров в час; максимальная скорость реверсивных течений на затопленной суше – свыше 20 км/ч. В сознании не специалиста, цунами – это всегда стихийно-разрушительное явление, тогда как опасность представляют только очень высокие волны, сравнительно редкой повторяемостью. К

сожалению, такой взгляд, или по крайней мере некорректную трактовку понятия, можно встретить и в серьезных трудах [24; 17].

Наводнения, связанные с трансгрессией приемного водоема, не могут считаться обычными наводнениями. Это, по сути, длительный процесс (или совокупность процессов), связанный либо с опусканием суши, либо с поднятием морского дна, либо с эвстатическим изменением уровня моря. Причем затопление суши происходит не только вследствие повышения уровня моря и разлива морских вод (пассивное затопление), но и вследствие переработки и абразии берегов (активное затопление).

К трансгрессивным затоплениям население и производственная сфера, как правило, успевают адаптироваться. Тем не менее они приводят к различным ущербам из-за необходимости переноса объектов, инфраструктуры и проведения защитных мероприятий, вынужденного переселения людей, потери ценных приморских угодий, активизации других опасных процессов, например подтоплений. Очень быстрое наступление вод приемного водоема характерно лишь для устьев озерных рек и впадающих в Каспийское море [46].

Морские наводнения охватывают приморскую полосу побережья и пологие и невысокие берега устьев рек. Для побережий с крутыми и высокими берегами морские наводнения серьезной угрозы не представляют, но устьевые участки рек и дельты, как правило, к ним не относятся. Этим наводнениям благоприятствуют отмельность прибрежной зоны, сужение эстуария к своей вершине, совпадение во времени нескольких процессов, приводящих к росту уровня, одинаковая ориентация устья и доминирующих в течение года сильных ветров и др. Кроме того, морские воды наиболее далеко проникают на приморских участках, занятых водоемами и болотами, слабо заросших кустарниковой и тростниковой растительностью, не защищенных дамбами, дорожными насыпями и т.п. Но затопление во время нагонных и цунами наводнений обеспечивают не только морские, но и подпертые речные воды. Помимо затопления территории и объектов, цунами и штормовые нагоны интенсифицируют размыв и разрушение берегов, эрозию почвогрунтов, приводят к засолению почв и ухудшению их плодородия, осолонению подземных и поверхностных вод.

Основные гидрологические характеристики морских наводнений примерно те же, что и у речных, за исключением расходов воды. В то же время, для штормовых нагонов важное значение также имеют сведения по: 1) силе, направлению и длительности ветров; параметрам ветрового волнения, скоростям течения, 2) величине нагона (рассчитывается относительно среднемноголетнего месячного уровня, или предшествующего нагону уровня), 3) глубине проникновения морских вод и длине морских берегов, подвергшихся затоплению. При анализе распространения нагонного повышения уровня в реку и рукава дельты важно знать также расход воды Q и стоковый уклон водной поверхности в период, предшествующий событию. Для цунами важной дополнительной информацией, помимо перечисленного, являются сведения об эпицентре землетрясения, магнитуде цунами вблизи ее источника, скорости распространения и периоде волны. Для штормовых нагонов обычно выделяют 4 градации опасности, для цунами – от 5 до 6 [24; 30; 44].

3.1.4. Местные метеорологические наводнения

Эти наводнения вызываются местными метеорологическими, гидрогеологическими и другими физико-географическими факторами. Их стали выделять относительно недавно в связи с учащением сильных ливневых затоплений урбанизированных территорий и ростом ущерба. Основные здесь наводнения ливневого генезиса. К ним приводит сочетание выпадающих над освоенными районами интенсивных или продолжительных дождей и «неспособности» территории быстро отвести дождевую воду в поверхностные и подземные водные объекты. Последнее происходит по разным причинам. Либо дождевые воды не успевают впитываться в почву и сбрасываются в гидрографическую сеть из-за их ливневого характера, либо отсутствуют условия для их впитывания в уже водонасыщенные почвогрунты. Иногда оттоку дождевых вод и сбросу их в русловую сеть и приемный водоем препятствуют малые уклоны поверхности, например в дельтах рек, а также защитные дамбы и валы вдоль русел рукавов,

дорожные насыпи. Критерии неблагоприятных и опасных осадков, общедоказательные и региональные, Росгидрометом разработаны [17].

Масштаб ливневых наводнений возрастает в городах (с измененным характером поверхности и, по сути, с ограниченной инфильтрации в почвогрунты), при плохом функционировании ливневой канализации. Поэтому в явной и опасной форме они встречаются именно в населенных пунктах, их повторяемость увеличивается с ростом площади урбанизированных территорий. Неслучайно за рубежом их относят к категории «городских наводнений» («urban floods, or inundations»), в которую некоторые источники включают и другие наводнения, которые происходят в городах [40]. Хотя это и не всегда верно. В зарубежной литературе есть еще одно понятие, обозначающие такие наводнения – «дренажные наводнения».

Они характеризуются слоем, интенсивностью и продолжительностью осадков, глубиной залегания грунтовых вод, площадью, глубиной и продолжительностью затопления, скоростями и направлением стекания дождевых вод в русловую и дренажную сеть.

Часто ливневые и стоковые наводнения совпадают во времени, особенно в бассейнах небольших рек, поскольку их генерирует один и тот же циклон или атмосферный фронт. В результате затопление освоенной территории происходит как дождевыми водами (порой в виде мощных склоновых потоков глубиной до нескольких десятков сантиметров), так и речными водами. И разделить их невозможно. В этом случае речь идет уже о смешанном типе наводнений. Он довольно распространен на Дагестанском и Черноморском побережьях России. За рубежом их обозначают «pluvial inundations».

3.2. Опасные обмеления

Возникают в случае снижения уровня воды ниже критической отметки, или в связи с критическим уменьшением глубин. Последнее может и не иметь отношения к колебаниям уровня воды, а быть следствием аккумуляции наносов и повышения отметок дна в речном русле, озере, судоходной или рыбоходной прорези на устьевом взморье. Опасные обмеления традиционного типа сопровождаются продолжительными маловодья, сильные ветровые сгоны, реже – мощные зазоры и заторы, образовавшиеся выше по течению, быть результатом протекания нескольких процессов (рис. 1). Обычно они не приводят к человеческим жертвам, но ущерб от них может быть очень большим.

3.2.1. Штормовые сгоны

К штормовым сгонам относят значительные снижения уровня воды в реке, дельтовых рукавах и на устьевом взморье, вызванные либо непосредственным воздействием сильных ветров сгонного направления на водную поверхность, либо вследствие сейшевых колебаний уровня поверхности моря [24; 17; 25]. Это непериодический процесс.

Штормовые сгоны неблагоприятны для хозяйственной деятельности, хотя и не в такой степени как штормовые нагоны, создают помехи для судоходства и работы водозаборов, негативно влияют на рыбное хозяйство и, в целом, аквальные биоценозы. Сгоны сопровождаются осушением (в той или иной степени) части приморской суши и русел. Масштабы этого и в целом последствий от сгонов возрастают в условиях отменной прибрежной зоны, продолжительных и сильных ветров сгонного направления, «благоприятной» для ветров ориентации устья, залива и моря. На приглубом взморье ветровой сгон, т. е. связанный с перемещением больших масс воды, может приводить к подъему более соленых и холодных глубинных вод, т.е. к апвеллингу. Препятствием для развития сгонов служат обширные устьевые баровые отмели [1]. В сравнении с нагонами, продолжительность сгонов в среднем больше, спад уровня более плавный, величина обычно меньше. Основными гидрологическими характеристиками штормовых сгонов являются во многом те же, что и у штормовых нагонов, только с обратным знаком и значением. При ранжировании сгонов по степени опасности обычно используют 2–3 градации.

3.2.2. Маловодья

Серьезную опасность для природных систем, населения и хозяйственного комплекса устьевых областей рек, особенно на юге, представляют маловодья и гидроло-

гические засухи. Маловодье – неблагоприятный и даже опасный гидрологический процесс, вызываемый длительным дефицитом речных и нормативно чистых вод, стоковым снижением уровня воды в реке и рукавах, а также в водоемах, до неблагоприятных и опасно низких отметок [24; автор статьи]. В [25; 17] оперируют другими терминами – низкая межень, или низкий уровень воды продолжительностью не менее 10 сут., а также очень малые расходы воды обеспеченностью не менее 90 %. Причем понятие «низкий уровень» распространяется на случаи критического падения уровня воды как в реках, так и в других водных объектах. В гидроэкологии и рыбохозяйственной отрасли научно обоснована и введена в употребление своя система важных понятий, заменяющих не всегда количественно определенный термин «маловодье»: «минимально допустимый», «экологически допустимый», «экологически предельно допустимый», «экологически критический» и «экологически катастрофический» сток воды реки [47; 16]. Они обозначают некое обязательное количество воды, необходимое для обеспечения экологического благополучия водного объекта, его обитателей и околородных экосистем, а также для поддержания необходимых условий водопользования. Снижение стока воды ниже этих величин вызывает те или иные негативные последствия.

Естественные причины маловодий – это продолжительное (от нескольких недель до нескольких лет) сохранение жаркой и сухой погоды. В этих условиях происходит истощение запасов воды в русловой сети, водоемах и подземных водоносных горизонтах, иссушение верхнего наиболее плодородного слоя почвы, развитие почвенной засухи. Нередкими становятся пыльные бури, сопровождающиеся возрастающими потерями для почвенного покрова и растениеводства. Чаще маловодья случаются в меженные периоды, но маловодными могут быть и низкие половодья с недостаточными объемами стока и заливанием пойменных лугов и нерестилищ. Негативные последствия дефицита воды усиливаются в случае серии маловодных лет и при крупном хозяйственном изъятии части водного стока.

Экстремально негативной формой длительного маловодья является пересыхание малых рек и дельтовых водотоков. Пересыхание водотока – полное прекращение стока в речном русле. Оно наступает тогда, когда на фоне большой водопоглощающей способности почвы выпадение дождей не формирует сколько-нибудь значительного поверхностного стока и пополнения запасов дренируемых рекой подземных вод. Они истощаются на грунтовый сток, испарение и просачивание ниже зоны дренирования [12]. Более крупные реки в период пересыхания разбиваются на ряд разобщенных между собой плесов.

Маловодья нарушают нормальный режим водоснабжения населения и промышленных предприятий, затрудняют функционирование оросительных систем и водного транспорта. Они сопровождаются снижением урожайности сельскохозяйственных культур, приводят к уменьшению степени обводнения дельтовых водоемов и увеличением солености воды на устьевом взморье, ослаблением сопротивления реки к проникновению на устьевой участок морских вод, приливных и нагонных колебаний уровня. В условиях дефицита воды ухудшаются разбавляющая способность и качество природных вод, условия обитания гидробионтов, происходит массовое размножение насекомых-вредителей и ухудшается эпидемиологическая обстановка. Но необходимо понимать, что разных участников водохозяйственного комплекса, в разные водохозяйственные сезоны понимание маловодья свое: по объемам стока и продолжительности периода с требуемыми расходами воды.

Размеры ущерба при маловодьях зависят от величины и продолжительности уменьшения Q в реке и дельтовых водотоках, истощения запасов воды в водоемах и болотах дельты, снижения уровня подземных вод, гарантированного объема водопотребления и естественных потребностей устьевых биоценозов в воде. Наиболее подвержены маловодьям устья южных рек России. В устьях крупных транзитных рек, в сравнении с малыми, маловодья случаются реже и не такие глубокие. Это же наблюдается у зарегулированных рек.

Главными характеристиками маловодий являются: 1) минимальный объем стока и расходы воды $Q_{\text{мин}}$ при разном периоде осреднения (сутки, 10 сут., 30 сут.), их обеспеченность p (%), 2) минимальные уровни в водотоках $H_{\text{мин}}$ и их обеспеченность, 3) величина различия $H_{\text{мин}}$ и $H_{\text{крит}}$, 4) продолжительность и сезонность.

3.2.3. Особые виды опасных обмелений

Обмеления и какие-либо ущербы из-за образования на выше расположенных участках реки зажоров или заторов льда – редкие, не очень продолжительные и незначительные по величине в устьях рек события. Автор встретил в литературе лишь несколько упоминаний о крупных обмелениях (в прошлом) в связи с выше указанной причиной – на устьевом участке р. Невы.

Особое место в перечне рассматриваемой группы процессов занимают обмеления в прибрежной зоне по причине поднятия дна или эвстатического падения уровня моря. Как и в случае с трансгрессией моря, это больше геологический процесс. Но есть и исключения. Например, сравнительно быстрые понижения уровня воды присущи озерам, особенно бессточным, Аральскому и Каспийскому морям. В последнем случае неблагоприятный характер для населения, производственной деятельности и объектов, береговых и устьевых экосистем этот процесс приобрел в период с 1930 по 1977 г.

3.3. Опасные ледовые процессы и объекты

На устьевом участке реки, включая дельту и ее водотоки, – это образование внутриводного льда и шуги, заторы льда и зажоры, интенсивный ледоход, аномальное по срокам ледообразование и позднее вскрытие судоходной реки, наледи, особые ледяные образования и явления повторяемостью не чаще 1 раза в 10 лет, наносящие ущерб хозяйственным объектам, осложняющие ведение хозяйственной деятельности: навалы льда на берегах вблизи населенных пунктов, гидротехнических, портовых и других сооружений, массовое образование внутриводного льда вблизи ГЭС и водопроводов, промерзание до дна водотоков и водоемов [51; 25; 17]. Нередко одно ледовое явление переходит в другое. На устьевом взморье перечень таких процессов и объектов включает интенсивный дрейф льдов, отрыв прибрежных льдин в местах выхода на них людей и вынос их в море, раннее появление льда, непроходимые на судовых трассах и в районах промысла льды, сильное сжатие льдами, обледенение морских судов и платформ, ледяные завалы и торосы.

Они характерны для всех устьев страны, в том числе южных. В зоне их влияния находятся объекты и хозяйственная деятельность на акватории, по берегам рек и морей. Но в случае нарушения, например, работы ГЭС или водозаборных сооружений территориальный охват и ущерб от их проявления существенно увеличивается. Опасные ледовые процессы и объекты могут напрямую наносить ущерб, оказывая статическое и механическое воздействие на берега и дно рек, озер и морей, на сооружения, напрямую ограничивая водопользование, так и быть причиной возникновения других ОВП, например наводнений. Наиболее опасными считаются зажоры и ледяные заторы. Их относят к гидродинамически опасным объектам, которыми называют сооружения или естественные образования, создающие разницу уровней воды до и после него [24].

3.3.1. Зажоры и заторы льда

Зажор – скопление в русле реки рыхлого ледяного материала (комьев шуги, внутриводного и мелкобитого льда), вызывающее стеснение водного сечения потока и связанный с этим подъем уровня воды выше и спад уровня ниже по течению [13; 17; 12]. Зажор формируется обычно поздней осенью и в начале зимы, перед кромкой продвигающегося вверх по течению ледяного покрова.

Зажоры на средних реках вместе с шугой и внутриводным льдом нарушают работу водозаборных станций и ГЭС, забивая водопропускные отверстия, снижая напор, но не приводят к масштабным наводнениям. На крупных реках с быстрым течением, вытекающих из озер, в нижних бьефах водохранилищ, зажорные уровни могут быть значительными, как и генерируемые ими затопления и наводнения. Пример – устьевой участок р. Невы. Зажоры создают опасные последствия гораздо реже, чем заторы льда.

Затор льда, или ледяной затор – многослойное скопление крупных и мелкобитых льдин в речном русле, образующееся преимущественно во время весеннего ледохода, стесняющее живое сечение русла и вызывающее подъем уровня воды на участке и выше затора [50; 49; 13; 17; 12; 48]. Осенние и зимние заторы наблюдаются редко. Затор состоит из замка затора, головы (собственно затора) и хвостовой части. Опасен

не только заторный подъем уровня воды, динамическое и статическое давление и воздействие ледяных масс на берега и сооружения, но и резкий прорыв мощного затора с формированием волны прорыва.

Причин и условий, порождающих заторы, много и почти все они в той или иной мере присутствуют в устьях рек [49; 2]. Их объединяют в 5 основных групп: морфологические, гидравлические, гидрографические, гидрометеорологические и антропогенные. В целом же, для образования ледяных заторов необходимы сравнительно большие массы льда при ледоходе (чего предостаточно в устьях рек, куда поступает речной лед со всего бассейна) и наличие препятствий для движения льдин (в устьях рек их даже больше, чем на обычных речных участках). Кроме того, устьевым участкам присущи переломы уклонов водной поверхности.

В устьях южных рек ЕЧР сочетаются условия и факторы, как уменьшающие, так и увеличивающие вероятность образования заторов льда. К первым можно отнести: мягкие зимы и, как следствие, иногда отсутствие ледостава и ледохода, часто редкий и непродолжительный ледоход, небольшая толщина льда; вскрытие реки и рукавов на ранней стадии весеннего половодья при относительно небольшой водности и сильно разрушенном солнечной радиацией ледяном покрове, с продвижением вверх по реке. Наоборот, способствуют заторообразованию наличие большого ледосборного участка выше устья, резкое уменьшение уклона водной поверхности, паводки зимой, разновременность вскрытия реки и дельтовых рукавов, своеобразные особенности морфологии и морфометрии реки и рукавов, засоренность русел подмытыми и упавшими в воду деревьями, мелководные устьевые бары и торшение на них речного и морского льда. В устьях северных рек существенно меньше факторов, противодействующих заторообразованию. Наоборот, дополнительно способствуют образованию заторов, причем очень мощных, вскрытие ледяного покрова реки от верховьев к низовьям и многочисленные зажоры осенью, мощный ледяной покров и др.

Основными характеристиками заторов и зажоров служат [49; 51]: 1) повторяемость заторообразования (в течение года и за многолетний период); 2) максимальный уровень воды $H_{\text{макс}}$ и величина заторного повышения уровня воды $\Delta H_{\text{затоп}}$ (она же характеризует мощность затора/зажора), его обеспеченность p (%); 3) даты заторов, длительность, 4) местоположение участков заторообразования; 5) толщина затора/зажора и зашугованность русла, количество льда и расход шуги, протяженность затора/зажора и др. Неотъемлемой частью мониторинга заторообразования должны быть наблюдения за температурой воздуха, силой и направлением ветра, за ледовой обстановкой, уклонами водной поверхности и скоростями течения, расходами воды, за сопутствующими заторам (зажорам) гидрологическими явлениями.

3.3.2. Другие опасные ледяные объекты и ледовые процессы

В отношении других опасных ледовых процессов и объектов можно кратко указать следующее. Раннее ледообразование – экстремально раннее появление льда и образование ледостава на судоходных реках, озерах и водохранилищах [17]. Дата раннего ледообразования для конкретного пункта назначается исходя из повторяемости этого события не чаще одного раза в 10 лет. В последнее время, из-за потепления климата и «смягчения» зим, неблагоприятным процессом становится, наоборот, позднее ледообразование, мешающее налаживанию ледовых переправ через реки, усиливающее осеннее зажорообразование и вероятность образования на этом участке заторов льда.

Наледь – слоистый ледяной массив в крупных подземных полостях, на поверхности земли и льда, в русле реки и на инженерных сооружениях, образовавшийся при замерзании периодически изливающихся природных (речных и подземных) и техногенных вод [39; 16]. Наледи широко распространены в районах присутствия многолетнемерзлых пород, с очень суровыми и малоснежными зимами, промерзанием рек, близким залеганием к поверхности подземных вод, со значительными площадями обломочных рыхлых отложений, с проявлением активной новейшей разломной тектоники. Иногда их появлению и развитию способствует техногенная деятельность. Наледи также образуются вследствие замерзания на берегах морских и озерных вод во время штормового волнения, нагонов, приливов. Наледи считаются опасными, если угрожают

постройкам, коммуникациям и затрудняют движение транспорта [25]. Эти критерии устанавливают УГМС (ЦГМС) в зависимости от эксплуатационных характеристик объектов [25]. Известны случаи, когда взрывы речных наледей приводили к гибели людей. Вместе с тем наледи рассматриваются и как природный ресурс: некоторые наледи существуют много лет и служат источником воды в летнее время [16]. Градации по размерам наледей, которые в том числе учитываются и в строительной практике, приведены в [24; 39; 16].

Сильное сжатие льдов – сжатие льдов в море, препятствующее безопасному проходу судов на морских трассах, используемых и зимой. Рассматривается степень сжатия льдов 3 балла и более [25]. Интенсивный дрейф морских льдов – дрейф больших ледяных полей (не менее 500 м в поперечнике) со скоростью не менее 1 км/ч [17]. Обледенение судов – быстрое и очень быстрое (при скорости нарастания корки плотного льда на конструкциях судна 2 см/ч и более) обледенение палубных конструкций судов, приводящее к переворачиванию судов в силу смещений их метacentра [17].

3.4. Интрузия морских вод в эстуарии и на устьевой участок

Это типично устьевой гидрологический процесс. Его характеризует сильное, на значительное расстояние проникновение морских вод (соленостью свыше 1 ‰) в реки, дельтовые водотоки, пресные водоемы, горизонты подземных пресных вод суши, создающее угрозу нормальному водоснабжению, пресноводным организмам [25; 16; с изменениями автора]. Для каждого устья критическая дальность проникновения и величина солености индивидуальны. Нет и единой предельной величины солености $S_{кр}$. Вода обычно признается питьевой, причем хорошей и удовлетворительного качества, если ее $S < 1 ‰$. Но воду еще разрешено считать питьевой, если ее соленость находится в диапазоне от 1 до 1,5 ‰ (допустимая для питья) и даже с величинами 1,5 ÷ 2,5 ‰ (допустимая для питья по необходимости) [52]. В промышленном и сельскохозяйственном водоснабжении предельные значения солености неодинаковые, но для оборудования, осуществляющего забор воды, в том числе на питьевые цели, $S_{кр} = 1 ‰$. Пресноводные аквальные биоценозы могут существовать при $1 ‰ < S < 5 ÷ 8 ‰$ [53], но недолго.

Интрузия морских вод способна не только нарушить водоснабжение предприятий и населения (вследствие ухудшения качества воды по минерализации и химическому составу, из-за повышения агрессивных свойств воды), ухудшить условия существования пресноводных организмов, но и привести к усилению в зимний период зажорных явлений вследствие образования в воде внутриводного пластинчатого льда, к заилению отдельных участков судоходных каналов из-за изменений условий транзита взвеси, к засолению почвы дельтовых островов и полей в результате инфильтрации морских солей в грунты и др. Негативное воздействие усиливается со снижением речного стока, ростом приливной и нагонной активности, градиента плотности вод в зоне смешения, после углубления устьевых баров, в устьях и на побережьях с интенсивной откачкой подземных вод и снижением их гидравлического напора [54; 55; 1]. Уменьшают дальность и возможность проникновения морских вод ледяной покров, мелководность, закрытость и заполненность речными водами устьевого взморья, обширный и мелководный устьевой бар.

Характер проникновения морских вод в устья рек во времени можно разделить на три типа: 1) кратковременные, связанные с нагонными и приливными явлениями, внутренними волнами (может быть очень резким и быстрым); 2) сезонные, обусловленные сменой гидрологических сезонов и изменением водности реки, изменением штормовой активности; 3) многолетние, сопутствующие процессам дельтообразования, региональным гидроклиматическим изменениям и повышению уровня моря, антропогенным воздействиям на сток и русла водотоков. Признаки ОГП носят первые 2 типа. В зависимости от характера смешения речных и морских вод в русле возможны три типа проникновения осолоненных вод [1]: 1) при полном перемешивании по вертикали и слабой стратификацией вод, 2) при частичном перемешивании и умеренной стратификации вод, 3) в виде клина осолоненных вод.

К основным характеристикам ОГП можно отнести: 1) дальность проникновения осолоненных вод l_s ; 2) изменения солености воды во времени, по глубине и длине водотоков ΔS ; 3) расходы воды в водотоках Q ; 4) ветровые условия и фазы прилива,

уровень воды на взморье. Градации опасности интрузий соленых вод практически не разработаны.

В этой статье не рассматриваются другие опасные гидрологические явления, связанные с изменением химического состава природных вод в устьевой области реки и ухудшением их качества. Это обширная тематическая область, изучению которой посвящены огромное число работ и отдельные исследовательские направления в различных научных дисциплинах.

3.5. Негативные изменения уровня грунтовых воды

Самый распространенный в этой группе опасный процесс – подтопление. Это длительный гидрогеологический процесс, с какого-то момента времени начинающий негативно влиять на качество жизни населения, хозяйственную деятельность и объекты экономики, естественные биогеоценозы. В синтезированной трактовке [26; 34; 45; 15; 35; 39; 18], подтопление – опасный, комплексный гидрогеологический процесс, характеризующийся устойчивым повышением уровня грунтовых вод (напоров) и увлажнением грунтов зоны аэрации (до значений, превышающих критические), нарушающим нормальное хозяйственное использование территории, затрудняющим или препятствующим строительству и эксплуатации расположенных на ней объектов, приводящим к изменению физических и физико-химических свойств подземных вод, изменению структуры и функции естественных биогеоценозов. Процесс может быть локальным (отдельные здания, сооружения, участки) или иметь площадной характер.

Причинами подтопления могут быть продолжительные и обильные осадки, повышение уровня воды в реках, дельтовых водотоках, озерах и морях и длительные затопления местности. Нередко подтопление – результат непродуманной хозяйственной деятельности, выражающейся в создании водохранилищ, проведении мелиоративных мероприятий и не соблюдении поливных режимов на сельхозугодьях, в строительстве дорог и дамб, прокладке подземных коммуникаций, аварийном состоянии водопроводно-канализационной сети и т.п. Подтопление может быть кратковременным и довольно продолжительным, может прогрессировать. Характеристики процесса подтопления зависят от физико-механических свойств почвогрунтов и гидрогеологического режима территории.

При подтоплении заболачивается территория, гибнут деревья; в засушливых районах происходит засоление почв и снижение урожайности сельскохозяйственных культур. Они могут спровоцировать разжижение грунтов, просадку грунта и оползни, приводят к повреждению и даже разрушению различных сооружений, уменьшению их срока службы, к ухудшению водоснабжения из подземных источников, увеличивают магнитуду наводнений, способствуют размножению кровососущих насекомых в населенных пунктах, появлению сырости, грибковых и лишайниковых образований в жилых и рабочих помещениях и т.п. [24]. Для устьев это нередкий процесс, учитывая обилие здесь воды и водных объектов, частые разливы речных и морских вод, обширные водоупоры из морских глин, а в дельтах Кубани и Терека – еще и масштабную ирригационную деятельность (строительство каналов разного назначения и орошение полей).

Совершенно необоснованно применять этот термин при описании последствий наводнений на урбанизированных территориях. Подобное в последнее время все чаще и чаще встречается в сводках региональных служб МЧС и автоматически транслируется СМИ. Вот лишь один из многочисленных, чуть ли не ежедневных примеров таких сводок МЧС, «8 октября 2006 г. ... уровень воды в Неве превысил критическую двухметровую отметку на 24 см; были частично подтоплены прибрежные районы города, подтоплены три улицы ...».

В качестве основных регистрируемых и прогнозируемых показателей интенсивности подтопления используются: 1) высота уровня или глубина залегания грунтовых вод; 2) скорость изменения уровня подземных вод; 3) относительная площадь и продолжительность подтопления; 4) химический состав и агрессивность подземных вод. Различают от трех до пяти градаций опасности подтопления [24; 15; 60; 35; 16].

Противоположным подтоплению и заболачиванию (в контексте образования болота на переувлажненных участках земной поверхности вследствие затрудненного стока или близкого залегания к поверхности водоносных пород либо водоупорного слоя [62]; веро-

ятная конечная стадия подтопления), но не менее опасным гидрологическим процессом (для сельского хозяйства, устьевых биоценозов и др.) является аридизация (осыхание) территории. Она происходит вследствие существенного и длительного понижения уровня грунтовых вод. В [15], аридизация земель – комплекс природных процессов и тенденций, вызывающих уменьшение степени увлажненности территорий и соответствующего сокращения биологической продуктивности агроценозов.

3.6. Опасные морфодинамические процессы

В устьях рек к ним относят, прежде всего, опасные по своей величине и пространственной направленности русловые деформации и переформирование морских берегов, во-вторых, «морфологическую деградацию» (зарастание, заиление и занесение, уменьшение размеров) устьевых водоемов. Основная зона их развития – устьевой участок реки и морской край дельты. Терминология в отношении данной группы процессов хорошо разработана в теории русловых и устьевых процессов, морской геоморфологии.

3.6.1. Процессы на устьевом участке

Русловыми деформациями (или русловые переформирования) принято называть конкретные проявления русловых процессов в виде изменения положения и размеров русла, поймы и отдельных русловых образований (подвижных скоплений наносов) [14]. В свою очередь, русловые процессы – это постоянно происходящие изменения морфологического строения русла водотока и поймы, обусловленные действием текущей воды [13]. В более расширенной и сущностной трактовке [56; 16], русловые процессы рекомендуется рассматривать как совокупность явлений, связанных с взаимодействием потока и грунтов, слагающих ложе реки, с эрозией, транспортом и аккумуляцией наносов, определяющих размывы дна и берегов рек, развитие различных форм русел и форм руслового рельефа, режим их сезонных, многолетних и вековых изменений. Они – часть большой группы флювиальных процессов [57].

Русловые деформации могут быть: 1) периодическими (обратимыми) и направленными (необратимыми); 2) кратковременными, сезонными и многолетними; 3) горизонтальными и вертикальными. Основная особенность русловых процессов в устьях рек – преобладание необратимых русловых деформаций над обратимыми [1] и их большая интенсивность.

К неблагоприятным и опасным русловым деформациям относят эрозию речных берегов с расположенными на них объектами и сельхозугодьями, размыв прирусловых валов и защитных дамб, глубинную эрозию на участках мостовых переходов, линий электропередач и трубопроводов, отложение наносов на судоходных и лесосплавных трассах, занесение головных сооружений каналов и водозаборов, заиление и занесение русел дельтовых водотоков [24; 58]. Особое место занимает заиление каналов. Особенно русловые деформации опасны, если их интенсивность соответствует или превышает критические величины. Критериями здесь служит средняя и максимальная линейные скорости размыва берегов (в характерных местах), скорости изменения высотных отметок дна, протяженность фронта размыва, относительная площадь пораженной территории, объем деформируемых грунтов [24; 58; 60]. Выделяют от 3 до 5–6 классов опасности, причем отдельно для горизонтальных и вертикальных деформаций.

Высокая интенсивность русловых переформирований имеет место в устьях рек с большим стоком наносов, с концентрацией основной части годового стока в течение короткого временного отрезка, с легкоразмываемыми грунтами и низкой устойчивостью русла к размыву, с нарушенным почвенно-растительным покровом, в условиях быстро изменяющегося уровня приемного водоема, с непродолжительным ледоставом или его отсутствием. Особенно интенсивно русловые процессы протекают во время паводков и половодья – при прохождении руслоформирующих расходов воды [59; 16]. Определенную роль в их интенсификации играют ледоход, ледяные заторы и зажоры, гидротехническая и русловая деятельность. В устьях рек в зоне распространения ММП и погребенных льдов одним из главных факторов является тепловое воздействие речных вод на берега и дно русла [61]. Помимо самостоятельного воздействия, русловые де-

формации «запускают» другие ОГП, например стоково-морфодинамические наводнения, обмеления и др. Порой разделить их невозможно.

Заиление водоемов – постепенное заполнение объема водоема органическими и неорганическими частицами [16]. В последнем случае его можно также называть занесением. Заиление и занесение приводит к образованию отмелей, уменьшению площади и объема водоема, к изменению его гидродинамического и гидрофизического режима, в конечном итоге – к его деградации. В речных дельтах и на поймах рек это происходит особенно быстро [2; 46].

3.6.2. Процессы в береговой зоне

Под динамикой морских берегов понимают их размыв и отступление или, наоборот, выдвигание в море. В большей мере она часть геологических экзогенных процессов [63], но реализуемых при непосредственном участии динамики вод, морских и речных наносов [1].

Динамика берегов может быть вызвана колебаниями фонового уровня моря, отложением в береговой зоне морских и речных наносов, ветро-волновым разрушением берегов и из-за теплового воздействия морских вод на мерзлые и льдистые грунты. Дополнительными факторами могут быть вертикальные движения поверхности суши и дна (тектонические поднятия и опускания, уплотнение дельтовых отложений), биологические процессы, инженерные мероприятия. В последнее время, в связи с изменениями климата и ростом уровней океанов и морей, потеплением морских вод и усилением ветро-волновой активности этой проблеме стали уделять существенно больше внимания. Для устьев рек, впадающих в бессточные водоемы, например Каспийское и Аральское моря, относительно быстрая и крупномасштабная динамика берегов – постоянная и неотъемлемая особенность их режима.

Наиболее опасна абразия и отступление морских (озерных) берегов. Они включают «пассивную» и «активную» составляющие. Абразия – размыв и разрушение берегов морей, озер, водохранилищ и каналов под влиянием волноприбойной деятельности, судовых волн, колебания уровней воды и других факторов, формирующих береговую линию [63; 12; 16]. В морских арктических устьях такими другими факторами служит тепловое воздействие морских вод на льдистые берега (такой процесс размыва берегов носит название термоабразии). В другой трактовке [24], разрушение берегов морей и водохранилищ представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных денудационно-геологических процессов (абразионных, оползневых, карстово-суффозионных, перемещения и отложения наносов и т.д.), обусловленных воздействием водных масс на берега и приводящих к деформациям и разрушениям прибрежных территорий. Иногда используют термин «переработка берегов» [63; 39], хотя чаще его применяют в отношении берегов водохранилищ. При разрушении аккумулятивных по происхождению берегов или берегов, сложенных рыхлыми породами абразионный процесс рекомендуют называть размывом [62].

Абразия берегов приводит к уменьшению площади пляжей и, в целом, к потере части высокоценных приморских дельтовых угодий, к повреждению и даже разрушению береговых сооружений, к необходимости их переноса, а также к усилению проникновения в глубь суши штормовых нагонов и волн цунами, осолоненных морских вод. Вместе с морскими наводнениями за рубежом их относят к наиболее серьезным так называемым «прибрежным опасностям». Абразии и сопутствующему отступанию берегов способствуют легкоразмываемые грунты, значительное и относительно быстрое повышение уровня моря, малые высоты берегов, сильные приливы и течения, штормовые нагоны и морское волнение, дефицит речных и морских наносов, открытость и приглубость устьевого взморья, просадка грунта и тектоническое опускание суши, слабая закрепленность берега растительностью, отсутствие защитных инженерных сооружений, сейсмическая и оползневая активность, высокая льдистость пород, слагающих берега, и др.

Намыв берегов и быстрое их выдвигание в приемный водоем негативно отражается на деятельности морских портов и морского транспорта, на рекреационной отрасли, заставляет перестраивать сбросные сооружения и выпуски сточных вод, приво-

дит к понижению зеркала грунтовых вод и ухудшению водоснабжения из подземных источников (если это выдвигание вызвано падением уровня моря), в засушливых районах – к остепнению и даже опустыниванию приморских ландшафтов. Помимо выше перечисленных морских и геоморфологических (отмелости и защищенности взморья от штормового волнения, течений и нагонов) факторов серьезным подспорьем выдвигания берегов выступает большой сток речных наносов.

В качестве основных регистрируемых и прогнозируемых показателей интенсивности опасных морфодинамических процессов на морских берегах используют средние и максимальные, общие и локальные, линейные, площадные и объемные скорости динамики берегов. Градации опасности по этим показателям, в основном, разработаны для абразии берегов [24; 1; 60], правда в [1] предлагается использовать те же подходы, что и при ранжировании абразии. Параллельно необходимо осуществлять мониторинг за гидрологическими характеристиками, иметь сведения по геологии, гидрогеологии и морфологии берегов [63].

Литература:

1. Михайлов В.Н. Гидрология устьев рек : учебник. – М. : Изд-во МГУ, 1998. – 176 с.
2. Гидрология дельты и устьевого взморья Кубани / Под ред. В.Н. Михайлова, Д.В. Магрицкого, А.А. Иванова. – М. : ГЕОС, 2010. – 728 с.
3. Алексеевский Н.И., Айбулатов Д.Н., Магрицкий Д.В., Ретюм К.Ф. Природно-экономические зоны побережий и мониторинг опасных природных явлений // Труды ГОИН. – Вып. 214. – 2013. – С. 264–277.
4. Алексеевский Н.И., Магрицкий Д.В. Методика исследования и оценки опасных гидрологических явлений в устьях рек // Устья рек Каспийского региона: история формирования, современные гидролого-морфологические процессы и опасные гидрологические явления / под ред. В.Н. Михайлова. – М. : ГЕОС, 2013. – С. 38–50.
5. Философский энциклопедический словарь / под ред. Л.Ф. Ильичева, П.Н. Федосеева, С.М. Ковалева, В.Г. Панова. – М. : «Советская Энциклопедия», 1983. – 840 с.
6. Алаев Э.Б. Социально-экономическая география. Понятийно-терминологический словарь. – М. : «Мысль», 1983. – 358 с.
7. Словарь русского языка. Том 3: П–Р / под ред. А.П. Евгеньевой. – М. : Полиграфресурсы, 1999. – 750 с.
8. Толковый словарь русского языка. Том 2: Л – Ояловеть. / под ред. Д.Н. Ушакова. – М. : Гос. изд-во иностр. и нац. слов, 1938. – 1040 с.
9. Ожегов С.И. Словарь русского языка: Ок. 57000 слов / под ред. Н.Ю. Шведовой. 20-е изд. – М. : Русский язык, 1989. – 750 с.
10. Новая философская энциклопедия / Под ред. В.С. Стёпина. В 4-х тт. – М. : Мысль, 2001.
11. Энциклопедия эпистемологии и философии науки / Под ред. И.Т. Касавина. – М. : «Канон+» РООИ «Реабилитация», 2009. – 1248 с.
12. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. Издание 3-е. – Л. : Гидрометеиздат, 1978. – 308 с.
13. ГОСТ 19179-73. Гидрология суши. Термины и определения. – М. : Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 1988. – 34 с.
14. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А. Гидрология : учебник для вузов. – М. : Высшая школа, 2007. – 463 с.
15. Мелиоративная энциклопедия. В 3-х томах. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2003–2004. – 440–671 с.
16. Экологическая энциклопедия: В 6 т. / Редкол. : Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. и др. Т. 1: А–Г. с М. : ООО «Издательство «Энциклопедия», 2008–2013. – 416–656 с.
17. РД 52.04.563-2013. Инструкция по подготовке и передаче штормовых сообщений наблюдательными подразделениями. – СПб. : Гидрометеиздат, 2013. – 52 с.
18. Экология и природопользование. Справочные данные // Государственное управление ресурсами. Специальный выпуск. – 2008. – № 11.2. – 248 с.
19. Мазур И.И., Иванов О.П. Опасные природные процессы. – М. : ЗАО Издательство «Экономика», 2004. – 702 с.
20. Международная стратегия ООН по уменьшению опасности бедствий (UNISDR). Терминологический глоссарий по снижению риска бедствий. – Женева : ООН, 2009. – 43 с.
21. Гладкевич Г.И., Терский П.Н., Фролова Н.Л. Оценка опасности наводнений на территории Российской Федерации // Водное хозяйство России. – 2012. – № 2. – С. 29–46.

22. ГОСТ Р 22.0.02-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2000. – 13 с.
23. ГОСТ Р 22.0.11-99. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Предупреждение природных чрезвычайных ситуаций. Термины и определения. – М. : Стандартинформ, 2005. – 6 с.
24. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций. – М., 2010. – 636 с.
25. РД 52.04.563-2002. Инструкция. Критерии опасных гидрометеорологических явлений и порядок подачи штормового сообщения. – СПб. : Гидрометеоздат, 2003. – 31 с.
26. ГОСТ 22.0.03-97. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные и чрезвычайные ситуации. Термины и определения. – Минск : ИПК Издательство стандартов, 2000. – 12 с.
27. Методические рекомендации по организации и проведению мероприятий при угрозе затопления населенных пунктов и территорий. – Горно-Алтайск : ГУ МЧС РФ по Республике Алтай, 2015. – 41 с.
28. Экстремальные гидрологические ситуации / отв. ред. Н.И. Коронкевич, Е.А. Барабанова, И.С. Зайцева. – М. : Москва-ПРЕСС, 2010. – 464 с.
29. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – New York : Cambridge University Press, 2012. – 582 p.
30. Прокачева В.Г., Усачёва В.Ф. Наводнения и дистанционные средства для их наблюдения. – СПб. : ГГИ, 1997. – 86 с. Деп. в ВИНТИ 16.04.97, № 1286-В97.
31. Нежиховский Р.А. Наводнения на реках и озерах. – Л. : Гидрометеоздат, 1988. – 184 с.
32. Добровольский С.Г., Истомина М.Н. Наводнения мира. – М. : ГЕОС, 2006. – 256 с.
33. Магрицкий Д.В. Сток и устья рек : учебное пособие. – М. : Географический факультет МГУ, 2011. – 208 с.
34. ГОСТ 19185-73. Гидротехника. Основные понятия. – М. : Изд-во стандартов, 1974. – 22 с.
35. СНиП 2.06.15-85. Инженерная защита территории от затопления и подтопления. – М., 2002. – 19 с.
36. Гинко С.С. Катастрофы на берегах рек. – Л. : Гидрометеоздат, 1977. – 128 с.
37. Таратунин А.А. Наводнения на территории Российской Федерации. – Екатеринбург : Издательство ФГУП РосНИИВХ, 2008. – 432 с.
38. Доброумов Б.М., Тумановская С.М. Наводнения на реках России: их формирование и районирование // Метеорология и гидрология. – 2002. – № 12. – С. 70–78.
39. СНиП 22-02-2003. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. – М., 2012. – 64 с.
40. ВМО. Руководство по гидрологической практике. Издание 5-е. 1997. № 168. Сбор и обработка данных, анализ, прогнозирование и другие применения. – 844 с.
41. Магрицкий Д.В. Пространственно-временные характеристики наводнений на Черноморском побережье Российской Федерации // Вестник МГУ. Серия 5. География. – 2014. – № 6. – С. 39–47.
42. Перов В.Ф. Селевые явления. Терминологический словарь. – М. : Изд-во Московского университета, 2014. – 72 с.
43. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том II. Белое море. Вып. 1. – Л. : Гидрометеоздат, 1991. – 240 с.
44. Игнатов Е.И., Фроль В.В., Лохин М.Ю., Никифоров А.В. Геоморфологические проблемы цунамиопасности (на примере Японского моря) : учебное пособие. – Смоленск : Маджента, 2008. – 128 с.
45. ГОСТ Р 22.0.06-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники природных чрезвычайных ситуаций. Поражающие факторы. Номенклатура параметров поражающих воздействий. – М. : ИПК Издательство стандартов, 1995. – 9 с.
46. Устья рек Каспийского региона: история формирования, современные гидролого-морфологические процессы и опасные гидрологические явления / Под ред. В.Н. Михайлова. – М. : ГЕОС, 2013. – 703 с.
47. Дубинина В.Г., Гаргопа Ю.М., Чебанов М.С., Катунин Д.Н., Филь С.А. Методические подходы к экологическому нормированию антропогенного сокращения речного стока // Водные ресурсы. – 1996. – Т. 23. – № 1. – С. 78–85.
48. Шуляковский Л.Г. О заторах льда и заторных уровнях воды при вскрытии рек // Метеорология и гидрология. – 1951. – № 7. – С. 45–48.
49. ВСН 028-70. Методические указания по борьбе с заторами и зажорами льда. – М. : Энергия, 1970. – 153 с.
50. Бузин В.А. Опасные гидрологические явления. – СПб. : Издательство РГГМУ, 2008. – 228 с.

51. Козлов Д.В., Бузин В.А., Фролова Н.Л., Агафонова С.А., Бабурин В.Л., Банщикова Л.С., Горошкова Н.И., Завадский А.С., Крыленко И.Н., Савельев К.Л., Козлов К.Д., Бузина Л.Ф. Опасные ледовые явления на реках и водохранилищах России : Монография. – М., 2015. – 348 с.
52. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 8. Северный Кавказ. – Л. : Гидрометеоздат, 1973. – 450 с.
53. Хлебович В.В. Прикладные аспекты концепции критической солёности // Успехи современной биологии. – 2015. – Т. 135. – № 3. – С. 272–278.
54. Лупачев Ю.В. Динамическое взаимодействие морских и речных вод в приливных устьях рек // Труды ГОИНа. – 1984. – Вып. 172. – С. 64–82.
55. Лупачев Ю.В., Макарова Т.А. Проникновение морских вод в рукава дельты Северной Двины и его возможные изменения // Труды ГОИНа. – 1984. – Вып. 172. – С. 117–125.
56. Маккавеев Н.И., Чалов Р.С. Русловые процессы. – М. : Изд-во МГУ, 1986. – 264 с.
57. Рычагов Г.И. Общая геоморфология. – М. : Наука, 2006. – 415 с.
58. Беркович К.М., Чалов Р.С., Чернов А.В. Экологическое русловедение. – М. : ГЕОС, 2000. – 332 с.
59. Чалов Р.С. Русловые процессы (русловедение). – М., 2016. – 569 с.
60. СНиП 22-01-95. Геофизика опасных природных воздействий. – М., 1996. – 11 с.
61. Costard F., Dupeyrat L., Gautier E., Carey-Gailhardis E. Fluvial thermal erosion investigations along a rapidly eroding river bank: Application to the Lena River (Central Siberia) // Earth Surf. Process. Landforms. – 2003. – № 28. – P. 1349–1359.
62. Гогоберидзе Г.Г., Жамойда В.А., Нестерова Е.Н., Рябчук Д.В., Спиридонов М.А. Глоссарий по кадастру береговой (прибрежной) зоны. Справочное пособие. – СПб., 2008. – 94 с.
63. ГОСТ Р 22.1.06-99. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных геологических явлений и процессов. Общие требования.

References:

1. Mikhaylov V.N. Hydrology of mouths of the rivers : textbook. – М. : MSU publishing house, 1998. – 176 p.
2. Hydrology of the delta and an estuarial beach of Kuban / Under the editorship of V.N. Mikhaylov, D.V. Magritsky, A.A. Ivanov. – М. : GEOS, 2010. – 728 p.
3. Alekseevsky N.I., Aybulatov D.N., Magritsky D.V., Reteyum K.F. Natural and economic zones of coasts and monitoring of natural hazards // Works GOIN. – Issue 214. – 2013. – P. 264–277.
4. Alekseevsky N.I., Magritsky D.V. Metodika of research and estimates of the dangerous hydrological phenomena in mouths of the rivers // Mouths of the rivers of the Caspian region: forming history, modern gidrologo-morphological processes and the dangerous hydrological phenomena / under the editorship of V.N. Mikhaylov. – М. : GEOS, 2013. – P. 38–50.
5. The philosophical encyclopedic dictionary / under the editorship of L.F. Ilyichev, P.N. Fedoseyev, S.M. Kovalyov, V.G. Panov. – М. : «The Soviet Encyclopedia», 1983. – 840 p.
6. Alayev E.B. Social and economic geography. Conceptual and terminological dictionary. – М. : «Thought», 1983. – 358 p.
7. Dictionary of Russian. Volume 3: П-Р / under the editorship of A.P. Evgenyeva. – М. : Poligrafresursa, 1999. – 750 p.
8. Explanatory dictionary of Russian. Volume 2: Л – Ояловеть / under the editorship of D.N. Ushakov. – М. : State. publishing house foreign and national words, 1938. – 1040 p.
9. Ojegov S.I. Dictionary of Russian: Apprx. 57000 words / under the editorship of N.Yu. Shvedova. 20th prod. – М. : Russian, 1989. – 750 p.
10. The new philosophical encyclopedia / Under the editorship of V.S. Styopin. In 4 vol. – М. : Thought, 2001.
11. The encyclopedia of an epistemologiya and philosophy of science / Under the editorship of I.T. Kasavin. – М. : «Canon +» ROOI «Rehabilitation», 2009. – 1248 p.
12. Chebotaryov A.I. Hydrological dictionary. Edition 3rd. – Л. : Gidrometeoizdat, 1978. – 308 p.
13. GOST 19179-73. Hydrology of sushi. Terms and determinations. – М. : Awards «Honour Sign» Standards Publishing House, 1988. – 34 p.
14. Mikhaylov V.N., Dobrovolsky A.D., Dobrolyubov S.A. Gidrology : textbook for higher education institutions. – М. : The higher school, 2007. – 463 p.
15. Meliorative encyclopedia. In 3 volumes. – М. : FGNU «Rosinformagrotekh», 2003–2004. – 440–671 p.
16. Ecological encyclopedia: In 6 v. / Redkol.: Danilov-Danilyan V.I., Losev K.S., etc. T. 1: А–Г : LLC Entsiklopediya Publishing House, 2008–2013. – 416–656 p.
17. RD 52.04.563-2013. Instruction for preparation and transfer of storm messages by supervisory divisions. – SPb. : Gidrometeoizdat, 2013. – 52 p.

18. Ecology and environmental management. Help data // State resource management. Special release. – 2008. – No. 11.2. – 248 p.
19. Masur I.I., Ivanov O.P. Natural hazards. – M. : CJSC Publishing House Ekonomika, 2004. – 702 p.
20. International strategy of the UN for disaster reduction (UNISDR). The terminological glossary on disaster risk reduction. – Geneva : UN, 2009. – 43 p.
21. Gladkevich G.I., Tersky P.N., Frolov N.L. Otsenk of danger of floods in the territory of the Russian Federation // the Water management of Russia. – 2012. – No. 2. – P. 29–46.
22. GOST P 22.0.02-94. Safety in emergency situations. Terms and determinations of the basic concepts. – M. : IPK Standards Publishing House, 2000. – 13 p.
23. GOST P 22.0.11-99. Safety in emergency situations. Prevention of natural emergency situations. Terms and determinations. – M. : Standartinform, 2005. – 6 p.
24. Atlas of natural and technogenic dangers and risks of emergency situations. – M, 2010. – 636 p.
25. RD 52.04.563-2002. Instruction. Criteria of the dangerous hydrometeorological phenomena and order of submission of the storm message. – SPb. : Gidrometeoizdat, 2003. – 31 p.
26. GOST 22.0.03-97. Safety in emergency situations. Natural and emergency situations. Terms and determinations. – Minsk : IPK Standards Publishing House, 2000. – 12 p.
27. Methodical recommendations about the organization and carrying out actions in case of threat of flooding of settlements and the territories. – Gorno-Altaysk : Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation of the Republic of Altai, 2015. – 41 p.
28. Extreme hydrological situations / edition N.I. Koronkevich, E.A. Barabanova, I.S. Zaytseva. – M. : Moscow PRESS, 2010. – 464 p.
29. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – New York : Cambridge University Press, 2012. – 582 p.
30. Prokacheva V.G., Usachyov V.F. Floods and remote means for their supervision. – SPb. : GGI, 1997. – 86 p. Depp. in VINITI 16.04.97, No. 1286-B97.
31. Nezhikhovskiy R.A. Floods on the rivers and lakes. – L. : Gidrometeoizdat, 1988. – 184 p.
32. Dobrovolsky S.G., Istomina M.N. World floods. – M. : GEOS, 2006. – 256 p.
33. Magritsky D.V. Drain and mouths рек: education guidance. – M. : Geographical faculty of MSU, 2011. – 208 p.
34. GOST 19185-73. Hydraulic engineering. Basic concepts. – M. : Publishing house of standards, 1974. – 22 p.
35. Construction Norms and Regulations 2.06.15-85. Engineering protection of the territory against flooding and flooding. – M., 2002. – 19 p.
36. Ginko S.S. Catastrophic crashes on coast of the rivers. – L. : Gidrometeoizdat, 1977. – 128 p.
37. Taratunin A.A. Floods in the territory of the Russian Federation. – Yekaterinburg : Federal State Unitary Enterprise ROSNIIVKH publishing house, 2008. – 432 p.
38. Dobroumov B.M, Tumanovskaya S.M. Floods on the rivers of Russia: their forming and division into districts // Meteorology and hydrology. – 2002. – No. 12. – P. 70–78.
39. Construction Norms and Regulations 22-02-2003. Engineering protection of the territories, buildings and constructions against dangerous geological processes. Basic provisions. – M., 2012. – 64 p.
40. VMO. A management on hydrological practice. Edition 5th. 1997. No. 168. Collection and data processing, analysis, forecasting and other applications. – 844 p.
41. Magritsky D.V. Existential characteristics of floods on the Black Sea coast of the Russian Federation // Bulletin of MSU. Series 5. Geography. – 2014. – No. 6. – P. 39–47.
42. Perov V.F. Torrential phenomena. Terminological dictionary. – M. : Publishing house of the Moscow university, 2014. – 72 p.
43. Hydrometeorology and hydrochemistry of the seas of the USSR. Volume II. White Sea. Issue 1. – L. : Gidrometeoizdat, 1991. – 240 p.
44. Ignatov E.I., Frol V.V., Lokhin M.Yu., Nikiforov A.V. Geomorphological problems of tsunami risk (on the example of the Sea of Japan): education guidance. – Smolensk : Mad-zhenta, 2008. – 128 p.
45. GOST P 22.0.06-95. Safety in emergency situations. Sources of natural emergency situations. The striking factors. The nomenclature of parameters of the striking impacts. – M. : IPK Standards Publishing House, 1995. – 9 p.
46. Mouths of the rivers of the Caspian region: forming history, modern gidrologomorphological processes and the dangerous hydrological phenomena / Under the editorship of V.N. Mikhaylov. – M. : GEOS, 2013. – 703 p.

47. Dubinina V.G., Gargopa Yu.M., Shepherds M.S., Katunin D.N., Fil S.A. Methodical approaches to ecological regulation of anthropogenous reducing a river drain // Water resources. – 1996. – V. 23. – No. 1. – P. 78–85.
48. Shulyakovsky L.G. About jams of ice and mash water levels when opening the rivers // Meteorology and a hydrology. – 1951. – No. 7. – P. 45–48.
49. BCH 028-70. Methodical instructions for fight against jams and zazhor of ice. – M. : Energy, 1970. – 153 p.
50. Buzin V.A. Dangerous hydrological phenomena. – SPb. : RGGMU publishing house, 2008. – 228 p.
51. Goats D.V., Buzin V.A., Frolova N.L., Agafonova S.A., Baburin V.L., Banshchikova L.S., Goroshkov N.I., Zavadsky A.S., Krylenko I.N., Savelyev K.L., Kozlov K.D., Buzina L.F. The dangerous ice phenomena on the rivers and water storage basins of Russia : Monograph. – M., 2015. – 348 p.
52. Resources of a surface water of the USSR. Volume 8. North Caucasus. – L. : Gidrometeoizdat, 1973. – 450 p.
53. Hlebovich V.V. Applied aspects of the concept of critical salinity // Achievements of modern biology. – 2015. – V. 135. – No. 3. – P. 272–278.
54. Lupachev Yu.V. Dynamic interaction of sea and river waters in tidal mouths of the rivers // Works of GOIN. – 1984. – Issue 172. – P. 64–82.
55. Lupachev Yu.V., Makarova T.A. Penetration of sea waters into sleeves of the delta of Northern Dvina and its possible changes // Works of GOIN. – 1984. – Issue 172. – P. 117–125.
56. Makkaveev N.I., Chalov R.S. Ruslovye processes. – M. : MSU publishing house, 1986. – 264 p.
57. Rychagov G.I. General geomorphology. – M. : Science, 2006. – 415 p.
58. Berkovich K.M., Chalov R.S., Chernov A.V. Ecological ruslovedeniye. – M. : GEOS, 2000. – 332 p.
59. Chalov R.S. Ruslovye processes (ruslovedeny). – M., 2016. – 569 p.
60. Construction Norms and Regulations 22-01-95. Geophysics of dangerous natural impacts. – M., 1996. – 11 p.
61. Costard F., Dupeyrat L., Gautier E., Carey-Gailhardis E. Fluvial thermal erosion investigations along a rapidly eroding river bank: Application to the Lena River (Central Siberia) // Earth Surf. Process. Landforms. – 2003. – No. 28. – P. 1349–1359.
62. Gogoberidze G.G., Zhamoyda V.A., Nesterova E.N., Ryabchuk D.V., Spiridonov M.A. The glossary according to the inventory of a bepregovy (coastal) zone. Handbook. – SPb., 2008. – 94 p.
63. GOST P 22.1.06-99. Safety in emergency situations. Monitoring and forecasting of the dangerous geological phenomena and processes. General requirements.

УДК 622.276

**ВЫДЕЛЕНИЕ ПЛАСТОВ-КОЛЛЕКТОРОВ
И ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТА ПОРИСТОСТИ ПЛАСТОВ AC₁₀
БИТТЕМСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**RELEASE OF LAYERS COLLECTORS AND ASSESSMENT OF COEFFICIENT OF
POROSITY OF AC₁₀ LAYERS OF THE BITTEMSKY OIL FIELD**

Петрушин Евгений Олегович

ведущий технолог по добыче нефти и газа,
ЦДНГ1 ОАО «Печоранефть»
eopetrushin@yahoo.com

Арутюнян Ашот Страевич

кандидат технических наук,
доцент кафедры прикладной математики,
Кубанский государственный
технологический университет
mereniya@mail.ru

Самойлов Александр Сергеевич

инженер,
ООО «НК «Роснефть» – НТЦ»,
Департамент лабораторных исследований,
отдел нормирования технологических потерь
и отбора пластовых флюидов,
сектор отбора пластовых флюидов
sasamoylov@rn-ntc.ru

Аннотация. В данной работе рассмотрено выделение пластов-коллекторов по данным ГИС, по прямым и косвенным качественным критериям Биттемского нефтяного месторождения. Приведены методики выделения пластов-коллекторов пласта AC₁₀, определения коэффициента пористости. Проведена оценка достоверности определения пористости по ГИС.

Ключевые слова: пласт-коллектор, ГИС, прямые качественные критерии, косвенные качественные критерии, методика выделения пластов-коллекторов, коэффициент пористости, достоверность определения пористости.

Petrushin Evgeniy Olegovich

Leading oil and gas
production technologist,
JSC «Pechoranef»
eopetrushin@yahoo.com

Arutyunyan Ashot Straevich

Candidate of Technical Sciences,
Assistant professor of pulp applied
mathematicians,
Kuban State University of Technology
mereniya@mail.ru

Samoylov Alexander Sergeevich

Engineer,
Limited liability company «NC «Rosneft»
research and technical centre»,
Department of laboratory research,
Department of rationing process losses
and selection of reservoir fluids,
Sector selection of reservoir fluids
sasamoylov@rn-ntc.ru

Annotation. In this work release of layers collectors according to GIS, on straight lines and indirect qualitative criteria of the Bittensky oil field is considered. Techniques of release of layers collectors of AC₁₀ layer, determination of coefficient of porosity are given. The Assessment of reliability of determination of porosity on GIS is carried out.

Keywords: layer collector, GIS, direct qualitative criteria, indirect qualitative criteria, technique of release of layers collectors, porosity coefficient, reliability of determination of porosity.

Биттемское месторождение нефти находится в Сургутском районе Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области в 60 км к западу от г. Лянтор и в 170 км к северо-западу от г. Сургута, в непосредственной близости от месторождений нефти, находящихся в разработке: Камынского (25 км), Маслиховского (35 км), Лянторского (40 км).

Биттемское месторождение нефти расположено к югу от Сибирских увалов и приходится на болотно-озёрную равнину, имеющую слабый наклон с севера на юг. Отметки поверхности колеблются от 72–73 м на севере до 68–71 м на юге.

По геокриологическим условиям территория Биттемского месторождения относится к южной мерзлотной зоне, характеризующейся наличием мёрзлых пород в разрезах тавдинской и атлымской свит при глубине их залегания от 120–130 м на водоразделах до 170–230 м в долинах рек и отсутствием их на поймах рек. Однако сведений о наличии мерзлоты нет.

Выделение коллекторов по данным ГИС

Выделение пластов-коллекторов осуществляют при литологическом расчленении разреза. Признаки, по которым выделяют коллекторы, определяются характером разреза, типом коллектора, условиями бурения скважины.

Коллекторами будем считать породы, способные вмещать нефть, газ или воду и отдавать их при разработке. По условиям образования коллекторы нефти и газа относятся преимущественно к осадочным отложениям. По вещественному составу различают терригенные, карбонатные и их смешанные типы. По морфологии порового пространства коллекторы делятся на поровые (межзерновые, гранулярные), трещинные, каверновые и смешанные (порово-трещинно-каверновые).

Коллекторы отличаются от вмещающих пород проницаемостью, пористостью и глинистостью, что является предпосылкой для выделения их по геофизическим методам.

Выделение пластов-коллекторов осуществляют при литологическом расчленении разреза. Литологическое расчленение разреза скважин в пределах перспективных интервалов предусматривает выделение пластов, различающихся по геофизическим свойствам, определение их границ и глубины залегания.

Признаки выделения коллектора по геофизическим материалам можно разделить на две группы.

Первая группа объединяет *прямые качественные признаки*, основанные на более высокой проницаемости коллектора по сравнению с вмещающими породами и на проникновении в коллектор фильтрата глинистого раствора.

Вторая группа включает *косвенные количественные критерии* коллектора, основанные на отличии коллектора от вмещающих пород по пористости, проницаемости и глинистости (это позволяет выделить пласты-коллекторы в интервалах с повышенной пористостью, проницаемостью и пониженной глинистостью по диаграммам соответствующих геофизических методов).

Принадлежность выделенных пластов к определённому литологическому типу определяется по совокупности признаков на диаграммах различных методов ГИС.

В целом продуктивный разрез по данным ГИС можно расчленить на песчано-алевритовые породы, аргиллиты и карбонатизированные (плотные) и углистые разности.

Геологический разрез Биттемского месторождения представлен терригенными осадками. Коллекторы на рассматриваемом месторождении имеют слоистую текстуру с многочисленными рассеянными включениями глинистых минералов и относятся к межзерновому типу, представлены разномасштабными песчаниками полимиктового состава, при выделении которых по данным ГИС накоплен достаточно большой опыт. Они уверенно выделяются по прямым качественным признакам, обусловленным проникновением фильтрата глинистого раствора в пласты-коллекторы.

Выделение пластов-коллекторов по прямым качественным признакам

Прямые качественные признаки являются наиболее надёжным способом выделения коллекторов. Они основаны на доказательстве подвижности пластовых флюидов. Таким доказательством является установление факта наличия проникновения в пласты фильтрата промывочной жидкости и формирования (или расформирования) зон проникновения; эти факты в большинстве случаев являются достаточным признаком коллектора.

Основными признаками коллектора межзернового типа, вскрытого при бурении на пресном глинистом растворе (фильтрат глинистого раствора менее минерализован, чем пластовая вода) с репрессией на пласт (гидростатическое давление столба бурового раствора выше пластового давления) являются:

1. Сужение диаметра скважины ($d_{\text{СКВ}}$) по сравнению с номинальным ($d_{\text{н}}$), фиксируемое на кавернограмме.

Сужение диаметра скважины на диаграммах методов, при помощи которых исследуется профиль скважины, указывает на наличие глинистой корки на стенке скважины против исследуемого пласта, что является однозначным признаком коллектора. Наличие корки не является признаком коллектора в следующих случаях:

- против тонких плотных прослоев, расположенных в мощном пласте-коллекторе, глинизация стенки скважины происходит благодаря «размазыванию» корки, образовавшейся в коллекторе выше и ниже лежащих пластов, при спускоподъемных операциях в процессе бурения;

- в призабойной зоне ствола скважины, вскрывшей неколлекторы, где сужение диаметра скважины может быть вызвано осаждением шлама.

Толщина глинистой корки зависит, в первую очередь, от качества глинистого раствора – чем хуже качество раствора, тем толще корка, поэтому наличие корок большой толщины является, прежде всего, признаком неудовлетворительной технологии бурения.

2. Наличие положительных приращений на диаграмме микрозондов – показания микропотенциалзонда ($\rho_{к_{МПЗ}}$) выше показаний микроградиентзонда ($\rho_{к_{МГЗ}}$).

Положительное приращение является надёжным признаком межзернового коллектора в той же мере, как и наличие корки. Т.е. в тех случаях, где корка не является признаком коллектора, то и положительное приращение не признак коллектора, а следствие плохой подготовки скважины.

Положительное приращение в диаграммах микрозондов могут отсутствовать при следующих условиях:

- глинистая корочка имеет большую толщину (> 2 см), показания микрозондов близки;

- водоносный коллектор имеет очень высокую проницаемость, как по напластованию, так и по нормали к напластованию, в результате промытая зона расформируется. В результате удельное электрическое сопротивление (УЭС) среды, исследуемой МПЗ, близко к УЭС глинистой корки.

При бурении скважин на технической воде КВ, МКЗ не дают информации для выделения межзерновых коллекторов, т.к. заметных глинистых корок при фильтрации раствора не образуется. Если в разрезе скважины, пробуренной на воде, есть мощные пласты глинистых пород, то содержание глинистого материала в ПЖ становится значительным, тогда отдельные пласты-коллекторы отмечаются сужением диаметра и соответственно положительными приращениями на микрозондах.

3. Наличие радиального градиента удельного сопротивления, устанавливаемое по диаграммам электрических методов с различным радиусом исследования.

Наиболее распространённым способом установления радиального градиента сопротивления является интерпретация кривых БЭЗ для пластов-коллекторов большой мощности, получают в зависимости от характеристики коллектора кривые зондирования, характеризующие проникновение повышающее ($\rho_{зп} > \rho_n$), понижающее ($\rho_{зп} < \rho_n$) и нейтральное ($\rho_{зп} \approx \rho_n$).

4. В коллекторах со сложной структурой пустотного пространства прямые качественные признаки устанавливаются чаще всего только по материалам ГИС, выполненным по специальным методикам и фиксирующим формирование зоны проникновения:

- при повторных измерениях во времени при сохранении свойств ПЖ в стволе скважины (методика временных измерений). Проводят МБК и БК. Наличие временной динамики сопротивления (изменение во времени) рассматривается как признак коллектора;

- при измерениях на ПЖ с различными физическими свойствами (методика двух ПЖ с различной минерализацией, при двух значениях ρ_c). Методика двух растворов предполагает проведение первого замера непосредственно перед сменой раствора в скважине и второго замера не менее чем через двое суток. Эффективность метода увеличивается при направленном воздействии на пласт путём создания депрессии или репрессии;

- повторные замеры ГК и НК при закачке меченой жидкости изотопов или при закачке жидкости с аномально нейтронными параметрами в пласты. Выделение поглощающих пластов (коллекторов) ведут по аномалиям гамма-активности, появившимся в результате контролируемого воздействия и превышающим погрешность измерений более чем в два раза. Отсутствие таких аномалий против заведомо непроницаемых пород (ангидридов, глин и т.п.) является критерием достоверного выделения коллекторов. Особенности обработки заключаются в необходимости нормирования кривых.

Выделение пластов-коллекторов по косвенным качественным критериям

Косвенные качественные признаки коллекторов обычно сопутствуют прямым признакам. Они отражают присутствие, но не передвижение в породе свободных флюидов, т. е. по своим емкостным свойствам могут принадлежать к коллекторам. К таким признакам относятся:

- 1) отрицательная аномалия на кривой самопроизвольной поляризации (ПС);
- 2) низкие показания на кривой гамма-метода (ГМ);
- 3) показания ядерно-магнитного метода, превышающие фоновые.

Выделение коллекторов по косвенным количественным критериям

Выделение коллекторов по количественным критериям реализуется при отсутствии информации для выделения коллекторов в скважинах прямыми качественными признаками. Причинами отсутствия информации является:

- отсутствие в выполненном комплексе ГИС диаграмм методов, по которым устанавливается проникновение фильтрата ПЖ в пласт (МК, КВ, БК, БМК, БКЗ и т.д.);
- бурение скважины на токонепроводящих, малофильтрующихся или высокоминерализованных ПЖ.

Выделение коллекторов с использованием количественных критериев основано на следующих предпосылках:

- в исследуемом разрезе породы-коллекторы отличаются от вмещающих пород-неколлекторов значениями фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС), следовательно, и значениями геофизических характеристик, отражающих эти свойства;
- граница между коллекторами и неколлекторами на статистическом уровне характеризуется граничными значениями фильтрационно-емкостных характеристик (проницаемость $K_{\text{пргр}}$, пористость $K_{\text{пгр}}$ и др.) и соответствующими значениями геофизических характеристик пород (относительная амплитуда $\alpha_{\text{псгр}}$, двойной разностный параметр $\Delta J_{\text{гк}}$ и др.).

Выделение коллекторов производится сравнением измеренных значений фильтрационно-емкостных или геофизических характеристик с найденными граничными значениями.

Граничные значения каждого параметра ($K_{\text{пргр}}$, $K_{\text{пгр}}$ и др.) определяют раздельно для коллекторов с различной насыщенностью (газ, нефть, вода).

Количественные критерии, определяющие на статистическом уровне границу «коллектор – неколлектор», устанавливаются двумя принципиально различными способами: *статистическим* и *корреляционным*.

Статистический способ

Суть статистического способа обоснования количественных критериев заключается в разделении разреза базовой скважины (базового интервала) на проницаемые и непроницаемые пласты по прямым качественным признакам. Статистическая обработка полученной информации реализуется путём построения интегральных распределений (кумулят) пористости $K_{\text{п}}$ по ГИС или какого-либо геофизического параметра (например, $\alpha_{\text{пс}}$) для двух подвыборок – коллекторов и неколлекторов. Распределение рекомендуется накапливать по количеству пластов или по процентам от общего количества пластов раздельно по двум выборкам – для коллекторов и неколлекторов.

Граничные значения выбранных параметров получают по точкам пересечения интегральных функций распределения усреднённых значений этих параметров для объектов коллекторов и неколлекторов.

При использовании в качестве основного критерия прямых качественных признаков коллектора для построения куммулят используют материалы ГИС по всем скважинам, в которых существовали реальные предпосылки для выделения коллекторов по прямым признакам.

Корреляционный способ

При обосновании количественного критерия «коллектор – неколлектор» корреляционным способом используется, в основном, петрофизическая информация.

При определении граничных значений по керновым данным рассматриваются два случая в зависимости от насыщения (однофазное, двухфазное).

Для этих целей выполняются построения сопоставления общей пористости K_p и с эффективной пористостью $K_{пэф}$ (для водоносных залежей) или динамической пористостью $K_{пдин}$ (для нефтеносных залежей):

$$K_{пэф} = K_p \cdot (1 - K_{во});$$

$$K_{пдин} = K_p \cdot (1 - K_{во} - K_{но}),$$

где $K_{во}$ – остаточная водонасыщенность; $K_{но}$ – остаточная нефтенасыщенность.

Выполнение условия $K_{пэф}(K_{пдин}) > 0$ свидетельствует о наличии в породе эффективного пустотного пространства, которое может быть заполнено нефтью или газом. Граничные значения $K_{пгр}$ и $K_{пргр}$, отвечающие условию $K_{пэф}(K_{пдин}) = 0$ устанавливаются по корреляционным графикам следующего вида:

$$K_p = f(K_{пэф}); \lg K_{пр} = f(K_{пэф}); K_{во} = f(K_{пэф});$$

$$K_p = f(K_{пдин}); \lg K_{пр} = f(K_{пдин}); K_{во} = f(K_{пдин}).$$

Найденные таким образом значения $K_{пгр}$, $K_{пргр}$ и $K_{вогр}$ отражают возможность присутствия в породе эффективного пустотного пространства, но не определяют фильтрационные свойства породы.

Выделение коллекторов с использованием количественных критериев носит статистический характер в связи с корреляционным характером всех используемых сопоставлений различных параметров. Однако если определение граничных значений выполнено методически верно на надёжной петрофизической основе, то результаты выделения являются статически ненадёжными.

Методики выделения пластов-коллекторов пласта АС₁₀ Биттемского месторождения

Методика интерпретации геофизических материалов для нефтегазовых месторождений Западной Сибири и Биттемского месторождения имеет, в основном, единый подход, общую этапность и одни приёмы обработки и получения результатов. В процессе работ были использованы материалы обработки геофизических и петрофизических данных.

В технологическом плане весь процесс, связанный с обработкой и интерпретацией геофизических данных, осуществлялся с применением современных вычислительных и программных средств на базе персонального компьютера. В качестве основного программного средства при обработке и интерпретации материалов ГИС использовалась программа обработки геофизических данных ГеоПОИСК.

Многообразие способов выделения коллекторов, описанных выше, дают возможность определить наиболее эффективную методику решения этого вопроса исходя из геологических условий и комплекса ГИС проведённого на месторождении.

При интерпретации данных ГИС имеющихся скважин, выделение коллекторов в продуктивном пласте АС₁₀ Биттемского месторождения проводилось как по качественным, так и по количественным признакам.

Границы пластов уточнялись по фокусированным методам, плотные и глинистые прослои исключались на основании анализа комплекса методов МК, БК, МБК, КВ, МКВ, РК и АК.

Выделение пластов-коллекторов по прямым и косвенным качественным признакам

При выделении коллекторов на Биттемском месторождении в первую очередь использовались прямые и косвенные качественные признаки коллектора.

Проницаемые пласты среди вмещающих глинистых пород отмечаются:

- наличием глинистой корки на кавернограмме;
- положительными приращениями на микрозондах;
- радиальным градиентом сопротивления, установленным по данным измерений зондов с разной глубиной (БЭЗ);
- отрицательными аномалиями ПС;
- низкими показаниями на кривой ГМ.

Технология проводки скважин, параметры ПЖ, а также методика и условия проведения ГИС обеспечивают получение прямых и косвенных качественных признаков практически во всех скважинах. Они являются достаточными для выделения коллекторов и подтверждены результатами опробования проницаемых пластов. Основным для выделения пластов-коллекторов являлся метод ПС с привлечением комплекса МК и БМК.

Применение способов выделения коллекторов по специальным методикам нецелесообразно, так как требуют дополнительных затрат, а вышеуказанные способы и проведенный комплекс ГИС достаточно информативны при выделении пластов коллекторов.

В скважинах с ограниченным комплексом ГИС для выделения пород-коллекторов кроме качественных признаков использовались количественные критерии коллектора.

Выделение пластов-коллекторов по количественным критериям

При выделении пород-коллекторов по количественным критериям применялось два способа: статистический и корреляционный.

Статистический способ:

Статистическая обработка полученной информации реализовалась путём построения интегральных распределений (кумулят) геофизического параметра – $\alpha_{пс}$.

Относительный параметр ПС – $\alpha_{пс}$, в первую очередь, характеризующий литологию (глинистость и пористость) коллектора, рассчитывался по формуле:

$$\alpha_{пс} = \frac{\Delta U_{пс}}{\Delta U_{пс.опор}}$$

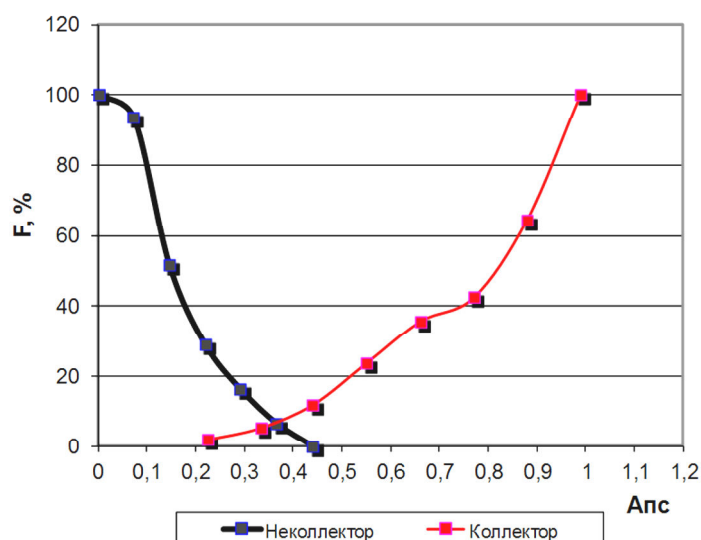


Рисунок 1 – Интегральное распределение геофизического параметра $A_{пс}$

В пределах продуктивной толщи пласта AC_{10} Биттемского месторождения для расчёта величины относительной аномалии использовались в большинстве скважин несколько опорных пластов. В качестве опорного выбирался пласт с максимальной амплитудой ПС в интервале пласта AC_{10} .

Данная зависимость даёт возможность определить граничное значение относительного параметра $A_{ncгр}$ для коллекторов пласта АС₁₀ Биттемского месторождения.

Граничное значение A_{nc} определялось по точкам пересечения куммулят для объектов коллекторов и неколлекторов и составило $A_{ncгр} = 0,36$.

Методика выделения коллекторов по A_{nc} заключается в определении α_{nc} против обрабатываемого интервала и сравнение с $A_{ncгр}$, превышение над которым даёт возможность говорить, что выделенный интервал является коллектором.

Корреляционный способ:

При обосновании количественного критерия «коллектор – неколлектор» корреляционным способом используется, в основном, петрофизическая информация.

Граничное значение каждого параметра определяют путём статистической обработки петрофизических исследований представительной коллекции образцов керна.

Керновый материал исследовался в Тюменской Центральной лаборатории.

Коллекторские свойства пород исследовались по общепринятым методикам на стандартном оборудовании. КERN из скважин отбирался снарядами КТД и «Недра».

Открытая пористость (K_n) определяется согласно ГОСТ 26450.1-85 «Горные породы. Метод определения коэффициента открытой пористости жидкостенасыщением». Пористость в песчаниках и алевролитах измерялась путём водонасыщения.

Водоудерживающая способность ($K_{во}$) пород определяется согласно СТП 50-32-90/0148463-015-90 «Горные породы. Метод определения водоудерживающей способности». Прозкстрагированный, высушенный и насыщенный моделью пластовой воды образец помещается в центрифугу и центрифугируется 40 минут при режиме 5000 об/мин. Объём порового пространства, занимаемый оставшейся после центрифугирования водой, рассчитанный путём взвешивания образца до и после центрифугирования, характеризует водоудерживающую способность породы.

Рассмотренные образцы керна представлены следующими основными литологическими типами пород: песчаники мелкозернистые, в различной степени алевроитовые, участками переходящие в крупнозернистые алевролиты и песчаники средне-мелкозернистые с единичными прослоями УСМ.

Для определения граничных значений были построены корреляционные графики следующего вида:

$$K_{во} = f(K_{пэф}); K_n = f(K_{пэф}); K_{пр} = f(K_{пэф}),$$

где K_n – открытая пористость; $K_{во}$ – остаточная водонасыщенность; $K_{пэф}$ – эффективная пористость.

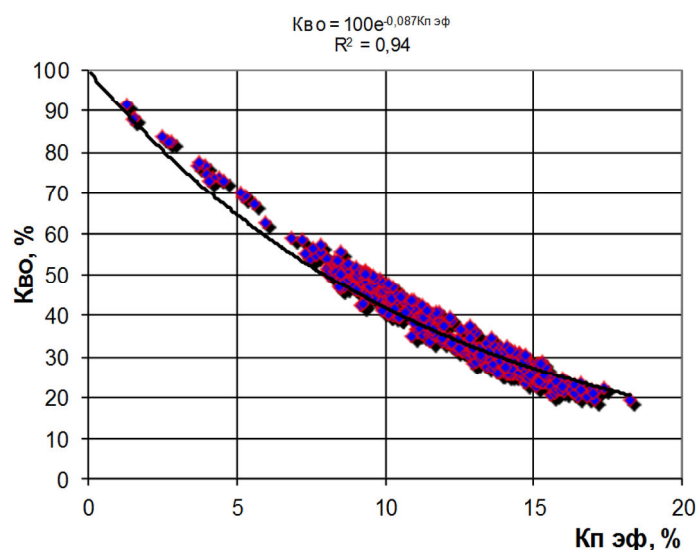


Рисунок 2 – Корреляционные графики вида $K_{во} = f(K_{пэф})$

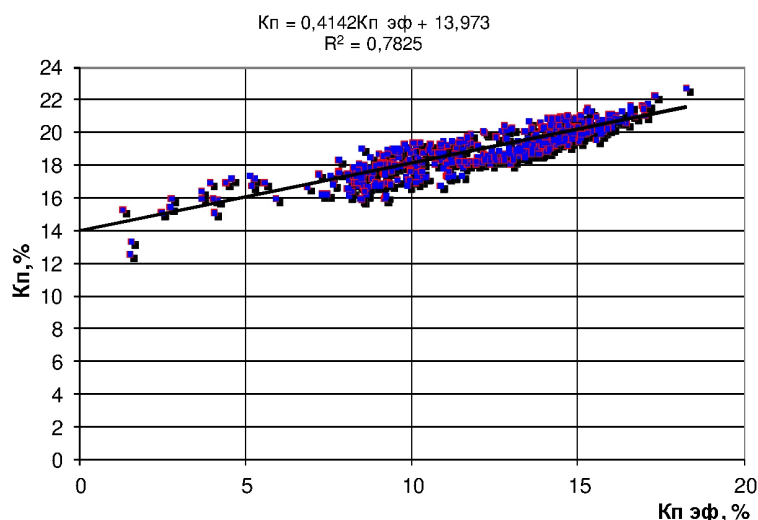


Рисунок 3 – Корреляционные графики вида $K_{п} = f(K_{пэф})$

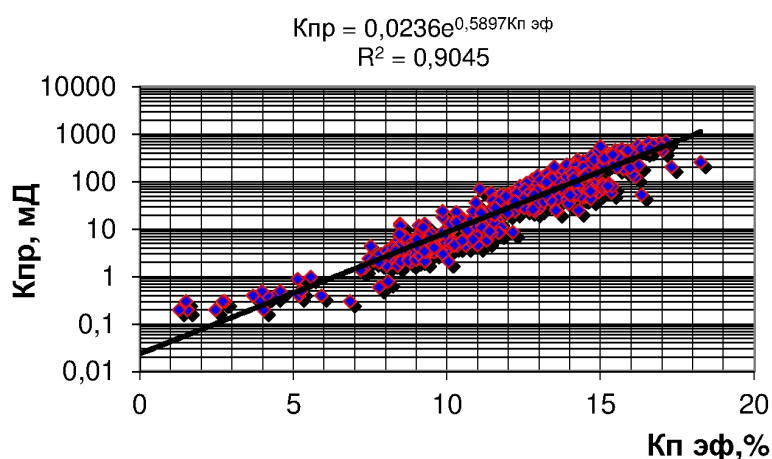


Рисунок 4 – Корреляционные графики вида $K_{пр} = f(K_{пэф})$

Основываясь на предположении, что гидрофильные межзерновые породы при $K_{во} > 0,7$ практически не отдают флюид, по зависимости $K_{во}$ от $K_{пэф}$ устанавливалось критическое значение $K_{пэф}^{крит}$, а далее по зависимости $K_{п} = f(K_{пэф})$ определялось критическое значение $K_{п}$ для пласта АС₁₀. Найденные таким образом значения $K_{пгр}$, $K_{пгр}$ и $K_{вогр}$ отражают возможность присутствия в породе эффективного пустотного пространства. Таким образом, выделение коллекторов на Биттемском месторождении осуществлялось как по количественным, так и по качественным признакам с привлечением всего комплекса методов ГИС.

Определение коэффициента пористости

Пористость пород характеризуется коэффициентом пористости $K_{п}$, который численно равен отношению объёма пор к её общему объёму породы и выражается в процентах или в долях единицы.

$$K_{п} = \frac{V_{пор}}{V_{п}}$$

Пористость горной породы – свойство породы, заключающееся в наличии в ней всякого рода пустот (пор, каверн, трещин).

Различают пористость:

- *общую* (полную), представленную всеми пустотами (как открытыми, так и закрытыми).
- *открытую*, образованную открытыми пустотами, сообщающимися между собой и составляющими единую систему пор;
- *закрытую*, образованную изолированными пустотами, не сообщающимися друг с другом и с основной системой открытых пор.

По способности пор принимать, содержать и отдавать свободную жидкость или газ различают эффективную и динамическую пористости.

$$K_{пэф} = K_{п}^* \cdot (1 - K_{во});$$

$$K_{пдин} = K_{п}^* \cdot (1 - K_{во} - K_{но}),$$

где $K_{во}$ – коэффициент остаточной воды; $K_{но}$ – коэффициент остаточной нефти.

Наличие в породе эффективной пористости ($K_{пэф} > 0$) отличает породы-коллекторы от неколлекторов. В нефтенасыщенном коллекторе часть эффективной пористости представляет динамическую пористость $K_{пдин}$.

Различная реакция отдельных методов ГИС на разные типы пустот служит физической основой определения их относительного содержания в породе. Обоснования определений проводят результатами анализов образцов керна, которые рассматривают также в качестве самостоятельного источника информации о пористости пород.

Коэффициент пористости является одним из основных подсчётных параметров и определяется по данным керна и результатам интерпретации данных ГИС. Также данные керна используются в качестве петрофизической основы интерпретации и для обоснования достоверности полученных оценок.

Определение $K_{п}$ по материалам ГИС даёт значительное преимущество перед керновой обработкой, так как позволяет охватить весь разрез по скважине. Далее будут приведены методики, по которым была выполнена оценка пористости по ГИС. Коэффициент пористости коллекторов в соответствии с выполняемым комплексом ГИС определяется по данным метода сопротивления, по данным метода потенциалов собственной поляризации (ПС), по данным нейтронных методов (НКТ, НГК), гамма-гамма плотностного каротажа (ГГК-П), и акустического (АК).

Определение коэффициента пористости по данным метода сопротивления

Коэффициент пористости определяется методом сопротивлений от параметра $P_{п}$ пористости. Параметр $P_{п}$ рассчитывают по следующим данным:

- по удельным сопротивлениям $\rho_{вп}$ коллектора, насыщенного пластовыми водами и $\rho_{в}$:

$$P_{п} = \frac{\rho_{вп}}{\rho_{в}},$$

где $\rho_{вп}$ – удельное электрическое сопротивление водонасыщенной неглинистой породы; $\rho_{в}$ – УЭС породы;

- по удельным сопротивлениям $\rho_{ф}$ и $\rho_{пп}$:

$$P_{п} = \frac{\rho_{пп}}{\rho_{ф} \cdot \Pi},$$

где $\rho_{пп}$ – УЭС промытой зоны коллектора; $\rho_{ф}$ – УЭС фильтрата глинистого раствора;

• по средним удельным сопротивлениям $\rho_{зп}$ и $\rho_{в-ф}$ в зоне проникновения фильтрата глинистого раствора:

$$P_{п} = \frac{\rho_{зп}}{\rho_{в-ф} \cdot l},$$

где $\rho_{зп}$ – УЭС зоны проникновения фильтрата глинистого раствора в коллектор;
 $\rho_{в-ф}$ – УЭС смесь пластовой воды с фильтратом.

Рассмотренные способы определения $K_{п}$ характеризуют величину этого параметра только за контуром нефтяного месторождения, поэтому при подсчёте запасов нефти и газа эти значения $K_{п}$ можно использовать как ориентировочные. Кроме того, оценка сопротивления $\rho_{пп}$, $\rho_{зп}$ и $\rho_{вп}$ для Биттемского месторождения возможна только с определённой погрешностью, так как разрез представлен тонким переслаиванием песчаников, алевролитов и глин.

Накопленный опыт показывает, что данную методику нежелательно использовать из-за больших погрешностей.

Определение коэффициента пористости по данным метода потенциалов собственной поляризации ПС

Предпосылкой для определения $K_{п}$ по диаграммам метода ПС является наличие тесной корреляционной связи диффузионно-адсорбционной активности ($A_{да}$) с фильтрационно-емкостными свойствами терригенных коллекторов. Между $A_{да}$ и $K_{п}$ установлена корреляционная связь с высоким коэффициентом корреляции, что позволяет строить связь между $K_{п}$ и $\alpha_{пс}$.

Определение $K_{п}$ по данным ПС возможно только для межзерновых терригенных, глинистых коллекторов с рассеянной глинистостью, пористость которых изменяется в широких пределах и контролируется главным образом рассеянной глинистостью, причем с ростом глинистости $K_{п}$ уменьшается. Определение коэффициента пористости по данным метода потенциалов собственной поляризации ПС основано на зависимости между относительным параметром ПС и коэффициентом пористости, определенном на керне для коллекторов изучаемого пласта.

Относительная амплитуда ПС ($\alpha_{пс}$) использовалась при построении петрофизических зависимостей типа «кern – геофизика», «геофизика – геофизика». Использование $\alpha_{пс}$ позволяет исключить ошибки, возникающие при определении величины ПС за счёт неточности масштаба записи кривой в различных условиях для отдельных скважин.

В качестве опорных пластов выбирались наиболее чистые коллекторы с максимальной амплитудой $\Delta U_{пс}$.

Для определения коэффициентов пористости коллекторов по ПС ($K_{ппс}$) использована зависимость $K_{п} = f(A_{пс})$, поскольку наблюдается зависимость между $K_{п}$ по керну ($K_{пкern}$) и $A_{пс}$ (рис. 5).

Уравнение зависимости $K_{п} = f(A_{пс})$ имеет вид:

$$K_{п} = 6,5031 \cdot A_{пс} + 13,128.$$

Ограничения метода:

- $h > 0,8 - 1, 0$ м, иначе погрешность резко возрастает, поправки не помогают;
- на величину $A_{пс}$ и результат определения пористости оказывает влияние гидрофобизация пород;
- необходимо исключить карбонатные и карбонатизированные породы, угли, битуминозные породы;
- крайне важно определить положение опорных линий песчаников и глин по разрезу.

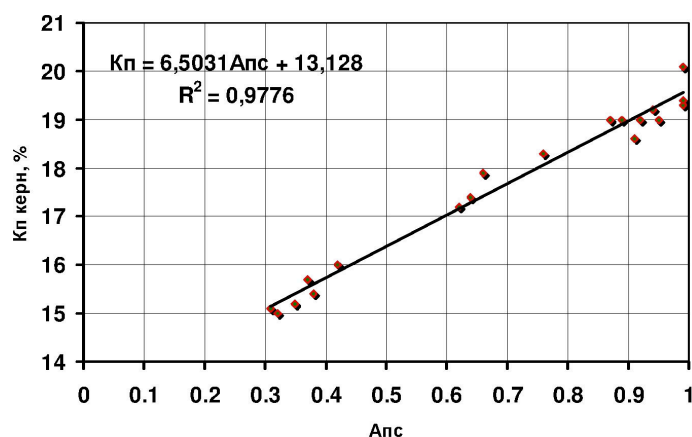


Рисунок 5 – Сопоставление $A_{пс}$ с $K_{пкерн}$ для пласта АС10 Биттемского месторождения

Для оценки достоверности определения коэффициента пористости $K_{ппс}$ по методу ПС необходимо построить график сопоставления с данными определенными по керну ($K_{пкерн}$).

Используется петрофизическая связь типа «керн – ГИС» (рис. 6)

Анализ результатов определений пористости по керну и методом ГИС показывают, что коэффициенты пористости, определённые по керну и по методу ПС, имеют близкие значения.

Погрешность определения $K_{ппс}$ лежит в пределах $\sigma = \pm 0,5 \%$.

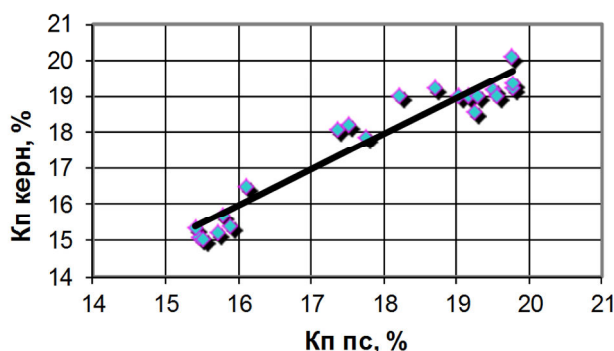


Рисунок 6 – Сопоставление $K_{пкерн}$ с $K_{ппс}$ для пласта АС10 Биттемского месторождения

Определение коэффициента пористости по данным НК

Предпосылкой определения $K_{п}$ по НК является зависимость показаний метода от суммарного водородосодержания ΣW горной породы и связь с коэффициентом общей пористости, которая описывается уравнением

$$\Sigma W = K_{п} + W_{ск} \cdot (1 - K_{п}) + W_{гл} \cdot K_{гл},$$

но так как значение $W_{ск}$ неизвестно и оказывает малое влияние на ΣW , то воспользуемся формулой:

$$\Sigma W = K_{п} + W_{гл} \cdot K_{гл},$$

где $W_{тф} = W_{гл} \cdot K_{гл}$.

Возможность определения коэффициентов пористости по НК ($K_{пнк}$), обусловлена зависимостью $K_{п} = f(\Sigma W)$. Для определения $K_{п}$ коллекторов по нейтронному ме-

тому наибольшее распространение получила методика двух опорных пластов. В качестве последних принимаются коллекторы с минимальными и максимальными показаниями. Оценивается водородосодержание чистого опорного коллектора (ω) по данным анализа керна либо рассчитывается по формуле:

$$\Sigma W_{\text{ч}} = K_{\text{п}} + W_{\text{тф}},$$

где ΣW – суммарное водородосодержание; $W_{\text{тф}}$ – водородосодержание твёрдой фазы; $K_{\text{п}}$ – устанавливается по керну либо по ГИС.

В качестве опорных пластов выбирались:

- глинистый пласт с минимальными показаниями НК ($\omega_{\Sigma} = 30 \div 35$ % – в необсаженных скважинах);
- плотный пласт с максимальными показаниями НК ($\omega_{\Sigma} = 2 \div 4$ %).

Значения пористости коллекторов по данным нейтронного метода находятся по формуле:

$$K_{\text{п}} = \Sigma W - W_{\text{тф}}.$$

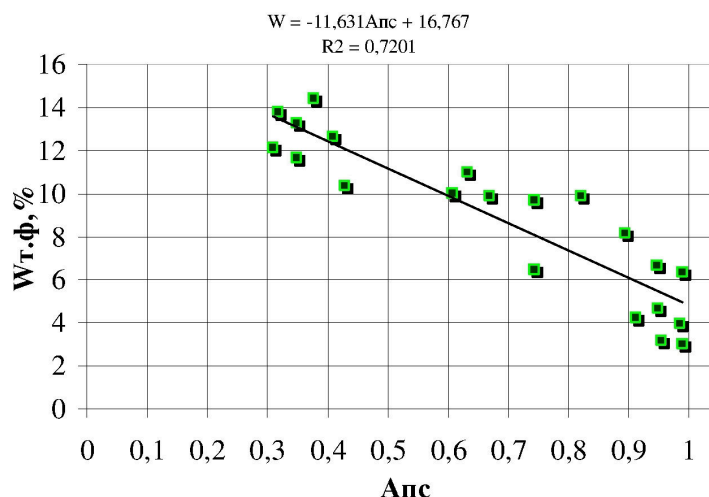


Рисунок 7 – Сопоставление $\alpha_{\text{пс}}$ с $W_{\text{тф}}$ для пласта АС₁₀ Биттемского месторождения

Из рисунка 7 следует:

$$W_{\text{тф}} = -11,6 \cdot A_{\text{пс}} + 16,77.$$

Таким образом, для пласта АС₁₀ Биттемского месторождения коэффициент пористости по НК определяется по формуле:

$$K_{\text{п}} = \Sigma W - (-11,6 \cdot A_{\text{пс}} + 16,77).$$

Результаты определения пористости по НК могут быть искажены в следующих случаях:

Ограничения метода:

- в результате влияния газоносности пород (при $K_{\text{г}} = 10$ % в зоне глубинности методов $\Delta K_{\text{п}}$ составит 2–3 %);
- в углистых пластах (в результате влияния углистых включений) при объёмном содержании 0,1 % $\Delta K_{\text{п}} = 0,8$ %;
- в случае загипсованных пород;
- в случае присутствия элементов с аномальными нейтронными характеристиками (Cl, B, Gd, Cd).

Для оценки достоверности определения коэффициента пористости $K_{пнк}$ по методу НК необходимо построить график сопоставления с данными определенными по керну ($K_{пкерн}$).

Погрешность определения $K_{пнк}$ лежит в пределах $\sigma = \pm 2,5 \%$.

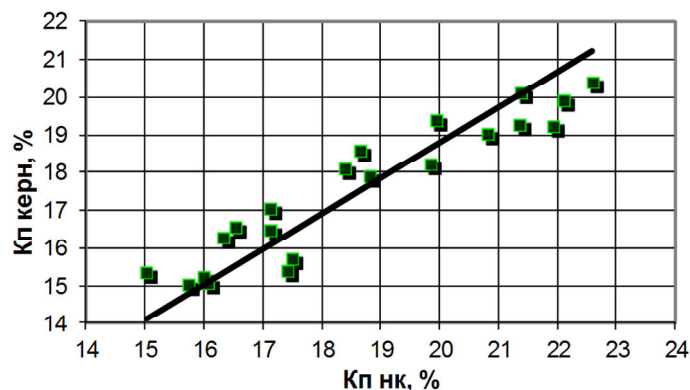


Рисунок 8 – Сопоставление $K_{п}$ керн с $K_{пнк}$ для пласта АС₁₀ Биттемского месторождения

Определение коэффициента пористости по данным гамма-гамма плотностного метода ГГК-П

При ГГК-П регистрируется плотность потока многократно комптоновско рассеянного на электронах элементов горной породы γ -излучения с энергией менее 1,2 МэВ. По измеренным скоростям счёта импульсов рассчитывается с использованием соответствующих алгоритмов и программного обеспечения объёмная плотность (δ) горной породы, отображаемая на твердой копии в виде кривой плотности δ (г/см³) в линейном масштабе.

Определение $K_{п}$ по данным ГГК-П имеет существенное преимущество по сравнению с другими методами ГИС из-за слабого влияния глинистости (минеральная плотность скелета и глинистого цемента мало различается). Этот факт позволяет рассматривать этот метод в качестве одного из основных при определении $K_{п}$.

Для определения $K_{п}$ по ГГК-П ($K_{пггк-п}$) часто используется формула:

$$K_{п} = \frac{\delta_{ск} - \delta}{\delta_{ск} - \delta_{ж}},$$

где $\delta_{ск}$ – плотность скелета пород (для коллекторов Западной Сибири принимается 2,68 г/см³); $\delta_{ж}$ – плотность флюида (принимается 1,0 г/см³); δ – объёмная плотность породы по диаграмме ГГК-П, г/см³.

Для улучшения качества кривой ГГК-П пересчитаем масштаб кривой ГГК-П:

$$\delta_{оппч} = (1 - K_{ппч}) \cdot 2,66 + \frac{K_{ппч}}{100};$$

$$\delta_{опгл} = (1 - K_{пгл}) \cdot 2,69 + \frac{K_{пгл}}{100}.$$

Из рисунка 9 получаем уравнение зависимости для пересчёта масштаба кривой ГГК-П.

Уравнение зависимости имеет вид:

$$\delta = 0,74 \cdot \delta_{ггк-п} + 0,71.$$

Для определения коэффициентов пористости коллекторов по ГГК-П ($K_{пггк-п}$) использована зависимость $K_{п} = f(\delta_{вп})$. Поскольку наблюдается зависимость между $K_{пкерн}$ и $\delta_{вп}$ (рис. 10).

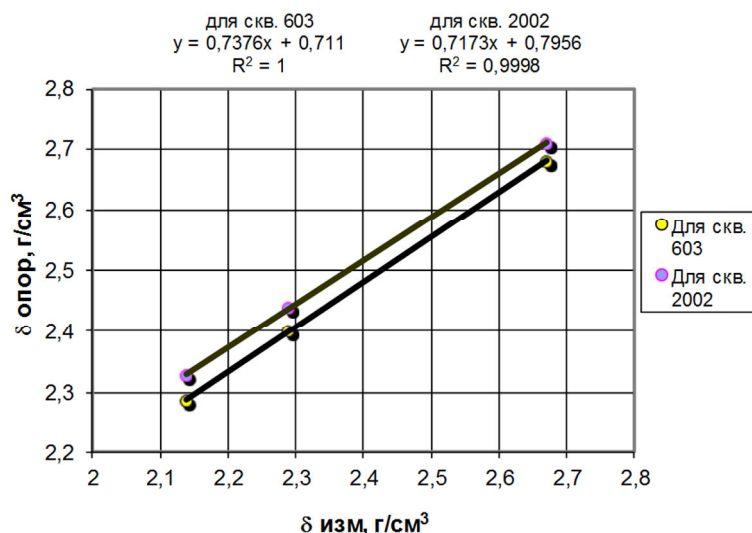


Рисунок 9 – Сопоставление $\delta_{\text{опор}}$ с $\delta_{\text{изм}}$ для пласта AC₁₀ Биттемского месторождения

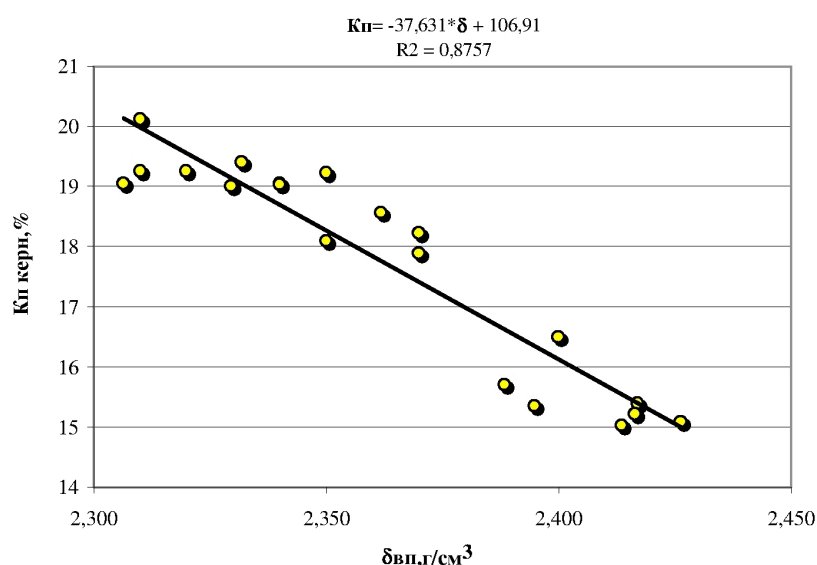


Рисунок 10 – Сопоставление $K_{\text{пкерн}}$ с $\delta_{\text{вп}}$ для пласта AC₁₀ Биттемского месторождения

Уравнение зависимости $K_{\text{пкерн}} = f(\delta_{\text{вп}})$ имеет вид:

$$K_{\text{п}} = -37,631 \cdot \delta_{\text{ГГК-П}} + 106,91.$$

Ограничения метода:

- влияние каверн, кавернозности или шероховатости (неровности) стенок скважины;
- аномалии плотности твёрдой фазы в отдельных литотипах породы: углей, плотных карбонатизированных пород, битуминозных пород, пород с повышенным содержанием органического детрита (обуглившиеся растительные остатки, подобные углю).

Для оценки достоверности определения коэффициента пористости $K_{\text{пГГК-П}}$ по методу ГГК-П необходимо построить график сопоставления с данными определёнными по керну ($K_{\text{пкерн}}$).

Используется петрофизическая связь типа «кern – ГИС» (рис. 11).

Анализ результатов определений пористости по керну и методом ГИС показывают, что коэффициенты пористости, определенные по керну и по методу ГГК-П, имеют близкие значения. Погрешность определения $K_{\text{пГГК-П}}$ лежит в пределах $\sigma = \pm 0,7 \%$.

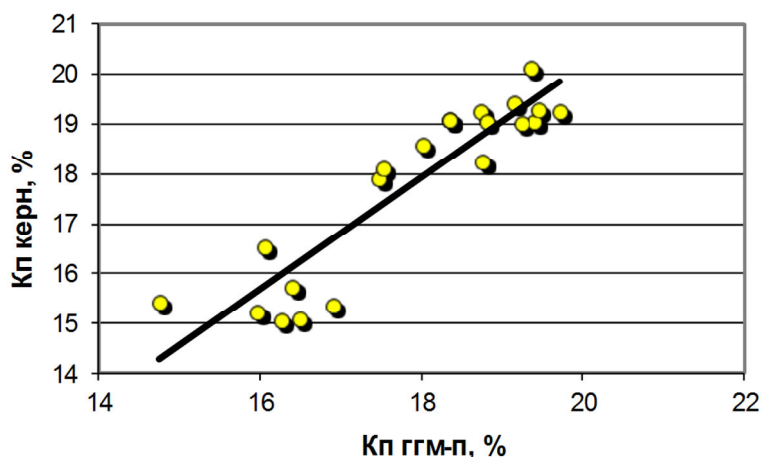


Рисунок 11 – Сопоставление $K_{пк\text{кern}}$ с $K_{пгг\text{м-п}}$ для пласта АС₁₀ Битумского месторождения

Определение коэффициента пористости по данным гамма метода ГК

Основой для определения K_p по ГК для терригенных коллекторов является наличие связи между K_p и глинистостью, и в свою очередь, связи между глинистостью и регистрируемой величиной естественной разности пород I_γ . Это позволяет строить корреляционную связь между K_p и значениями, определяемыми по ГМ (ΔI_γ). Порядок определения коэффициента пористости по ГК такой же, как и для метода ПС. При определении линии глин необходимо ориентироваться на опорные глины, выделенные по ПС (исключение составляют глины с повышенной радиоактивностью). Определение коэффициента пористости по данным естественного гамма-излучения основано на использовании зависимости $K_p = f(\Delta I_\gamma)$. Для определения K_p используют относительный параметр:

$$\alpha_{гк}^* = 1 - \Delta I_{гк}$$

Строится зависимость $\alpha_{гк}^* = f(K_p)$ (рис. 12).

Уравнение зависимости $K_{пк\text{кern}} = f(\alpha_{гк}^*)$ имеет вид:

$$K_p = 6,362 \cdot \alpha_{гк}^* + 13,337$$

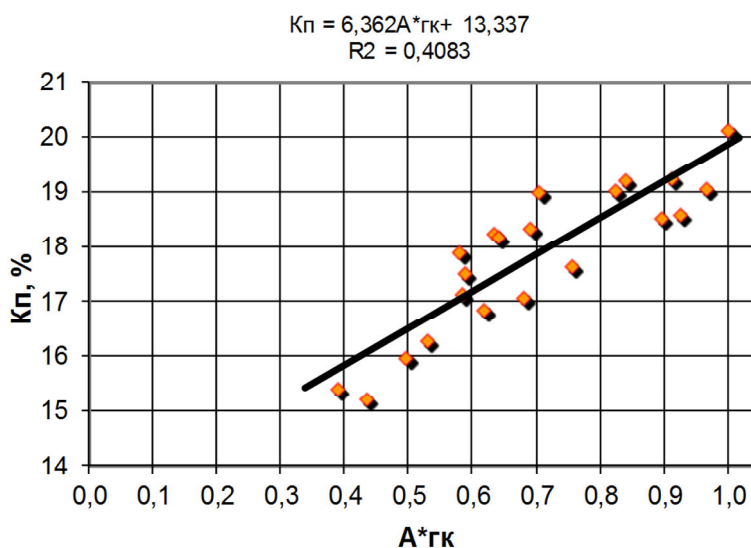


Рисунок 12 – Статистическая зависимость между относительным параметром ГК и коэффициентом пористости

Ограничения метода:

Информативность ГК снижается в интервале карбонатизированных пород, углей, битуминозных пород, а также в случае кавернозных пород.

Для оценки достоверности определения коэффициента пористости $K_{пгк}$ по методу ГК необходимо построить график сопоставления с данными определенными по керну ($K_{пкern}$).

Погрешность определения $K_{пгк}$ лежит в пределах $\sigma = \pm 2,3 \%$.

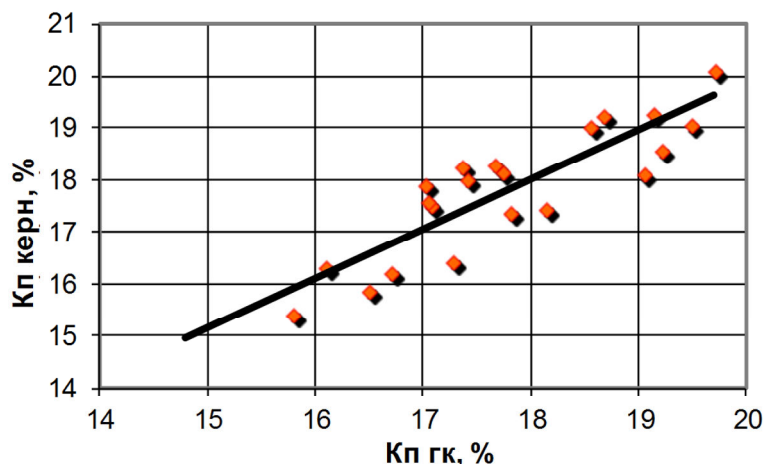


Рисунок 13 – Сопоставление $K_{пкern}$ с $K_{пгк}$ для пласта АС₁₀ Биттемовского месторождения

Определение коэффициента пористости по данным акустического метода АК

Основой метода определения $K_{п}$ породы является взаимосвязь между величиной среднего времени и $K_{п}$.

Определить коэффициент пористости по данным акустического метода можно по нескольким методикам.

Методика В.Г. Фоменко:

Определение коэффициента пористости основано на комплексировании данных методов АК и ПС, выражается гиперболическим уравнением.

$$\Delta T = C \cdot K_{п}^2 \cdot (\alpha_{пс} - 0,05)^{-0,5} + 180,$$

где C – коэффициент, учитывающий размерность величин, входящих в формулу и степень уплотнения пород ($C = 0,175$ для неокома и $C = 0,24$ для юры по методике «ЗапСибГеоНАЦ» (Таужнянский Г.В. и др.)).

Методика В. Н. Дахнова:

$$\Delta T = \Delta T_{ск} \cdot (1 - K_{п}^{т.п} - K_{гг}^{т.гг}) + \Delta T_{ж} \cdot K_{п}^{т.п} + K_{гг}^{т.гг} \cdot \Delta T_{гг},$$

где $K_{гг}$ – коэффициент объёмной глинистости; $\Delta T_{гг}$ – интервальное время в глинах; $\Delta T_{ж}$ – интервальное время продольной волны в жидкости; $\Delta T_{ск}$ – интервальное время продольной волны в скелете породы; т.п и т.гг – коэффициенты (параметры), отражающие структуру, степень консолидации и глинистости пород, значения которых возрастают с увеличением уплотнения пород и находятся в диапазоне от 0,7 до 1,5.

Методика Шлюмберже:

$$\Delta T = \Delta T_{ск} + K_{п} \cdot (\Delta T_{ж} - \Delta T_{ск}) \cdot (2 - \alpha_{пс}) \text{ или}$$

$$K_{п} = \frac{\Delta T - \Delta T_{ск}}{(\Delta T_{ж} - \Delta T_{ск}) \cdot (2 - \alpha_{пс})} = \frac{K_{пак}}{2 - \alpha_{пс}}.$$

Если $\alpha_{\text{пс}} = 1$, то данное уравнение превращается в уравнение следующего вида:

$$\Delta T = \Delta T_{\text{ск}} \cdot (1 - K_{\text{п}}) + \Delta T_{\text{ж}} \cdot K_{\text{п}}.$$

Методика «Тюменьгеофизики»:

$$K_{\text{п}} = [(\Delta T - T_{\text{ск}}) \cdot (a \cdot \alpha_{\text{пс}} + b)]^{0,5},$$

где $T_{\text{ск}} = 170 - 180$ (170 – в случае карбонатного разреза, 180 – для песчано-глинистого разреза); $n = 0,5$ – коэффициент; a и b находим через систему двух уравнений:

$$\begin{cases} K_{\text{п.ч.песч}} = [(\Delta T_{\text{ч.песч}} - 180) \cdot (a + b)]^{0,5}, \alpha_{\text{пс}} \approx 1; \\ K_{\text{п.глин}} = [(\Delta T_{\text{глин}} - 180) \cdot b]^{0,5}, \alpha_{\text{пс}} = 0. \end{cases}$$

Получаем очень простую формулу для a и b . Использование данных уравнений снижает требования к установке масштабов записи АК, потому что позволяет настроить методику обработки на каждую конкретную запись. Достоинства методики в том, что можно проверить каждую цифру.

Ограничения метода:

- влияние газонасыщения;
- наличие каверновой и трещинной пористости;
- влияние каверн, диаметра скважины на ΔT ;
- прослой углей и углефикация пород;
- степень консолидации пород;
- среднеквадратичная погрешность измерений составляет $\approx 1,8 \div 2,4$ %.

Акустический метод был выполнен в ограниченном числе скважин, кроме того, материалы этого метода в ряде скважин были забракованы из-за некачественной записи и отсутствия данных калибровок.

Оценка достоверности определения пористости по ГИС

Коэффициент пористости является важным параметром при подсчёте запасов нефти и растворённого газа. Следовательно, определение коэффициента пористости $K_{\text{п}}$ требует высокой степени его достоверности.

Вне зависимости от способа определения пористости по ГИС достоверность её определения оценивается сопоставлением с данными определений по керну. Используется петрофизическая связь типа «керн – ГИС».

Анализ этих сопоставлений показывает, что по всем методикам отличие $K_{\text{пгис}}$ от $K_{\text{пкерн}}$, в основном, в пределах 2,5 %. Эффективность методик для определения пористости убывает в следующей последовательности: ПС \rightarrow ГГМ-П \rightarrow ГМ \rightarrow НМ.

Метод ПС является наиболее представительным для определения пористости, т.к. коэффициенты пористости, определенные по керну и ГИС, имеют близкие значения. Погрешность определения $K_{\text{пс}}$ лежит в пределах $\sigma = \pm 0,5$ %.

Метод ГГМ-П также является наиболее представительным для определения коэффициента пористости. Погрешность определения $K_{\text{пггм-п}}$ лежит в пределах $\sigma = \pm 0,7$ %.

Методы ГМ и НМ являются не представительным для определения коэффициента пористости. Погрешность определения $K_{\text{пгм}}$ лежит в пределах $\sigma = \pm 2,3$ %. Погрешность определения $K_{\text{пнк}}$ лежит в пределах $\sigma = \pm 2,5$ %.

Низкая достоверность определения пористости по некоторым методам обусловлена не достаточно большим выносом керна из пласта АС₁₀ Биттемского месторождения, что осложняет определение $K_{\text{п}}$ по методам ГИС в пласте.

Так как метод ПС является наиболее представительным для определения пористости, построим зависимости типа «ГИС – ГИС» (рис. 14).

Таким образом, исходя из представленных материалов, при данном комплексе и качестве исследований скважин для определения $K_{\text{п}}$ рекомендую использовать метод потенциалов собственной поляризации ПС, так как этот метод является наиболее информативным. Однако нестабильность параметров (пористости) опорных пластов, а также воз-

возможность искажения кривых ПС влиянием фильтрационных потенциалов может осложнить интерпретацию и снизить достоверность определения пористости. Поэтому для более точного определения пористости рекомендую дополнять метод ПС методом ГГК-П.

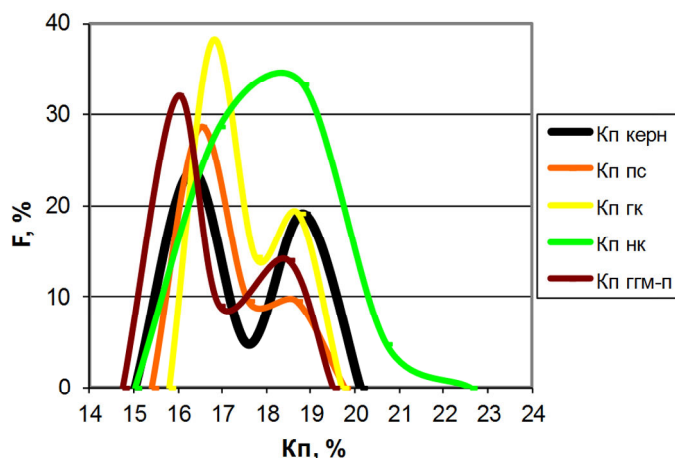


Рисунок 14 – Сопоставление K_p керн с $K_{пгис}$ для пласта АС₁₀ Биттемского месторождения

Для повышения охарактеризованности разреза оценками пористости целесообразно использовать тот метод ГИС, который наиболее полно охватывает и отражает изучаемый разрез. На данном месторождении этим требованиям также отвечает метод ПС.

Литература:

1. Справочник интерпретация результатов геофизических исследований нефтяных и газовых скважин / под редакцией В.М. Добрынина. – М. : Недра, 1988.
2. Дьяконов Д.И., Леонтьев Е.И., Кузнецов Г.С. Общий курс геофизических исследований скважин. – М. : Недра, 1984.
3. Вендельштейн Б.Ю., Резванов Р.А. Геофизические методы определения параметров нефтегазовых коллекторов. – М. : Недра, 1978.
4. Латышова М.Г. Практическое руководство по интерпретации диаграмм геофизических исследований скважин. – М. : Недра, 1991.
5. Методические рекомендации по определению подсчетных параметров залежей нефти и газ по материалам геофизических исследований скважин с привлечением результатов анализа керна, опробований и испытаний продуктивных пластов / под редакцией Б.Ю. Вендельштейна, В.Ф. Козяра, Г.Г. Яценко. – Калинин : Союзпромгеофизика, 1990.
6. Никитин А.А. Теоретические основы обработки геофизической информации. – М. : Недра, 1986.
7. Латышова М.Г., Вендельштейн Б.Ю., Тузов В.П. Обработка и интерпретация материалов геофизических исследований скважин.
8. Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Кожевников Д.А. Петрофизика. – М. : Недра, 1991.

References:

1. The reference book interpretation of results of geophysical surveys of oil and gas wells / under V.M. Dobrynin's edition. – M. : Subsoil, 1988.
2. Deacons D.I., Leontyev E.I., Kuznetsov G.S. General rate of geophysical researches of wells. – M. : Subsoil, 1984.
3. Vendelstein B.Yu., Rezvanov R.A. Geophysical methods of determination of parameters of oil and gas collectors. – M. : Subsoil, 1978.
4. Latyshova M.G. A practice guidance on interpretation of charts of geophysical surveys of wells. – M. : Subsoil, 1991.
5. Methodical recommendations about determination of subcalculating parameters of deposits of oil and gas about materials of geophysical surveys of wells with attraction of analysis results of a core, approbations and testing of productive layers / under B.Yu. Vendelstein, V.F. Kozyar, G.G. Yatsenko's edition. – Kalinin : Soyuzpromgeofizika, 1990.
6. Nikitin A.A. Theoretical bases of handling of geophysical information. – M. : Subsoil, 1986.
7. Latyshova M.G., Vendelstein B.Yu., Tuzov V.P. Handling and interpretation of materials of geophysical surveys of wells.
8. Dobrynin V.M., Vendelstein B.Yu., Kogevnikov D.A. Petrofizik. – M. : Subsoil, 1991.

УДК 528

ОТЛИЧИЕ ПОСТОЯННОГО И ПЕРИОДИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЕФОРМАЦИЙ. ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

DIFFERENCE OF FIXED AND PERIODIC MONITORING OF DEFORMATIONS. PROSPECTS OF IMPLEMENTATION ON PRODUCTION

Бандуров Виталий Игоревич

студент,
Кубанский государственный
технологический университет
vitalikbandurov@gmail.com

Гура Дмитрий Андреевич

кандидат технических наук, старший преподаватель
кафедры кадастра и геоинженерии,
Кубанский государственный
технологический университет
gda-kuban@mail.ru

Терещенко Сергей Владимирович

студент,
Кубанский государственный
технологический университет

Суслов Денис Сергеевич

студент,
Кубанский государственный
технологический университет

Туляев Иван Александрович

студент,
Кубанский государственный
технологический университет

Игнатъев Владислав Сергеевич

студент,
Кубанский государственный
технологический университет

Аннотация. Данная статья посвящена важности геодезического мониторинга осадки зданий и сооружений для безопасности, сходствам и отличиям его видов, а также перспективам его использования при строительстве.

Ключевые слова: геодезический мониторинг деформаций, перспективы, строительство.

Bandurov Vitaliy Igorevich

Student,
Kuban State University of Technology
vitalikbandurov@gmail.com

Gura Dmitriy Andreevich

Candidate of Engineering Sciences,
Senior Lecturer of the Department of
cadastre and geo-engineering,
Kuban State University of Technology
gda-kuban@mail.ru

Tereschenko Sergey Vladimirovich

Student,
Kuban State University of Technology

Suslov Denis Sergeevich

Student,
Kuban State University of Technology

Tulyaev Ivan Aleksandrovich

Student,
Kuban State University of Technology

Ignatyev Vladislav Sergeevich

Student,
Kuban State University of Technology

Annotation. This article provides to the importance of geodetic monitoring settlement of buildings and structures, similarities and differences of its kinds, and perspective for using in construction.

Keywords: geodetic monitoring of deformations, perspectives, building, construction.

Прежде чем мы перейдём к сходствам и различиям постоянного и периодического мониторинга, разберёмся, что же такое геодезический мониторинг и его цели.

Геодезический мониторинг подразумевает геодезические наблюдения за деформациями (в данном случае-осадками) строящихся зданий и сооружений, а также за зданиями, находящимися в зоне влияния строительства [1, 2].

Цели мониторинга:

- Определение величин деформации.
- Выявление их причин.
- Прогнозирование деформаций.
- Установление их допустимых величин.
- Принятие своевременных мер для обеспечения безопасности.

Объекты мониторинга:

- Сооружения и здания промышленного и гражданского назначения [3].
- Памятники архитектуры.
- Гидротехнические и высотные сооружения.
- Уникальные объекты.

Причины мониторинга:

- Строительство и эксплуатация высотных и уникальных объектов, энергетических, гидротехнических, транспортных и других сооружений, памятников архитектуры и градостроительства.
 - Возведение зданий и сооружений на территориях существующей застройки.
 - Прокладка инженерных сетей и коммуникаций.
 - Изменения геологического или гидрологического режима.
 - Сезонные климатические изменения.
- Сразу стоит заметить, что невыполнение геодезического мониторинга или неисполнение указаний геодезистов приводит к печальным последствиям, например, обрушению зданий.

Причины осадок зданий: [6]

- Просадка фундамента [13].
- Просадка грунта [14].
- Техногенные факторы.

Технология выполнения мониторинга деформаций

Для начала, по периметру здания закладываются деформационные марки (осадочные марки), по которым впоследствии проводится высокоточное геометрическое нивелирование, которое даёт нам возможность получить разность высотных отметок на марках, а в последствии и возможность анализировать абсолютные величины деформаций и скорости их изменений. Обычно для мониторинга деформаций используют прецизионные цифровые нивелиры или высокоточные тахеометры, например, Leica TCA2003 (рис. 1), а также прецизионные призмы и отражатели [5, 12].

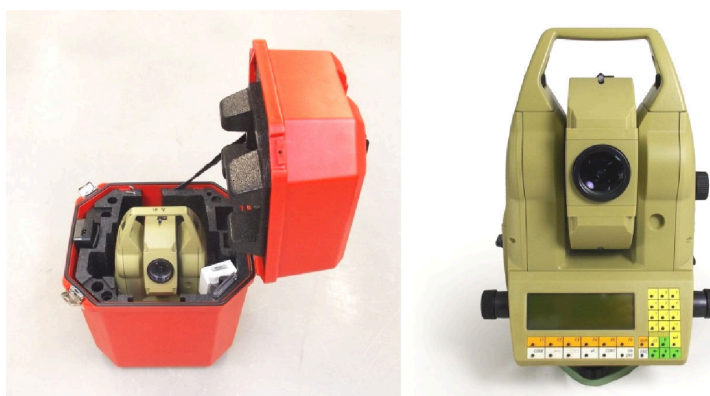


Рисунок 1 – Высокоточный тахеометр Leica TCA2003

Периодический мониторинг осадок

Периодический мониторинг, как ясно из названия происходит через определённые промежутки времени: 10 лет для обычных зданий и сооружений, 5 лет если они

находятся в агрессивной среде, а также во время строительства сооружений. Обычно для периодического мониторинга осадок используется высокоточные нивелиры, инклинометры, отражатели. Можно сказать, что периодический мониторинг в большинстве случаев используется на уже построенных зданиях и сооружениях с целью обеспечение оценки состояния несущих конструкций объекта и выдачи рекомендаций по их усилению (восстановлению). Большинство действующих гидротехнических сооружений иногда могут быть потенциально опасными, так как при их расчете и строительстве могли не учитываться современные требования сейсмических воздействий, либо вообще без какого-либо учёта сейсмики. Так же при длительной эксплуатации происходят изменения физико-механических свойств материалов сооружений и грунтов в их основаниях [9]. Любая конструкция также обладает «собственными колебаниями», которые обычно незаметны для взгляда наблюдателя. Частота и период собственных колебаний зависят от особенностей некоторых элементов сооружения, используемых материалов и целого ряда иных факторов [4]. Организация наблюдения за деформационными процессами плотины включает в себя использование отражателей (контрольных точек), закреплённых на теле плотины, а также базовых точек опорной сети – они находятся вне зоны исследуемых деформаций (рис. 2) [10].

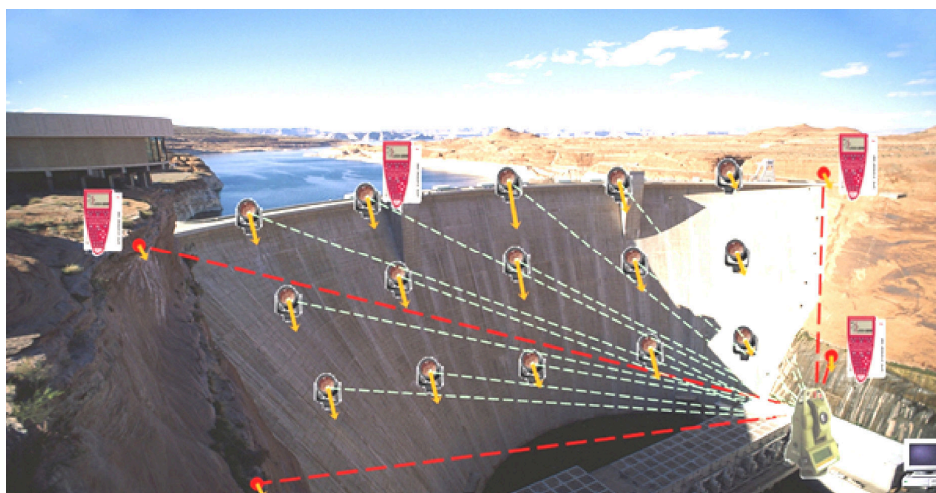


Рисунок 2 – Мониторинг деформации плотины

По результатам периодических измерений определяется стабильность положения базовых точек опорной сети и смещения контрольных точек. Посредством обобщения измерений выявляются зоны, характеризующиеся теми или иными значениями деформаций, а также делаются выводы по состоянию тела плотины в целом. Полученные данные используются для выработки рекомендаций по текущему обслуживанию плотины, подготовки прогнозов о возможности возникновения аварийных ситуаций и принятия своевременных мер по их предотвращению.

Постоянный мониторинг

Постоянный же мониторинг – это большой шаг вперед как в техническом плане, так и в плане безопасности. Каждую секунду данные поступают с высокоточных тахеометров, нивелиров и отражателей на компьютер, где и обрабатываются в графики, отчёты и т.д. От системы непрерывного мониторинга требуется высокий уровень долговечности при высоком уровне надёжности и достоверности собираемой информации о состоянии строительных конструкций. Такие требования следуют из того обстоятельства, что строительные объекты, особенно уникальные, рассчитаны на длительный срок эксплуатации, измеряемый десятками и даже сотнями лет, а события, приводящие к авариям, имеют весьма малую вероятность, измеряемую десятками и даже тысячами долями процента. Именно на гарантированную идентификацию этих долей процента должна быть нацелена система непрерывного мониторинга. В противном случае она теряет смысл. Например, для посто-

янного мониторинга осадок и деформаций существующей скоростной железной дороги на период строительства новой южной ветки корпорация KCRC (Гонконг) приобрела систему автоматизированного геодезического мониторинга деформаций производства Leica Geosystems AG. В состав системы входили 18 полностью автоматизированных высокоточных тахеометров Leica TCA2003, 5 комплектов специализированного программного обеспечения для мониторинга Leica GeoMos, более 560 прецизионных призм, несколько компьютеров, объединенных в локальную сеть (рис. 3) [7, 8, 11, 15].



Рисунок 3 – Автоматизированный геодезический мониторинг при помощи прецизионной линзы

Техническое обслуживание обеспечивали специалисты местного подразделения Leica Geosystems AG. Каждые два часа тахеометры автоматически проводили измерения положения призм, размещенных в контрольных точках и точках мониторинга. Данные наблюдений пересылались в центр управления для обработки с помощью программного обеспечения Leica GeoMos с целью выполнения стандартной процедуры анализа осадок и деформаций, графического представления данных, формирования отчетов и, при необходимости, отправки контролирующим службам тревожного сообщения в случае, когда измеряемые параметры достигали критических значений. Таким образом, каждое утро перед отправлением экспресс-поезда контролирующим службам автоматически высылался сводный отчет с анализом осадок и деформаций. При этом имелась возможность постоянного доступа ко всей информации о состоянии железнодорожного пути через Web-страницу.

Перспективы внедрения на производство

При внедрении на производстве мониторинга деформаций зданий и сооружений мы можем получать данные в режиме реального времени, уже составленные в отчёты и графики, что позволяет своевременно реагировать на изменение деформаций. Некоторые системы полностью автоматизированы и не требуют вмешательства человека, кроме как для установки оборудования и анализа полученных данных. Благодаря новейшему программному обеспечению мы можем получать данные с разных типов геодезических приборов и со спутников, что позволяет более точно оценить ситуацию. Передача информации может происходить беспроводным способом или с помощью провода, в любом случае, почти мгновенно, что очень важно, когда следует быстро принимать решения, например, при аварии на железнодорожной станции в час-пик или возможное обрушение плотины, с человеческими жертвами.

Вывод: и постоянный и периодический мониторинг деформаций нужны для предотвращения разрушений зданий и конструкций. Но первый вид используется больше для строящихся зданий и он более технологичен, а второй для уже созданных сооружений и носит более профилактический характер.

Литература:

1. Желтко Ч.Н., Шевченко Г.Г., Бердзенешвили С.Г., Гура Д.А., Олейникова Л.А. Учебная геодезическая практика : справочное пособие по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений: 120700 – Землеустройство и кадастры, 270800 – Строительство, 130500 – Нефтегазовое дело, 271101 – Строительство уникальных зданий и сооружений / ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский дом – Юг, 2014.
2. Бердзенешвили С.Г., Гура Д.А., Желтко Ч.Н., Кравченко Э.В. Картография : справочное пособие к лабораторным работам и контрольной работе для студентов всех форм обучения направления бакалавриата 120700 – «Землеустройство и кадастры» / ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский дом – Юг, 2014.
3. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Алкачев Т.Э. Анализ полученных данных методом лазерного сканирования для выполнения периодического мониторинга на примере здания расположенного в г. Краснодаре // Научные труды Кубанского государственного Технологического Университета. – 2014. – № 4. – С. 77–83.
4. Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А. Определение смещений и осадок сооружений с использованием поискового метода уравнивания // Новый университет. Серия: технические науки. – 2013. – № 7 (17). – С. 37–40.
5. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems в учебно-образовательном процессе КубГТУ. Выполнение хозяйственных работ // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 4. – С. 64–66.
6. Хорцев В.Л., Проскура Д.В., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Горизонтальные и вертикальные смещения сооружений и причины их возникновения // В сборнике: Науки о Земле на современном этапе. VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 116–119.
7. Хорцев В.Л., Проскура Д.В., Шевченко Г.Г., Гура Д.А. Наблюдения за горизонтальными и вертикальными смещениями сооружений // В сборнике: Науки о Земле на современном этапе. VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 120–123.
8. Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А. Метод определения смещений и осадок сооружений с учетом особенностей работ на строительной площадке // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – № 11. – С. 23–24.
9. Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Экологический мониторинг деформации сооружений с использованием наземного лазерного сканирования // В сборнике: Строительство – 2010. Материалы Международной научно-практической конференции. Дорожно-транспортный институт. – 2010. – С. 152–153.
10. <http://www.geodinamika.ru/monitoring-deformacionnyh-processov-stroitelnyh-i-inzhenernykh-obektov> (дата: 5.07.2016 г.).
11. <http://gisa.ru/46033.html?action=print> (дата: 5.07.2016 г.).
12. <https://www.sccsurvey.co.uk/leica-tca2003-total-station.html> (дата: 7.07.2016 г.).
13. <http://elibrary.ru/item.asp?id=11903858> (дата: 5.07.2016 г.).
14. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21182017> (дата: 5.07.2016 г.).
15. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21182022&> (дата: 5.07.2016 г.).

References:

1. Zheltko Ch.N., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Oleynikova L.A. Educational geodetic practice : Handbook for the organization and control of educational practice for students of all forms of education directions: 120700 – Land Management and inventories 270 800 – Construction, 130500 – Oil and Gas case, 271 101 – Construction of unique buildings of constructions / FGBOU VPO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing house – South, 2014.
2. Zheltko Ch.N., Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Oleynikova L.A., Kravchenko E.V. Kartografiya : Handbook to laboratory works and examination for students of all forms of education of the direction Bachelor 120700 – «Land Management and inventories» / FGBOU VPO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2014.
3. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Alkachev T.E. the analysis of the obtained data by method laser scanning for accomplishment of periodic monitoring on the example of the building located in Krasnodar // Scientific works of the Kuban State Technological University. – 2014. – № 4. – P. 77–83.
4. Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastuhov M.A. Determination of shifts and the deposit of constructions with use of a search method of equalization / New University. Series: Technical science. – 2013. – № 7 (17). – P. 37–40.
- Kuznetsova A.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. Experience of use of technologies and equipment Leica Geosystems in educational and educational process of KubGTU. Accomplishment

hozdogovornykh of works // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2013. – № 4. – P. 64–66.

5. Hortsev V.L., Proskura D.V., Gura D.A., Shevchenko G.G. Horizontal and vertical shifts of constructions and the reason of their origin // In the collection: Sciences about Earth at the present stage. VI International Scientific and Practical Conference. – 2012. – P. 116–119.

6. Hortsev V.L., Proskura D.V., Shevchenko G.G., Gura D.A. Supervision over horizontal and vertical shifts of constructions // In the collection: Sciences about Earth at the present stage. VI International Scientific and Practical Conference. – 2012. – P. 120–123.

7. Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastuhov M.A. Method of shifts and a deposit of constructions taking into account features of works on a building site // Industrial and civil engineering. – 2012. – № 11. – P. 23–24.

8. Gura D.A., Shevchenko G.G. Environmental monitoring of deformation of constructions with use of land laser scanning // In the collection: Construction – 2010. Materials of the International scientific and practical conference. Road and Transport Institute. – 2010. – P. 152–153.

9. <http://www.geodinamika.ru/monitoring-deformacionnyh-processov-stroitelnyh-i-inzhenernyh-obektov> (date: 5.07.2016).

10. <http://gisa.ru/46033.html?action=print> (date: 5.07.2016).

11. <https://www.sccsurvey.co.uk/leica-tca2003-total-station.html> (date: 5.07.2016).

12. <http://elibrary.ru/item.asp?id=11903858> (date: 5.07.2016).

13. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21182017> (date: 5.07.2016).

14. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21182022&> (date: 5.07.2016).

УДК 528

МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

METHODS OF LAND VALUATION IN CONTEMPORARY CONDITIONS

Грибкова Лариса Алексеевна

ассистент кафедры кадастра и геоинженерии,
Кубанский государственный
технологический университет

Гамидов Артём Рустамович

студент,
Кубанский государственный
технологический университет
aaartyomkaaa@gmail.com

Воротников Дмитрий

студент,
Кубанский государственный
технологический университет

Аннотация. В современном мире существуют различные методы оценки земель, каждый из которых имеет свои плюсы и минусы. В этой статье мы разберем их и выявим наиболее практичный. Целью оценки является одновременное определение кадастровой стоимости всех земельных участков в границах административно-территориальных образований по оценочным зонам на определенную дату, а также определение рыночной или какой-либо другой стоимости единичного земельного участка на дату оценки независимыми оценщиками в соответствии с принятыми стандартами и методами оценки.

Ключевые слова: принцип трех подходов, методы оценки земель.

Gribkova Larisa Alekssevna

Assistant,
Kuban State University of Technology

Gamidov Artyom Rustamovich

Student,
Kuban State University of Technology
aaartyomkaaa@gmail.com

Vorotnikov Dmitriy

Student,
Kuban State University of Technology

Annotation. In the modern world there are various evaluation methods of lands, each of which has the pluses and minuses. In this article we will sort them and we will reveal the most practical. The purpose of an assessment is simultaneous determination of cadastral cost of all parcels of land in borders of administrative-territorial educations on estimative zones for a certain date, and also determination of market or any other value of the single parcel of land for date of an assessment by independent appraisers according to accepted standards and evaluation methods.

Keywords: principle of three approaches, methods of an assessment of lands.

Итак, начнем с простого: что же такое земельный участок? Земельный участок – это часть поверхности, которая имеет фиксированную границу, площадь, местоположение, правовой статус и другие характеристики, отраженные в Государственном земельном кадастре и документах государственной регистрации прав на землю. Для подробного изучения этой темы необходимо предельно ясно понимать отличия земельного участка от других видов недвижимости: а) земля является природным ресурсом, который невозможно свободно воспроизвести в отличие от других объектов недвижимости; б) при оценке всегда необходимо учитывать возможность многоцелевого использования земли: как основного средства производства или же как пространства для социально-экономического развития; в) земельный фонд выступает основой формирования среды проживания населения страны; г) в отличие от других объектов недвижимости к стоимости земельных участков не применяются понятия физического и функционального износа, а также амортизации, поскольку срок эксплуатации земельных участков неограничен. Поэтому стоимость земли, количество которой ограничено со временем, как правило, увеличивается. Большое значение при оценке имеет категория использования земли, так как она обуславливает правовое положение, разрешенное использование и различные сервитуты, относящиеся к конкретному земельному участку. Земельный фонд России по целевому назначению и правовому режиму включает 7 категорий земель: а) земли поселений (городов, поселков и сельских поселений); б) земли сельскохозяйственного назначения;

в) земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, обороны; г) земли особо охраняемых территорий; д) земли лесного фонда; е) земли водного фонда; ж) земли запаса. Кадастровая и единичная оценки земли проводятся на основе комплексного применения трех подходов: доходного, сравнительного и затратного. На сравнительном подходе основаны метод сравнения продаж, метод выделения, метод распределения. На доходном подходе основаны метод капитализации земельной ренты, метод остатка, метод предполагаемого использования. Принципы затратного подхода в части расчета стоимости воспроизводства или замещения улучшений земельного участка используются в методе остатка и методе выделения.

Рассмотрим доходный подход оценки земель. Он применим к оценке земельных участков и позволяет получить оценку стоимости земли исходя из ожидаемых потенциальным покупателем доходов, применим только к земельным участкам, приносящим доход.

Метод прямой капитализации. Этот метод предполагает деление годового рентного дохода на соответствующую ставку капитализации, в результате чего величина доходов превращается в стоимость земельного участка. Расчеты стоимости земли методом капитализации дохода основаны на использовании следующей формулы:

$$\text{Стоимость земли} = \text{Рентный доход} / \text{Коэффициент капитализации}$$

В зависимости от целевого назначения земельного участка в качестве дохода могут выступать:

- расчетный рентный доход для оценки сельскохозяйственных и лесных земель;
- часть дохода от имущественного комплекса, приходящаяся на застроенный земельный участок;
- земельная арендная плата (арендный доход) для оценки земель поселений;
- доход от прироста стоимости земельного участка, получаемый при его продаже в будущем или при его залоге под ипотечный кредит.

Сложной проблемой доходного подхода является определение коэффициента капитализации. Особенность коэффициента капитализации, используемого при оценке земли, в том, что он состоит только из одной части – ставки дохода и не включает норму возмещения капитала.

Метод остатка. Метод применяется для оценки застроенных и незастроенных земельных участков. Условие применения метода – возможность застройки оцениваемого земельного участка улучшениями, приносящими доход.

Метод предполагает следующую последовательность действий:

- расчет стоимости воспроизводства или замещения улучшений, соответствующих наиболее эффективному использованию оцениваемого земельного участка;
- расчет чистого операционного дохода от единого объекта недвижимости за определенный период времени на основе рыночных ставок арендной платы;
- расчет чистого операционного дохода, приходящегося на улучшения, за определенный период времени как произведения стоимости воспроизводства или замещения улучшений на соответствующий коэффициент капитализации доходов от улучшений;
- расчет величины земельной ренты как разности чистого операционного дохода от единого объекта недвижимости за определенный период времени и чистого операционного дохода, приходящегося на улучшения за соответствующий период времени;
- расчет рыночной стоимости земельного участка путем капитализации земельной ренты.

Метод предполагаемого использования. Метод применяется для оценки застроенных и незастроенных земельных участков. Условие применения метода – возможность использования земельного участка способом, приносящим доход.

Метод предполагает следующую последовательность действий:

- определение суммы и временной структуры расходов, необходимых для использования земельного участка в соответствии с вариантом его наиболее эффективного использования (например, затрат на создание улучшений земельного участка или

затрат на разделение земельного участка на отдельные части, отличающиеся формами, видом и характером использования);

- определение величины и временной структуры доходов от наиболее эффективного использования земельного участка;
- определение величины и временной структуры операционных расходов, необходимых для получения доходов от наиболее эффективного использования земельного участка;
- определение величины ставки дисконтирования, соответствующей уровню риска инвестирования капитала в оцениваемый земельный участок;
- расчет стоимости земельного участка путем дисконтирования всех доходов и расходов, связанных с использованием земельного участка.

Метод сравнения продаж. Метод сравнения продаж применяется для оценки земельных участков, как занятых зданиями, строениями и сооружениями (далее – застроенных земельных участков), так и земельных участков, не занятых зданиями, строениями и сооружениями (далее – незастроенных земельных участков). Условие применения метода – наличие информации о ценах сделок с земельными участками, являющимися аналогами оцениваемого. При отсутствии информации о ценах сделок с земельными участками допускается использование цен предложения.

Метод предполагает следующую последовательность действий:

- определение элементов, по которым осуществляется сравнение объекта оценки с объектами – аналогами (далее – элементов сравнения);
- определение по каждому из элементов сравнения характера и степени отличий каждого аналога от оцениваемого земельного участка;
- определение по каждому из элементов сравнения корректировок цен аналогов, соответствующих характеру и степени отличий каждого аналога от оцениваемого земельного участка;
- корректировка по каждому из элементов сравнения цен каждого аналога, сглаживающая их отличия от оцениваемого земельного участка;
- расчет рыночной стоимости земельного участка путем обоснованного обобщения скорректированных цен аналогов.

Метод распределения. Метод применяется для оценки застроенных земельных участков. Условия применения метода:

- наличие информации о ценах сделок с едиными объектами недвижимости, аналогичными единому объекту недвижимости, включающему в себя оцениваемый земельный участок. При отсутствии информации о ценах сделок допускается использование цен предложения (спроса);
- наличие информации о наиболее вероятной доле земельного участка в рыночной стоимости единого объекта недвижимости;
- соответствие улучшений земельного участка его наиболее эффективному использованию.

Метод предполагает следующую последовательность действий:

- определение элементов, по которым осуществляется сравнение единого объекта недвижимости, включающего в себя оцениваемый земельный участок, с объектами – аналогами;
- определение по каждому из элементов сравнения характера и степени отличий каждого аналога от единого объекта недвижимости, включающего в себя оцениваемый земельный участок;
- определение по каждому из элементов сравнения корректировок цен аналогов, соответствующих характеру и степени отличий каждого аналога от единого объекта недвижимости, включающего в себя оцениваемый земельный участок;
- корректировка по каждому из элементов сравнения цен каждого аналога, сглаживающая их отличия от единого объекта недвижимости, включающего в себя оцениваемый земельный участок;
- расчет рыночной стоимости единого объекта недвижимости, включающего в себя оцениваемый земельный участок, путем обоснованного обобщения скорректированных цен аналогов;

• расчет рыночной стоимости оцениваемого земельного участка путем умножения рыночной стоимости единого объекта недвижимости, включающего в себя оцениваемый земельный участок, на наиболее вероятное значение доли земельного участка в рыночной стоимости единого объекта недвижимости.

Таким образом, изучив выше перечисленные методы можно предположить, что самым универсальным является метод сравнения продаж, так как с его помощью можно оценивать как застроенные, так и свободные земельные участки. Но в отличие от метода предполагаемого использования, отсутствие необходимости использования земельного участка для получения прибыли дает возможность оценивать земельный участок в перспективах для различной деятельности. А также использование данного метода способствует улучшению и развитию земельного рынка в нашей стране.

Литература:

1. Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Желтко Ч.Н., Кравченко Э.В. Картография : справочное пособие к лабораторным работам и контрольной работе для студентов всех форм обучения направления бакалавриата 120700 – «Землеустройство и кадастры» / ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014.
2. Гура Д.А., Петрухина В.В. О правилах раздела земельного участка // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 64–66.
3. Осенняя А.В., Осенняя Е.Д., Хахук Б.А., Гура Д.А. Технический учет и инвентаризация объектов капитального строительства // Теоретические основы системы технического учета и инвентаризации объектов капитального строительства. – Краснодар, 2012. – Ч. 2.
4. Гура Д.А., Алиева М.В. Кадастрово-геодезические работы при строительстве жилого комплекса «Изумрудный город» в муниципальном образовании «город Краснодар» // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 71–74.
5. Гура Д.А., Кусова С.И., Кравцова Т.В. О проблемах современного кадастра // В сборнике: Науки о Земле на современном этапе. VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 73–75.
6. Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Желтко С.Ч., Бердзенишвили С.Г., Нелюбов Ю.С. Геодезические работы при ведении кадастра : Методические указания к практическим занятиям для студентов всех форм обучения специальности 120303 Городской кадастр и направления 120700. 62 Землеустройство и кадастры. – Краснодар, 2011.
7. Ключин Е.Б. и др. Инженерная геодезия : учебник для студентов высших учебных заведений. – М., 2008. Государственная кадастровая оценка земель: Методы и оценка методов / Родин А., Носов С., Бондарев Б., Корнеев А., Капитонов А. – С. 29–35.
8. Реализация метода реальных опционов при оценке рыночной стоимости земель сельскохозяйственного назначения. Ганжа С.В., Роговский Е.И., Ганжа Н.С. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 1 (99). – С. 137–141.
9. Осенняя А.В., Осенняя Е.Д., Хахук Б.А., Гура Д.А., Коломыцев А.А. Совершенствование институционально-экономического механизма оценки земель в современных условиях. – Краснодар, 2013.
10. Методы оценки земель поселений и планирование их развития / Беристенов А.Т., Портнов А.М., Москвин В.Н. // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2006. – Т. 2. – № 1. – С. 126–132.
11. Осенняя А.В. Технический учёт и инвентаризация объектов капитального строительства : Анализ действующей системы технического учёта и инвентаризации объектов капитального строительства / А.В. Осенняя, Е.Д. Осенняя, Б.А. Хахук, Д.А. Гура; ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар, 2012. – Ч. 1.
12. Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий : Методические указания по выполнению контрольной работы для студентов заочной, дистанционной форм обучения и МИППС специальности 120303 Городской кадастр. – Краснодар, 2010.
13. Методы оценки земель сельскохозяйственного назначения (Кирилленков Г.) // В сборнике: теория и практика кадастровой деятельности сборник научных трудов студентов по результатам работы научного кружка «Кадастровый квартал». – Новочеркасск, 2015. – С. 70.
14. Осенняя А.В. Технический учёт и инвентаризация объектов капитального строительства / А.В. Осенняя, Е.Д. Осенняя, Б.А. Хахук, Д.А. Гура; ФГБОУ ВПО «КубГТУ» // Практические вопросы технического учёта инвентаризации объектов капитального строительства. – Краснодар, 2012. – Ч. 3.

15. Осенняя А.В., Осенняя Е.Д., Хакук Б.А., Гура Д.А. Теоретические основы системы технического учета и инвентаризации объектов капитального строительства : Учебное пособие по дисциплине «Технический учет и инвентаризация объектов капитального строительства» для студентов всех форм обучения специальности 120303 – «Городской кадастр». – Краснодар, 2011.

References:

1. Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Zheltko Ch.N., Kravchenko E.V. Kartografy : Handbook to laboratory works and examination for students of all forms of education of the direction of a bachelor degree 120700 – «Land management and inventories» / FGBOU VPO «KubGTU». – Краснодар : Publishing House – South, 2014.

2. Gura D.A., Petrukhnina V.V. About rules of the section of the parcel of land // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. VIII International scientific and practical conference. – 2013. – P. 64–66.

3. Osennyyaya A.V., Osennyyaya E.D., Hakhuk B.A., Gura D.A. Tekhnichesky accounting and inventory count of capital construction projects // Theoretical bases of system of technical accounting and inventory count capital construction projects. – Краснодар, 2012. – P. 2.

4. Gura D.A., Aliyeva M.V. Cadastral and geodetic works in case of construction of a housing estate «The emerald city» in municipality «city of Krasnodar» // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 71–74.

5. Gura D.A., Kusova S.I., Kravtsova T.V. About problems of the modern inventory // In the collection: Sciences about Earth at the present stage. VI International scientific and practical conference. – 2012. – P. 73–75.

6. Karelians S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Zheltko S.Ch., Berdzenishvili S.G., Nelyubov Yu.S. Geodetic works when maintaining the inventory : Methodical instructions to a practical training for students of all forms of education of specialty 120303 the City inventory and the Land management directions 120700.62 and inventories. – Краснодар, 2011.

7. Klyushin E.B. et al. Engineering surveying : textbook for students of higher educational institutions. – M., 2008. State cadastral valuation of the land: and evaluation methods. Rodin A., Nosov S., Bondarev B., Korneev A., Kapitonov A. – C. 29–35.

8. Implementation of the method of real options when evaluating the market value of agricultural land / Ganja S.V., Rogowski E.I., Ganja N.S. // Bulletin of the Altai State Agrarian University. – 2013. – № 1 (99). – P. 137–141.

9. Osennyya A.V., Osennyyaya E.D., Hakhuk B.A., Gura D.A., Kolomytsev A.A. Enhancement of the institutional and economic mechanism of an assessment of lands in modern conditions. – Краснодар, 2013.

10. Methods of assessment of land settlements and planning their development / Beristenov A.T., Portnov A.M., Moskvina V.N. // Interexpo Geo-Siberia. – 2006. – V. 2. – № 1. – P. 126–132.

11. Osennyyaya A.V. Tekhnichesky accounting and inventory count of capital construction projects / A.V. Osennyyaya, E.D. Osennyyaya, B.A. Hakhuk, D.A. Gura; FGBOU VPO «KubGTU» // Analysis of the operating system of technical accounting and capital construction projects. – Краснодар, 2012. – Part 1.

12. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Shevchenko G.G. Fotogrammetriya and remote sensing of territories // Methodical instructions on performance of examination for students of the correspondence, remote forms of education and MIPPS of specialty 120303 City inventory. – Краснодар, 2010.

13. Methods of assessment of land for agricultural purposes (Kirillenkova G.) // in the collection Theory and Practice cadastre collection of scientific works of students on the results of the scientific circle «Cadastral quarter». – Novocherkassk, 2015. – 70 p.

14. Osennyyaya A.V. Tekhnichesky accounting and inventory count of capital construction projects / A.V. Osennyyaya, E.D. Osennyyaya, B.A. Hakhuk, D.A. Gura; FGBOU VPO «KubGTU» // Practical questions of technical accounting of inventory count of capital construction projects. – Краснодар, 2012. – Part 3.

15. Osennyyaya A.V., Osennyyaya E.D., Hakhuk B.A., Gura D.A. Theoretical bases of system of technical accounting and inventory count of capital construction projects : Education guidance on discipline «Technical accounting and inventory count of capital construction projects» for students of all forms of education of specialty 120303 – «The city inventory». – Краснодар, 2011.

УДК 528

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ДЕФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

REVIEW OF MODERN GEODETIC INSTRUMENTS TO PERFORM DEFORMATION MONITORING

И.С. Грибкова

Кубанский государственный
технологический университет

А.В. Юрий

Кубанский государственный
технологический университет
andry_yuriy@mail.ru

Г.В. Бедин

Кубанский государственный
технологический университет

А.С. Низовских

Кубанский государственный
технологический университет

О.В. Москвина

Кубанский государственный
технологический университет

Аннотация. Проведен обзор современных геодезических приборов при помощи которых выполняется постоянный деформационный мониторинг.

Ключевые слова: мониторинг, тахеометр, геодезические приборы, инженерная геодезия

I.S. Gribkova

Kuban State University of Technology

A.V. Yuriy

Kuban State University of Technology
andry_yuriy@mail.ru

G.V. Bedin

Kuban State University of Technology

A.S. Nizovskikh

Kuban State University of Technology

O.V. Moskvina

Kuban State University of Technology

Annotation. A review of modern surveying instruments using which runs continuously deformation monitoring.

Keywords: monitoring, instrument, surveying instruments, engineering geodesy.

Задачи Геодезии обширны и многогранны, но существует две основные и самые важные:-это научные и научно-технические задачи [1, 2, 15].

Главной научной задачей геодезии является определении формы и размеров Земли и ее внешнего гравитационного поля; наряду с этим геодезия играет большую роль в решении многих других задач [3].

Например: постоянный мониторинг зданий и сооружений на деформации или деформационный мониторинг мостов [4].

Перед рассмотрением этих задач, хотелось бы сказать пару слов о современных геодезических приборах, при помощи которых мы и производим деформационные мониторинги [5].

В последнее время при выполнении геодезических работ стали чаще использовать тахеометры, так как приборы точнее, и измерения занимают намного меньше времени. Современные электронные тахеометры оснащаются микрокомпьютерами, которые показывают на экране вычисленные углы и расстояния, а так же могут сразу преобразовывать эти значения в координаты на местности. Тахеометры бывают отражательные и безотражательные [6]. Отражательные тахеометры требуют для своей работы отражателей, устанавливаемых на вешках. Безотражательные тахеометры используют в своей работе мощный лазерный луч, который может отражаться от любых объектов на местности.

Так же часто используются лазерные сканеры.

Лазерные сканеры по своим функциям похожи на электронные безотражательные тахеометры (измеряют углы и расстояния до любых объектов), но они выполняют измерения не по одной точке, указываемой оператором, а сразу пакетами. Сканеры перемещают лазерный луч по горизонтали и вертикали, снимая подряд все объекты, попадающие на пути. В результате образуется плотная сеть точек съёмки.

Традиционно периодический мониторинг состояния сооружения выполняется с использованием различных геодезических средств:

- оптические высокоточные нивелиры (определение вертикальных осадок);
- электронные тахеометры TPS (определение горизонтальных и вертикальных смещений);
- спутниковые приемники GPS (определение горизонтальных и вертикальных смещений);
- дальномеры (определение горизонтальных смещений); датчики наклона, акселерометры, тензометры, щелемеры и другие средства сбора данных [7, 8].

Итак **Деформационный мониторинг** – это система измерений геометрических и физико-технических параметров объекта, направленная на определение отклонений, выявление деформаций и кренов [9]. **Цель деформационного мониторинга** – получение данных о критических отклонениях зданий и сооружений от заданных в проекте, с определением временного отрезка возникновения этих изменений [10].

Мониторинг зданий и сооружений – это контроль отклонений конструкций объектов от проектных величин из-за деформации (сдвигов, просадки и образования кренов), которые происходят под действием различных факторов и могут привести к обрушению [11]. Креном называют отклонение оси объекта в вертикальной плоскости, простыми словами – это наклон здания [12]. Все конструкции находятся под постоянным внешним воздействием, которое может быть как природного, так и техногенного характера. Совокупность этих сил, влияющих на объект строительства, приводит в той или иной степени к деформации зданий и сооружений.

Геодезический мониторинг зданий

Геодезический мониторинг выполняется циклически, проведением полной проверки объекта обследования, через выбранный временной интервал [13].

Геодезический мониторинг зданий – периодическая проверка на деформации, которая проводится геодезическими методами, путем обследования и расчетов, при строительстве зданий и сооружений.

Мониторинг осуществляется с помощью специально закрепленных на здании геодезических (деформационных) марок, точными измерительными инструментами – электронными тахеометрами. На основании полученных данных выполняются необходимые вычисления, которые показывают наличие или отсутствие деформационных изменений и скорость с которой они происходят. По результатам проведенного анализа составляется прогноз возможных последствий и даются рекомендации по их устранению [14].

Литература:

1. Гура Д.А., Карслян А.М. Особенности съёмки подземных коммуникаций для составления технического плана на примере города Рязани // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 3. – С. 99–109.
2. Желтко Ч.Н., Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Олейникова Л.А. Учебная геодезическая практика : Справочное пособие по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений: 120700 – Землеустройство и кадастры, 270800 – Строительство, 130500 – Нефтегазовое дело, 271101 – Строительство уникальных зданий сооружений / ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014.
3. Хорцев В.Л., Проскура Д.В., Шевченко Г.Г., Гура Д.А. Наблюдения за горизонтальными и вертикальными смещениями сооружений // В сборнике: Науки о Земле на современном этапе. VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 120–123.

4. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems в учебно-образовательном процессе КубГТУ. Выполнение хозяйственных работ // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 4. – С. 64–66.
5. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G. Experimental investigations of the errors of measurements of horizontal angles by means of electronic tacheometers // Measurement Techniques. – 2014. – V. 57. – № 3. – С. 277–279.
6. Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Аветисян Г.Г. Измерения геометрии высоких стальных трёхгранных сооружений // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2010. – № 6. – С. 13–19.
7. Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А. Метод определения смещений и осадок сооружений с учетом особенностей работ на строительной площадке // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – № 11. – С. 23–24.
8. Хорцев В.Л., Проскура Д.В., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Горизонтальные и вертикальные смещения сооружений и причины их возникновения // В сборнике: Науки о Земле на современном этапе. VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 116–119.
9. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Алкачев Т.Э. Анализ полученных данных методом лазерного сканирования для выполнения периодического мониторинга на примере здания расположенного в г. Краснодаре // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2014. – № 4. – С. 77–83.
10. <http://elibrary.ru/querybox.asp?scope=newquery>
11. Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А. Определение смещений и осадок сооружений с использованием поискового метода уравнивания // Новый университет. Серия: Технические науки. – 2013. – № 7 (17). – С. 37–40.
12. Желтко Ч.Н., Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Кузнецова А.А. Алгоритм определения координат при мониторинге сооружений с использованием поискового метода уравнивания // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 3. – С. 60–64.
13. Абушенко С.С., Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Ильченко Е.С. Определение невертикальности сооружения безотражательным тахеометром // В сборнике: Науки о Земле на современном этапе. VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 98–102.
14. <http://topogis.ru/sgp.html>
15. <https://author24.ru/order/getoneorder/1292702>

References:

1. Gura D.A., Karslyan A.M. Features of shooting of underground communications for creation of the technical plan on the example of the city of Ryazan // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 3. – P. 99–109.
2. Zheltko Ch.N., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Oleynikova L.A. Educational geodetic practice : Handbook on the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the directions: 120700 – Land management and inventories, 270800 – Construction, 130500 – Oil and gas case, 271101 – Construction of unique buildings of constructions / FGBOU VPO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2014.
3. Abushenko S.S., Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Ilchenko E.S. Determination of not vertical position of a construction the bezotrazhatelny tacheometer // In the collection: Sciences about Earth at the present stage. VI International scientific and practical conference. – 2012. – P. 98–102.
4. Hortsev V.L., Proskura D.V., Gura D.A., Shevchenko G.G. Horizontal and vertical shifts of constructions and the reason of their origin // In the collection: Sciences about Earth at the present stage. VI International scientific and practical conference. – 2012. – P. 116–119.
5. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Alkachev T.E. The analysis of the obtained data by method of laser scanning for accomplishment of periodic monitoring on the example of the building located in Krasnodar // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2014. – No. 4. – P. 77–83.
6. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Avetisyan G.G. Measurements of geometry of high steel trihedral constructions // News of higher educational institutions. Geodesy and aerial photography. – 2010. – No. 6. – P. 13–19.
7. Gura D.A., Shevchenko G.G. Modern measuring technologies at department of the inventory and geoen지니어ing in KUBGTU // Scientific and technical magazine on geodesy, cartography and navigation of the Geopro. – 2012. – No. 6. – P. 23–24.
8. Hortsev V.L., Proskura D.V., Shevchenko G.G., Gura D.A. Supervision over horizontal and vertical shifts of constructions // In the collection: Sciences about Earth at the present stage. VI International scientific and practical conference. – 2012. – P. 120–123.

9. Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastuhov M.A. Determination of shifts and a deposit of constructions with use of a search method of equalization // New university. Series: Technical science. – 2013. – No. 7 (17). – P. 37–40.

10. <http://elibrary.ru/querybox.asp?scope=newquery>

11. Zheltko Ch.N., Shevchenko G.G., Gura D.A., Kuznetsova A.A. Algorithm of determination of coordinates when monitoring constructions with use of a search method of equalization // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2013. – No. 3. – P. 60–64.

12. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. Experience of use of technologies and equipment Leica Geosystems in educational and educational process of KUBGTU. Accomplishment hozdogovornykh of works // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2013. – No. 4. – P. 64–66.

13. Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastuhov M.A. Metod of determination of shifts and a deposit of constructions taking into account features of works on a building site // Industrial and civil engineering. – 2012. – No. 11. – P. 23–24.

14. <http://topogis.ru/sgp.html>

15. <https://author24.ru/order/getoneorder/1292702>

УДК 528

ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ МЕТОДИКАМИ

INSPECTION OF TECHNICAL CONDITION OF BUILDINGS GEODETIC TECHNIQUES

Л.А. Грибкова

Кубанский государственный
технологический университет
larisa.gri2012@mail.ru

Е.В. Казюра

Кубанский государственный
технологический университет
ekaterina.vovkovna.2015@mail.ru

L.A. Gribkova

Kuban State University of Technology
larisa.gri2012@mail.ru

E.V. Kazyura

Kuban State University of Technology
ekaterina.vovkovna.2015@mail.ru

Аннотация. В статье приведены и охарактеризованы основные методики обследования технического состояния зданий, касающиеся выявления деформаций и осадок инженерных сооружений. Раскрыты их главные особенности.

Ключевые слова: геодезические методики, тригонометрическое, гидростатическое и геометрическое нивелирование, створный метод, триангуляция, спутниковая аппаратура.

Annotation. The article presents and describes the main methods of technical condition inspection of buildings as to the identification of deformations and sediment engineering structures. Disclosure of their key features.

Keywords: geodetic techniques, trigonometric, geometric and hydrostatic leveling, stvorny method triangulation, satellite equipment.

С тех пор как человек перешел от первобытного общества к современному, начался активный рост городов и сельских населенных пунктов. Для каждого жителя города, села, деревни всё больше и больше становится важным техническое состояние его собственного жилища, а значит, с каждым разом он всё чаще начинает задумываться и прибегать к обследованию технического состояния здания.

В настоящее время наибольшую значимость в обследовании имеют геодезические методики, помогающие человеку определить техническое состояние здания. Пользуясь этими методиками, человек способен предотвратить самые тяжелые последствия ухудшения состояния построенного здания, а также предварительно выявить неисправности в строительстве нового сооружения.

Основные методики, используемые при обследовании технического состояния зданий

Выявление деформаций и осадок инженерных сооружений:

- тригонометрическое нивелирование;
- гидростатическое нивелирование;
- створные методы;
- триангуляция;
- геометрическое нивелирование I и II классов;
- метод с использованием различной спутниковой аппаратуры.

Охарактеризуем каждый метод:

Тригонометрическое нивелирование – применяется для определения вертикальных смещений открытых, а также труднодоступных и отдаленных точек сооружения.

Гидростатическое нивелирование – позволяет определить превышения и получить результаты высокой точности (приблизительно 0,01 мм). Благодаря этому способу можно производить наблюдения между точками через имеющиеся препятствия. Главным минусом этого метода является то, что он должен проводиться лишь в неподвижных помещениях с хорошими метеорологическими условиями.

Створные методы – комплекс действий, с помощью которых можно определить положения точек относительно прямой линии, задающей

Триангуляция – наиболее удобный способ для определения линейных смещений.

Геометрическое нивелирование I и II классов – метод измерения осадок. Простота производства работ и наивысочайшая точность – главное его преимущество. Согласно этому можно проводить измерения для любого количества ственных марок и грунтовых реперов независимо от погодных условий. Нивелирование применяют короткими плечами, так как точки на сооружении обычно находятся на расстоянии от 5 до 25 метров.

Схема определения деформаций и осадок сооружений с помощью метода геометрического нивелирования:

- создание геодезической сети, состоящей из исходных реперов высотной основы и точек на сооружении;
- проведение повторяющихся измерений превышений между точками сети;
- оценивание параметров деформаций, а также осадок сооружений;
- анализ и истолкование результатов обработки.

Метод с использованием различной спутниковой аппаратуры – используется для определения деформаций как на участках, так и на больших территориях. Основой является синхронность выполнения измерений и их оперативность, что позволяет одновременно определить деформации на всем участке с точностью используемой спутниковой аппаратуры.

При правильном выборе аппаратуры можно добиться необходимой точности, а также высокой производительности при минимальных затратах. Не стоит забывать о том, что с большинством приемников идет набор опций, имеющих свою цену.

Вот список спутниковых приемников в зависимости от их стоимости:

- кодовый приемник для навигации по стандартному коду GPS или ГЛОНАСС;
- кодовый приемник с дифференциальным режимом при постобработке;
- кодовый приемник с дифференциальным режимом в реальном времени;
- фазовый одночастотный приемник;
- фазовый одночастотный приемник с возможностями работы в реальном времени;
- фазовые двухчастотные приемники с возможностями съемки в реальном времени или только с пост-обработкой.

Определение деформаций инженерных сооружений является важной задачей, а также само определение величин деформаций занимает главную роль при строительстве и эксплуатации различных сооружений. Этой задачей занимаются основательно и регулярно. С каждым годом совершенствуются методики определения величин деформаций.

Таким образом, руководствуясь этой статьей, каждый человек может выбрать себе наиболее подходящий метод обследования технического состояния здания и в дальнейшем предотвращать и не допускать деформаций и осадок инженерного сооружения.

Литература:

1. Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Современные измерительные технологии на кафедре кадастра и геоинженерии в КубГТУ // Геопрофи. – 2012. – № 6. – С. 23–24.
2. Осенняя А.В., Осенняя Е.Д., Хахук Б.А., Гура Д.А. Технический учет и инвентаризация объектов капитального строительства. Теоретические основы системы технического учета и инвентаризации объектов капитального строительства. – Краснодар, 2012. – Ч. 2. – 112 с.
3. Ключин Е.Б., Михелев Д.Ш. Геодезия : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по укрупненному направлению подготовки «Геодезия и землеустройство». – М. : Сер. Учебник 2012. (11-е изд., перераб.), 2012.
4. Рудик Е.А., Гура Д.А. Проведение топографической съемки с применением спутниковых систем и электронных тахеометров // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 118–120.
5. Гура Д.А., Гура Т.А. Обзор инженерно-геодезических задач, решаемых с использованием современных электронных тахеометров // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 110–113.
6. Ключин Е.Б., Куприянов А.О., Шлапак В.В. Спутниковые методы измерений в геодезии : учеб. пособие : для студентов III курса специальности 300100 (120101) – Прикладная геодезия. – М. : Изд-во МИИГАиК, 2006. – 60 с.

7. Куприянов А.О. Глобальные спутниковые системы для задач землеустройства, кадастра и мониторинга // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель*. – 2011. – № 4 (76). – С. 054–062.
8. Соколов Ю.Г., Струсь С.С., Пшидаток С.К., Губанова Н.Я. К вопросу оценки точности геодезических сетей из четырехугольника с измеренными сторонами // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. – 2014. – № 98. – С. 1588–1605.
9. Гура Д.А., Доценко А.Е. О необходимости выполнения геодезической съемки // *Актуальные вопросы науки: Материалы IX Международной научно-практической конференции (25.04.2013)*. – М. : Издательство «Спутник +», 2013. – С. 204–206.
10. Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А. Метод определения смещения и осадок сооружений с учетом особенностей работ на строительной площадке // *Промышленное и гражданское строительство*. – 2012. – №11. – С. 23–24.
11. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G. Experimental investigations of the errors of measurements of horizontal angles by means of electronic tachometers // *Measurement Techniques*. – 2014. – V. 57. – № 3. – P. 277–279.
12. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems в учебно-образовательном процессе КубГТУ. Выполнение хозяйственных работ // *Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник)*. – 2013. – № 4. – С. 64–66.
13. Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Аветисян Г.Г. Измерения геометрии высоких стальных трёхгранных сооружений // *Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка*. – 2010. – № 6. – С. 13–19.
14. Осенняя А.В., Осенняя Е.Д., Хахук Б.А., Гура Д.А. Теоретические основы системы технического учета и инвентаризации объектов капитального строительства : Учебное пособие по дисциплине «Технический учет и инвентаризация объектов капитального строительства» для студентов всех форм обучения специальности 120303 – «Городской кадастр». – Краснодар, 2011.
15. Брынё М.Я. и др. Инженерная геодезия : учебное пособие / Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования «Петербургский гос. ун-т путей сообщ.»; под ред. В.А. Коугия. – Санкт-Петербург, 2007.

References:

1. Gura D.A., Shevchenko G.G. Modern measurement technology at the Department of cadastre and geo-engineering in KubGTU // *Geoprofi*. – 2012. – No. 6. – 23–24.
2. Osennyaya A.V., Osennyaya E.D., Hahuk B.A., Gura D.A. Accounting and technical inventory of objects of capital construction. Analysis of the current system of accounting and technical inventory of objects of capital construction / *FGBOU VPO «KubGTU»*. – Krasnodar, 2012. – Part 1. – 102 p.
3. Klyushin E.B., Mihalev D.S. Geodesy : textbook for students of higher educational institutions trained on using fewer specialty «Geodesy and land management» – M. : Univ. Textbook 2012. (11-e Izd., Rev.), 2012.
4. Rudick E.A., Gura D.A. A topographic survey with the use of satellite systems and electronic tachometers. In the collection: earth Sciences at the present stage the Materials of IV International scientific-practical conference. – 2012. – P. 118–120.
5. Gura D.A., Gura T.A. Review of geodetic engineering problems solved with the use of modern electronic tachometers // In the collection: earth Sciences at the present stage the Materials of IV International scientific-practical conference. – 2012. – P. 110–113.
6. Klyushin E.B., Kupriyanov A.O., Shlapak V.V. Satellite measurements in geodesy : proc. allowance : for students of III year degree 300100 (120101) Applied geodesy. – M. : Publishing house of St. Petersburg state University, 2006. – 60 p.
7. Kupriyanov A.O. Global satellite system for land management, monitoring and cadastre / *Land management, cadastre and monitoring of lands*. – 2011. – No. 4 (76). – P. 054–062.
8. Sokolov Y.G., Strus S.S., Pshidatok S.K., Gubanova N.I. To in-millet assessing the accuracy of geodetic networks of quadrilateral with measure innymi parties // *Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban state agrarian University*. – 2014. – No. 98. – P. 1588–1605.
9. Gura D.A., Docenko E.A. To perform any necessary surveying. Current issues of science // *Materials of IX International scientific-practical conference (25.04.2013)*. – M. : Publishing House "Sputnik +", 2013. – P. 204–206.
10. Shulakov D.Yu., Pogrebitsky I.E. Topographic conventional signs and General rules of their use on the cards. Technology topogrific shooting Leaves topographic maps training with practical assignments: teaching aid : study guide. – Publishing house of the Kuban state University (Krasnodar), 2015. – P. 32.

11. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G. Experimental investigations of the errors of measurements of horizontal angles by means of electronic tacheometers // Measurement Techniques. – 2014. – V. 57. – №. 3. – P. 277–279.

Kuznetsova A.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. Experience of use of technologies and equipment Leica Geosystems in educational and educational process of KUBGTU. Accomplishment hozdogovornykh of works // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2013. – No. 4. – P. 64–66.

12. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Avetisyan G.G. Measurements of geometry of high steel trihedral constructions // News of higher educational institutions. Geodesy and aerial photography. – 2010. – No. 6. – P. 13–19.

13. Osennyaya A.V., Osennyaya E.D., Hakhuk B.A., Gura D.A. Theoretical bases of system of technical accounting and inventory count of capital construction projects : Education guidance on discipline «Technical accounting and inventory count of capital construction projects» for students of all forms of education of specialty 120303 – «The city inventory». – Krasnodar, 2011.

14. Bryn M.Ya. etc. Engineering geodesy : tutorial / GOS. educational institution of higher. professional education «St. Petersburg state University of ways of messages»; under the editorship of V.A. Kougia. – Saint Petersburg, 2007.

УДК 528

ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

FEATURES OF MODERN GEODETIC WORKS AT CONSTRUCTION OF UNIQUE BUILDINGS AND STRUCTURES

Грибкова Лариса Алексеевна

ассистент, заведующий лабораторией кафедры кадастра и геоинженерии, Кубанский государственный технологический университет

Багущая Юлия Александровна

студентка, Кубанский государственный технологический университет

Щепеткова Инна Всеволодовна

студентка, Кубанский государственный технологический университет

Семенова Александра Игоревна

студентка, Кубанский государственный технологический университет

Илимдаров Феми Энверович

студент, Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В данной статье представлено краткое описание особенностей современных геодезических разбивочных работ при строительстве уникальных зданий и сооружений. Приведен перечень примеров современного геодезического оборудования, включая так же мультикоптеры и GNSS-технологии, а так же анализ их отличий от предыдущих поколений и преимуществ. Описана технология BIM-моделирования, а так же указаны различные программные обеспечения от таких компаний, как Trimble и Leica Geosystems.

Ключевые слова: геодезические разбивочные работы, современные особенности, современное геодезическое оборудование, лазерный сканер, электронный тахеометр, GNSS-технологии, GNSS-приемник, оптический нивелир, цифровой нивелир, лазерный нивелир, электронный теодолит, мультикоптер, BIM-моделирование.

Gribkova Larisa Alekseevna

Assistant, Head of the Department of cadastre and geo-engineering laboratory Kuban State University of Technology

Baguckaya Yuliya Aleksandrovna

Student, Kuban State University of Technology

Shchepetkova Inna Vsevolodovna

Student, Kuban State University of Technology

Semenova Alexandra Igorevna

Student, Kuban State University of Technology

Ilimdarov Femi Anvarovich

Student, Kuban State University of Technology

Annotation. This article provides a brief description of the features of modern geodetic work in the construction of unique buildings and structures. A list of examples of modern surveying equipment, including as multicopter and GNSS-technology, as well as analysis of their differences from previous generations and benefits. Described BIM-modeling technology, and also shows the various software from companies such as Trimble and Leica Geosystems.

Keywords: geodetic marking works, modern features, modern surveying equipment, laser scanner, total station, GNSS technology, GNSS receiver, optical level digital level, laser level, electronic theodolite, multicopter, BIM-modeling.

Понятие разбивочных работ занимает особое положение в строительстве высотных зданий и сооружений, т.к. данная форма работ является одним из основных видов инженерно-строительной деятельности. Именно с помощью разбивочных работ

инженер может получить отложенные на местности контуры и углы, т.е. , говоря простым языком, очертания будущего сооружения. В геодезии выделяется два вида разбивки местности: плановая и высотная. Их точность не должна превышать допустимую погрешность, регламентированную ГОСТами и СНиПами.

Для того, чтобы начать выполнять разбивочные работы, в строительстве используют разбивочные чертежи. Они являются основанием для выноса на стройплощадку проекта, отражая все размеры будущего здания и его привязки к опорным точкам плана. Разбивочный чертеж обычно входит в проектную документацию, однако иногда он может составляться специалистами непосредственно на строительной площадке. Традиционно, его, как и сбор и подсчет данных, составляют на бумаге, что не может исключить так называемый «человеческий фактор» – тот случай, когда точность и качество проектной документации будет зависеть лишь от опыта и компетенции специалиста. Однако технологии не стоят на месте.

В современном мире особенность проектной документации – это то, что ее разработка ведется с использованием систем автоматизированного проектирования (САПР). Это позволяет составить проект в электронном виде с наибольшей точностью и хорошей степенью читаемости чертежей. Так же использование САПР помогает инженеру учесть все изменения, вносимые в объект, в полном объеме, чего не всегда можно добиться на плоском бумажном чертеже.

Пожалуй, главнейшим достижением современных геодезических разбивочных работ является широкое применение инновационных технологий. Так на сегодняшний день инженер, для получения точного плана местности, может использовать современные электронные тахеометры и лазерные сканеры.



Рисунок 1 – Тахеометр Leica TS06plus R500 5''



Рисунок 2 – Лазерный сканер Leica ScanStation C10

Электронные тахеометры (рис. 1) – это, пожалуй, наиболее распространенная группа геодезических приборов, что обусловлено их широкой областью применения. Они объединяют в себе все возможности электронного теодолита, что позволяет полностью избавиться от них на стройплощадке, дальномера, а так же полевого компьютера. Электронные тахеометры успешно работают практически при любых погодных условиях, чему способствует их общая прочность и широкий спектр представленных моделей.

Принцип работы ЭТ основывается либо на фазовом методе (заключается в измерении разности фаз проецируемых и возвращаемых лучей), либо на импульсном методе (заключается в измерении времени, за которое луч тахеометра проходит путь от прибора к отражателю и обратно). Строительные электронные тахеометры оснащены быстроотражательным дальномером, что позволяет вести быстроотражательную съемку. Алидада в конструкции таких приборов отсутствует.

Современный электронный тахеометр рассчитает расстояния самостоятельно, произведет замеры высот объекта и замеры со смещением, а все результаты выведет их на монитор. Полученные данные он запишет и сохранит в памяти. При изменении его местоположения от инженера необходимо лишь задать новую станцию и первый пикет.

Лазерные сканеры (рис. 2) по принципу действия во многом схожи с тахеометрами, однако их отличает одно – скорость измерений. В процессе съемок снимаются координаты десятков миллионов точек, а так же численный показатель интенсивности отраженного сигнала. Полученные результаты выводятся на

внешние носители, где, с помощью таких программ, как AutoCAD со встроенным в него дополнением Leica CloudWorx, можно получить 3-D-план местности, точность которого будет чрезвычайно высока. Обеспечивает точность обработки полученных данных и такое ПО, как Cyclone – один из самых популярных софтов для обработки данных.

Для вынесения проекта на полученную местность может использоваться схожая технология – BIM-моделирование, разработанное тандемом компаний TeklaCorp. и VicoSoftware, Inc, при участии американской компании Trimble. В этом случае проектная документация в обязательном порядке создается при помощи вышеупомянутых САПР, а сам проект – в виде трехмерного изображения здания, где каждому элементу модели присваиваются индивидуальные атрибуты. Таким образом, при изменении какой-то конкретной детали проекта, остальная его часть будет автоматически подстроена под это изменение. В связи с этим возможности инженера существенно расширяются, а точность и качество проектной документации максимально увеличивается. Позже компанией Trimble был выпущен пакет средств для разработки ПО, называемый SDK, благодаря которому данная технология ведения разбивочных работ получила еще более широкое применение.

Так же не стоят на месте и GNSS-технологии. Важность их использования в строительстве возрастает буквально с каждым годом, так как на сегодняшний день именно при помощи систем ГЛОНАСС и GPS осуществляется позиционирование и управление строительной техникой, а так же проводятся вычисления и измерения. А потому современные геодезические компании предлагают инженеру широкий спектр современных GNSS-приемников.

В качестве примера GNSS-приемника можно рассмотреть ГЛОНАСС/GPS-приемник Leica iCON gps 60 (рис. 3) швейцарской компании Leica Geosystems. При помощи технологии Leica SmartCheck+ этот приемник может обрабатывать данные с частотой 20 Гц, что позволяет увеличить длину базовой линии до 70 км. Но самое важное то, что при таких показателях надежность получаемых данных составляет 99,9 %. При этом приемник способен работать в условиях плохой видимости чистого неба, как, например, под деревьями или в условиях плотной городской застройки. Так же производитель уверяет, что при помощи этого прибора можно существенно сэкономить, используя его как базовую станцию, ровер или приемник для управления дорожной техникой.



Рисунок 3 – GNSS-приемник Leica iCON gps 60

Не стоит так же забывать о современных приборах, используемых при проведении разбивочных работ.

В строительстве высотных зданий и сооружений, а так же в районах массовой застройки, создается так называемая высотная основа для разбивочных работ и наблюдений за осадками. Данная основа представляет собой нивелирные сети II и III классов, но по необходимости можно развить и ходы нивелирования IV класса. При этом как никогда важна точность нивелирования, необходимость которой прописана в ППГР. Наиболее целесообразно применять современные высокоточные нивелиры. На сегодняшний день строителю предлагается три вида нивелиров: оптические, электронные и лазерные.



Рисунок 4 – Оптический нивелир Leica RUNNER 20

Оптические нивелиры (рис. 4) являются наиболее распространенными приборами этого класса геодезических инструментов. Они недорогие, простые в использовании и надежные, однако их точность по сравнению с другими видами нивелиров низка.



Рисунок 5 – Лазерный нивелир BOSCH GLL 2-80P+BM1+LR2 1



Рисунок 6 – Цифровой нивелир Leica Sprinter 150M



Рисунок 7 – Мультикоптер Aibot X6 V2

Потому при строительных работах наиболее эффективно использовать высокоточные лазерные (рис. 5) или цифровые (рис. 6) нивелиры. При этом необходимо учитывать особенности строительной площадки, а так же масштабы застройки. К примеру, при вибрациях лучшим выбором будет цифровой нивелир. А при работе на больших строительных площадках лучше всего будет использовать ротационные лазерные нивелиры с применением лазерных приемников (радиус действия может достигать 300 метров и более).

Так же сегодня в строительстве широко применяются мультикоптеры (рис. 7) – беспилотные летательные аппараты. При помощи БПЛА инженер может получить трехмерные модели и ортофотопланы, инспектировать объекты инфраструктуры, аэрофотосъемку. Так же мультикоптеры позволяют осуществлять воздушное картографирование территорий.

В целом, можно сделать вывод, что современные геодезические разбивочные работы за последние десятилетия вышли на абсолютно новый уровень. Повысилась точность, увеличилась производительность, минимализировался процент вносимых в документацию изменений. Пожалуй, единственной проблемой всего это является цена вопроса – для закупки необходимого оборудования и программного обеспечения, а так же для обучения сотрудников принципам работы с ней, строительная компания может потратить не один миллион. Однако в данной ситуации каждый должен решить для себя, что ему важнее: цена или качество, и найти оптимальный вариант.

Литература:

1. Табаков С.В. Инженерная геодезия / С.В. Табаков, А.А. Постовалова; ГОУ ВПО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», 2009.
2. Кузнецова А.А. Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems в учебно-образовательном процессе КубГТУ. Выполнение хоздоговорных работ / А.А. Кузнецова, Д.А. Гура, Г.Г. Шевченко // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 4. – С. 64–66.
3. Наземное лазерное сканирование // Навгеоком. – URL : <http://www.navgeocom.ru/solutions/nazemnoe-lazernoe-skanirovanie/>
4. Желтко Ч.Н. Учебная геодезическая практика / Ч.Н. Желтко, С.Г. Бердзенишвили, С.Н. Корелов, Д.А. Гура, Г.Г. Шевченко, М.А. Пастухов. – Краснодар, 2013.
5. Гура Д.А. Мобильному миру – мобильные сканирующие системы / Д.А. Гура, Е.А. Везубов // Науки о земле на современном этапе VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 56–58.
6. «Высокоточная съемка и 3d-моделирование промышленных объектов методом лазерного сканирования» // Навгеоком. – URL : <http://www.navgeocom.ru/use/promyshlennoe-stroitelstvo/articles/vysokotochnaya-syemka-i-3d-modelirovanie-promyshlennykh-obektov-metodom-lazernogo-skanirovaniya/>
7. GNSS-технологии // Навгеоком. – URL : <http://www.navgeocom.ru/solutions/gnss-tehnologii>
8. Гура Д.А. Обзор инженерно-геодезических задач, решаемых с использованием современных электронных тахеометров / Д.А. Гура, Т.А. Гура // Науки о земле на современном этапе Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 110–113.

9. Разбивочные работы на стройплощадке: от бумаги к цифровым технологиям // Эффективные технологии. – URL : http://www.eftgroup.ru/articles/articles_41.html
10. Гура Д.А. Кадастрово-геодезические работы при строительстве жилого комплекса «Изумрудный Город» в муниципальном образовании «Город Краснодар» / Д.А. Гура, М.В. Алиева // Науки о земле на современном этапе Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 71–74.
11. Гура Д.А. Современные измерительные технологии на кафедре кадастра и геоинженерии в КубГТУ / Д.А. Гура, Г.Г. Шевченко // Научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации Геопрофи. – 2012. – № 6. – С. 23–24.
12. Корелов С.Н. Геодезические работы при ведении кадастра / С.Н. Корелов, Д.А. Гура, Ч.Н. Желтко, С.Ч. Желтко, С.Г. Бердзенишвили, Ю.С. Нелюбов. – Краснодар, 2011.
13. Геодезическое и измерительное оборудование // GMS Краснодар: сайт компании. – URL : <http://krasnodar.gmc2.ru>
14. Кузнецова А.А. Анализ полученных данных методом лазерного сканирования для выполнения периодического мониторинга на примере здания расположенного в г. Краснодаре / А.А. Кузнецова, Д.А. Гура, Т.Э. Алкачев // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2014. – № 4. – С. 77–83.
15. Тарасеева Н.И. Технология и организация строительства автомобильных дорог : метод. указания для самостоятельной работы / ПГУАС. – 2014. – 32 с.

References:

1. Tabakov S.V. Engineering geodesy / S.V. Tabakov, A.A. Postovalova; Public Educational Institution of Higher Professional Training Far East State Transport University, 2009.
2. Kuznetsova A.A. Experience of use of technologies and equipment Leica Geosystems in educational and educational process of KUBGTU. Accomplishment hozdogovornykh of works / A.A. Kuznetsova, D.A. Gura, G.G. Shevchenko // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2013. – No. 4. – P. 64–66.
3. Land laser scanning // Navgeok. – URL : <http://www.navgeocom.ru/solutions/nazemnoe-lazernoe-skanirovanie/>
4. Zheltko Ch.N. Educational geodetic practice / Ch.N. Zheltko, S.G. Berdzenishvili, S.N. Korelov, D.A. Gura, G.G. Shevchenko, M.A. Pastukhov. – Krasnodar, 2013.
5. Gura D.A. To the mobile world – the mobile scanning systems / D.A. Gura, E.A. Verzubov // Sciences about the earth at the present stage the VIII International scientific and practical conference. – 2013. – P. 56–58.
6. «High-precision shooting and 3d - modeling of industrial facilities by method of laser scanning» // Navgeok. – URL : <http://www.navgeocom.ru/use/promyshlennoe-stroitelstvo/articles/vysokotochnaya-syemka-i-3d-modelirovanie-promyshlennykh-obektov-metodom-lazernogo-skanirovaniya/>
7. GNSS technologies//Navgeok. – URL : <http://www.navgeocom.ru/solutions/gnss-tekhnologii>
8. Gura D.A. The overview of the engineering and geodetic tasks solved with use of modern electronic tacheometers / D.A. Gura, T.A. Gura // Sciences about the earth at the present stage Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 110–113.
9. Marking works on a building site: from paper to digital technologies // Effective technologies. – URL : http://www.eftgroup.ru/articles/articles_41.html
10. Gura D.A. Cadastral and geodetic works in case of construction of a housing estate «the Emerald City» in municipality «City of Krasnodar» / D.A. Gura, M.V. Aliyeva // Sciences about the earth at the present stage Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 71–74.
11. Gura D.A. Modern measuring technologies at department of the inventory and a geoinzheneriya in KUBGTU / D.A. Gura, G.G. Shevchenko // Scientific and technical magazine on geodesy, cartography and navigation of the Geopro. – 2012. – No. 6. – P. 23–24.
12. Korelov S.N. Geodetic works when maintaining the inventory / S.N. Korelov, D.A. Gura, Ch.N. Zheltko, S.Ch. Zheltko, S.G. Berdzenishvili, Yu.S. Nelyubov. – Krasnodar, 2011.
13. Geodetic and measuring equipment // GMS Krasnodar: website of the company. – URL : <http://krasnodar.gmc2.ru>
14. Kuznetsova A.A. The analysis of the obtained data by method of laser scanning for accomplishment of periodic monitoring on the example of the building of Krasnodar / A.A. Kuznetsova, D.A. Gura, T.E. Alkachev // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2014. – No. 4. – P. 77–83.
15. Taraseeva N.I. Technology and organization of construction of highways: method. instructions for independent work / PGUAS. – 2014. – 32 p.

УДК 528

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ ДЕФОРМАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

GEODETIC DEFORMATION MONITORING THE TECHNICAL CONDITION OF THE UNIQUE BUILDINGS AND STRUCTURES

Грибкова Лариса Алексеевна

ассистент, заведующий лабораторией кафедры кадастра и геоинженерии, Кубанский государственный технологический университет
avosen@mail.ru

Скрипкина Ирина Андреевна

Кубанский государственный технологический университет
skripkina.isia@mail.ru

Шабанова Ирина Геннадьевна

Кубанский государственный технологический университет

Лычагин Дмитрий Витальевич

Кубанский государственный технологический университет

Горбенко Владислав Владимирович

Кубанский государственный технологический университет

Сальников Ярослав Олегович

Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. Описан геодезический деформационный мониторинг технического состояния высотных и большепролетных зданий и сооружений, приведены основные методы измерения вертикальных и горизонтальных смещений объектов, рассмотрено основное используемое оборудование.

Ключевые слова: геодезический мониторинг, деформации, деформационные процессы, уникальные здания и сооружения, тахеометр, геодезия.

Gribkova Larisa Alekseevna

Assistant, Head of the Laboratory of the Department of cadastre and geo-engineering. Kuban State University of Technology
avosen@mail.ru

Skripkina Irina Andreevna

Kuban State University of Technology
skripkina.isia@mail.ru

Shabanova Irina Gennadievna

Kuban State University of Technology

Luchagin Dmitry Vitalyevich

Kuban State University of Technology

Gorbenko Vladislav Vladimirovich

Kuban State University of Technology

Salnikov Yaroslav Olegovich

Kuban State University of Technology

Annotation. Geodetic deformation monitoring the technical condition of high-rise and large-span buildings and structures and it's description, there are the main methods for measuring vertical and horizontal displacements of objects, the main equipment used is considered.

Keywords: Geodetic monitoring, strains, deformation processes, unique buildings and facilities, total station, surveying.

Геодезический мониторинг представляет собой первостепенное средство в обеспечении безопасности, надежности и своевременно компенсированного негативного воздействия извне. Этот процесс, проводящийся в местах строительства не кустарного характера, – одно из важнейших исследований в период *строительства* и один из главных гарантов, обеспечивающих успешное *эксплуатирование* зданий в будущем.

Мониторинг деформационных процессов различных объектов осуществляется инновационными методами инженерной геодезии. Он применим для зданий и сооружений, находящихся в эксплуатации, для строящихся объектов и объектов, находя-

щихся в зоне влияния строительства. Наряду с высотными и уникальными зданиями и сооружениями объектами мониторинга могут быть:

- памятники архитектуры и градостроительства;
- транспортные, энергетические, гидротехнические сооружения;
- объекты промышленного и гражданского назначения [1].

«И если целью геодезического мониторинга является своевременное выявление критичных величин деформаций, установление причин их возникновения, то деформационный мониторинг решает задачи сбора, учета, регистрации, хранения и обработки результатов наблюдений за деформациями инженерных объектов, прогнозирование их развития, выработки и принятие мер для устранения нежелательных процессов, разработки рекомендаций по ведению соответствующих мероприятий для предотвращения критических деформаций и т.д.» [2].

Методика организации и проведения мониторинга технического состояния высотных, большепролетных и других уникальных зданий и сооружений разрабатывается с учетом специфики геодезических измерений на основании уже существующей нормативно-технической документации по мониторингу. При экспертизе проектов определяется необходимость проведения мониторинга как в периоде строительства, так и в процессе эксплуатации.

Проведение мониторинга обязательно на всех стадиях строительства и эксплуатации для высотных зданий, большепролетных сооружений с пролетами более 36 м.

Процесс геодезического мониторинга включает в себя непосредственно сами измерения, фиксирование результатов измерений, математическую обработку, вычисление параметров деформаций и формирование заключений.

В процессе геодезического мониторинга осуществляется типовое обоснование объектов, которое включает в себя:

- исходную плановую и высотную основы;
- привязочные ходы;
- плановую деформационную сеть;
- высотную деформационную сеть.

Планово-высотное обоснование осуществляется закреплением на местности глубинных реперов и пунктов полигонометрии вне зоны действия предполагаемых деформаций [2, 3].

1. В ходе *геодезического мониторинга высотных объектов* определяют следующие виды деформаций:

- для основания и фундаментов:
 - абсолютная осадка S_i ;
 - средняя осадка S_{cp} ;
 - неравномерная осадка ΔS ;
 - относительная неравномерная осадка $\Delta S/l$;
 - крен фундамента i ;
 - относительный прогиб i/L ;
 - горизонтальные смещения;
- для надземной части здания:
 - отклонение от вертикали отдельных конструкций или самого здания;
 - усадка/сжатие колонн и бетонных конструкций;
 - раскрытие трещин при появлении и динамика их развития [4].

Типовая схема геодезического мониторинга высотного здания на всех стадиях его создания приведена на рисунке 1.

2. В ходе *геодезического мониторинга большепролетных уникальных объектов* определяют следующие виды деформаций:

- для несущих колонн и фундамента:
 - абсолютная осадка S_i ;
 - средняя осадка S_{cp} ;
 - неравномерная осадка ΔS ;
 - относительная неравномерная осадка $\Delta S/l$;
 - горизонтальные смещения;

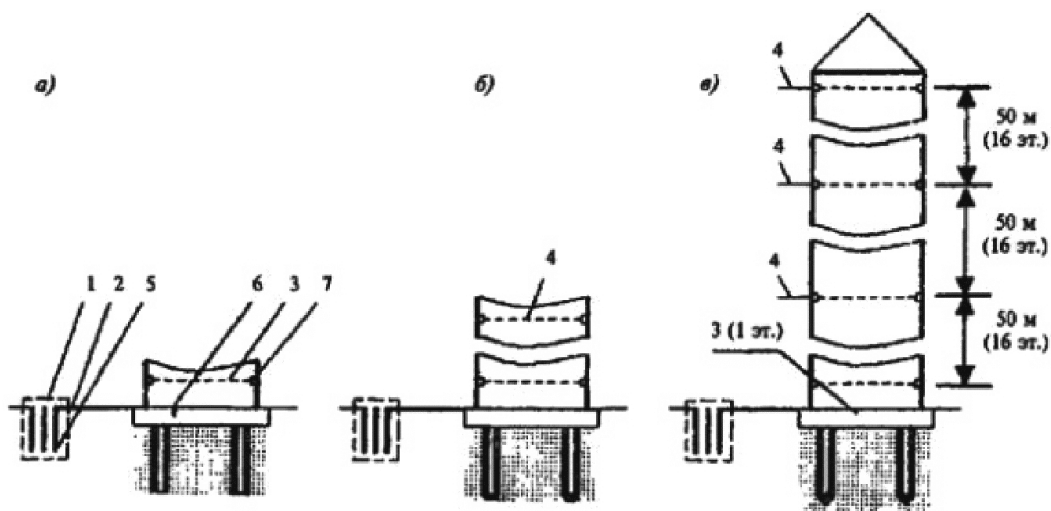


Рисунок 1 – Типовая схема геодезического мониторинга высотного здания на всех стадиях:

а – стадия возведения фундамента; б – стадия возведения здания; в – построенное здание;
 1 – исходная высотная основа; 2 – привязочный ход; 3 – деформационная сеть; 4 – деформационная сеть на монтажном горизонте; 5 – глубинный репер; 6 – осадочная марка в полу; 7 – осадочная марка на колонне

- для опорного контура (ОК) пространственных конструкций:
 - абсолютные и относительные планово-высотные деформации в характерных точках ОК;
 - определение геометрических характеристик контура в плане (длины сторон, главных осей, диаметр, т.д.);
 - прогибы несущих элементов ОК;
- для несущих конструкций пролетной части пространственного покрытия (оболочки):
 - изменение прогиба в характерных точках, в том числе расположенных по основным осям [2, 4].

Кроме того, учитывается возможность деформаций от неравномерных осадок фундаментов, постоянных нагрузок, изменения температур, ветровых нагрузок, веса снега, одностороннего солнечного нагрева и др.

При мониторинге фундаментов высотных объектов применяют геометрическое нивелирование коротким визирным лучом.

3. Согласно стандарту [5], геометрическое, тригонометрическое и гидростатическое нивелирования используются как основные методы измерения **вертикальных перемещений**. Осадочные марки устанавливаются в нижней части несущих конструкций на фундаментной плите или отметке 0,00 м в строительной системе высот по всему периметру сооружения и внутри. Передача высоты с внутренней высотной основы исходного горизонта на монтажный может осуществляться методом геометрического нивелирования, – для этого используются два нивелира и стальная (компарированная) рулетка 20, 50 или 100 м в длину. Превышения между исходным и монтажным горизонтами производят двумя нивелирами с одновременным взятием отсчетов по рулетке. Контроль осуществляется лазерными рулетками или ручными лазерными дальномерами [3, 6].

Наряду с нивелированием, к технологиям по учету деформаций высотных зданий и сооружений относятся методы определения плановых смещений и кренов [3, 7], фотограмметрические методы [8].

4. Согласно [9], основными способами измерения **горизонтальных смещений** сооружений, зданий и их конструктивных элементов являются линейно-угловые измерения и боковое нивелирование [3, 10].

Использование электронных тахеометров невероятно распространено в производстве топографических и геодезических работ [3, 11]. Они нашли свое применение и при ведении геодезического мониторинга инженерных объектов, в том числе при учете деформационных процессов [12]. Это обусловлено значительной точностью приборов:

угловые измерения достигают $0^{\circ}00'0,5''$, расстояния – $0,5 \text{ мм} + 1 \text{ мм/км}$ ($1 \text{ мм} + 1 \text{ мм/км}$ в безотражательном режиме) [13, 14, 15]. Приборный ряд данного оборудования, в том числе и в нашей стране, массово представлен следующими производителями: Leica, Sokkia, Trimble, Foif.

Таким образом, деформационный мониторинг является контролем стабильности и неотъемлемой частью системы обеспечения безопасности в период «строительного бума» в городах и мегаполисах.

Литература:

1. <http://specgeodesy.ru/deformacionnyu-monitoring> (Дата обращения 01.07.16).
2. Хорошилова Ж.А., Хорошилов В.С. Деформационный мониторинг инженерных объектов как составная часть геодезического мониторинга // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2012. – Т. 1.
3. Желтко Ч.Н., Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Олейникова Л.А. Учебная геодезическая практика : Справочное пособие по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений: 120700 – Землеустройство и кадастры, 270800 – Строительство, 130500 – Нефтегазовое дело, 271101 – Строительство уникальных зданий сооружений / ФГБОУ ВПО «КубГУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014.
4. Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А. Определение смещений и осадок сооружений с использованием поискового метода уравнивания // Новый университет. Серия: Технические науки. – 2013. – № 7 (17). – С. 37–40.
5. ГОСТ 24846-2012. Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений. – введ. 2013–07–01. Москва : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – М. : Стандартинформ, 2014.
6. Желтко Ч.Н., Бердзенишвили С.Г., Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Пастухов М.А. Учебная геодезическая практика : Методические указания по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений: 120700 Землеустройство и кадастров, 130500 Нефтегазовое дело, 270800 Строительство, 271101 Строительство уникальных зданий и сооружений. – Краснодар, 2013. – Ч. 3 «Решение геодезических задач».
7. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Желтко Ч.Н. Определение крена инженерного сооружения с использованием безотражательного тахеометра // В сборнике: Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли юга России. материалы III Научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2009. – С. 147–149.
8. Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий : Методические указания по выполнению контрольной работы для студентов заочной, дистанционной форм обучения и МИППС специальности 120303 Городской кадастр. – Краснодар, 2010.
9. Методическая документация в строительстве: МДС 13-22. 2009. Методика геодезического мониторинга технического состояния высотных и уникальных зданий и сооружений / Утв. Департаментом градостроительной политики, развития и реконструкции города. – М., 2009.
10. Вальков В.А. Геодезические наблюдения за процессом деформирования высотных сооружений с использованием технологии наземного лазерного сканирования. Специальность 25.00.32 – Геодезия. – СПб., 2015
11. Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Желтко С.Ч., Желтко Ч.Н. Учебная геодезическая практика : Методические указания по организации и контролю учебной практики студентов всех форм обучения направлений 120700 Землеустройство и кадастры, 130500 Нефтегазовое дело, 270800 Строительство, 271101 Строительство уникальных зданий и сооружений. – Краснодар, 2012. – Ч. 2 «Топографические съемки».
12. Гура Д.А., Гура Т.А. Обзор инженерно-геодезических задач, решаемых с использованием современных электронных тахеометров // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 110–113.
13. Желтко Ч.Н., Пастухов М.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Оценка погрешности измерения горизонтальных углов при геодезическом сопровождении высотного строительства // В сборнике: Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия. Научные чтения памяти профессора В.Б. Федосенко. – 2015. – С. 389–394.
14. Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г. Экспериментальные исследования погрешностей измерений горизонтальных углов электронными тахеометрами // Метрология. – 2014. – № 2. – С. 17–20.
15. Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А., Шевченко Г.Г. Исследования влияния внецентренности алидады электронных тахеометров // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 6. – С. 18–23.

References:

1. <http://specgeodesy.ru/deformacionnyy-monitoring> (Date of the application 01.07.16).
2. Khoroshilova Zh.A., Khoroshilov V.S. // Engineering structures deformation monitoring as a component geodetic monitoring // Interexpo Geo-Siberia. – 2012. – book 1.
3. Zheltko Ch.N., Shevchenko G.G., Berdzenishvilli S.G., Gura D.A., Oleynikova L.A. Educational geodetic practice : Handbook on the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the directions: 120700 – Land management and inventories, 270800 – construction, 130500 – oil and gas case, 271101 – construction of unique buildings of constructions / FGBOU VPO «KUBGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2014.
4. Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastuhov M.A. Determination of shifts and a deposit of constructions with use of a search method og equalization // New university. Series: Technical science. – 2013. – No. 7 (17). – P. 37–40.
5. GOST 24846-2012. Soils. Methods for measuring the deformation bases of buildings and structures. – Enter. 2013–07–01. – Moscow: Mezhgos. Council for Standardization, Metrology and Certification. – M. : Standartinform, 2014.
6. Zheltko Ch.N., Berdzenishvilli S.G., Korelov S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Pastuhov M.A. Educational geodetic practice // Methodical instructions for the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the Land management directions 120700 and inventories, 130500 Oil and gas case, 270800 Construction, 271101 Construction of unique buildings and constructions. – Krasnodar, 2013. – Chast 3 «Resheniye of geodetic tasks».
7. Shevchenko G.G., Gura D.A., Zheltko Ch.N. Definition of a list of an engineering construction with use of the bezotrazhatelny tacheometer // In the collection: Youth and scientific and technical progress in road branch of the South of Russia. materials III of Scientific and technical conference of students, graduate students and young scientists. – 2009. – P. 147–149.
8. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Shevchenko G.G. Fotogrammetriya and remote sensing of territories // Methodical instructions on performance of examination for students of the correspondence, remote forms of education and MIPPS of specialty 120303 City inventory. – Krasnodar, 2010.
9. Methodical documentation for construction: MDS 13-22.2009. Methods of geodetic monitoring of a technical condition of high-rise and unique buildings and sooruzheniy. – approved. Department of urban planning policy, development and reconstruction of Moscow, 2009.
10. Valkov V.A. Geodetic monitoring of the process of deformation of high-rise buildings using terrestrial laser scanning technology. Speciality 25.00.32 – Geodesy. – St. Petersburg, 2015.
11. Shevchenko G.G., Berdzenishvilli S.G., Gura D.A., Zheltko S.Ch., Zheltko Ch.N. Educational geodetic practice : Methodical instructions for the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the Land management directions 120700 and inventories, 130500 Oil and gas case, 270800 Construction, 271101 Construction of unique buildings and constructions. – Krasnodar, 2012. – Chast 2. «Surveys».
12. Gura D.A., Gura T.A. The overview of the engineering and geodetic tasks solved with use of modern electronic tacheometers // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 110–113.
13. Zheltko Ch.N., Pastuhov M.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. Otsenk of an error of measurement of horizontal corners in case of geodetic maintenance of high-rise construction // In the collection: Regional aspects of development of science and education in the field of architecture, constructions, land management and inventories at the beginning of the III millennium. Scientific readings memory of professor V.B. Fedosenko. – 2015. – P. 389–394.
14. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Berdzenishvilli S.G. Pilot studies of errors of measurements of horizontal corners electronic tacheometers // Metrology. – 2014. – No. 2. – P. 17–20.
15. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastuhov M.A., Shevchenko G. G. Researches of influence of a vnetsentrennost of an alidade of electronic tacheometers // News of higher educational institutions. Geodesy and aerial photography. – 2015. – No. 6. – P. 18–23.

УДК 528

ОБ ИССЛЕДОВАНИЯХ ОПТИЧЕСКИХ ТЕОДОЛИТОВ И ЭЛЕКТРОННЫХ ТАХЕОМЕТРОВ

ABOUT RESEARCHES OF OPTICAL THEODOLITES AND ELECTRONIC TACHEOMETERS

Пинчук Александра Петровна

доцент кафедры кадастра и геоинженерии,
Кубанский государственный
технологический университет
alexapin@mail.ru

Голотина Юлия Игоревна

студент,
Кубанский государственный
технологический университет

Гурова Мария Сергеевна

студент,
Кубанский государственный
технологический университет

Шумейкина Валерия Сергеевна

студент,
Кубанский государственный
технологический университет

Аннотация. Описаны основные исследования оптических теодолитов и электронных тахеометров, а так же информация по новейшим приборам для строительства. А именно: кадастр, приборы для работы, описание работ перед началом исследования земельного участка, характеристики и справка об электронном тахеометре и оптическом теодолите. Помощь и польза новейших геодезических приборов. Справка о начале существования полуэлектронных приборов и об их развитие. Упор сделан на максимальное описание тахеометров и теодолитов, их особенности, плюсы и минусы.

Ключевые слова: геодезические приборы, тахеометр, электронный тахеометр, оптический теодолит.

Pinchuk Alexandra Petrovna

Associate Professor of the Department of
cadastre and geo-engineering,
Kuban State University of Technology
alexapin@mail.ru

Golotina Yuliya Igorevna

Student,
Kuban State University of Technology

Gurova Maria Sergeevna

Student,
Kuban State University of Technology

Shumeikina Valeria Sergeevna

Student,
Kuban State University of Technology

Annotation. Covers basic studies of optical theodolites and electronic total stations, as well as information on the latest devices for construction. Namely: cadastre, instruments for work description of work before beginning the study of land, features and reference about electronic total station, optical theodolite. Assistance and use of the latest surveying instruments. Help about the beginning of the day of devices and their development. The emphasis is on maximum description tacheometers and theodolites, their features, pros and cons.

Keywords: surveying instruments, total station, electronic total station, optical theodolite.

На сегодняшний день в России идёт работа по созданию кадастра недвижимости [8]. Согласно Гражданскому кодексу Российской Федерации к недвижимости относятся целый ряд объектов, и земельные участки, и здания сооружения и т.д. решение о создании кадастра были приняты в 2004 году и выпустились в организации специального ведомства – Федерального агентства кадастра объектов недвижимости. Действительное введение кадастра недвижимости началось только в 2008 году после вступления в силу положений Федерального закона от 24.07.2007 № 221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости». Планируется закон о «Государственной регистрации недвижимости» введение которого планируется с 1 января 2017 года 218-ФЗ.

Подготовительные работы перед началом измерения земельного участка [1–6]

В процессе подготовительных работ осуществляют сбор и анализируют следующие материалы:

- проект землеустройства, материалы инвентаризации земель;
- постановление районной, городской (поселковой) или сельской администрации о предоставлении гражданину или юридическому лицу земельного участка;
- договоры купли-продажи и сведения о других сделках с земельным участком;
- выписки из книги регистрации земельного участка;
- сведения о межевых спорах по данному земельному участку;
- чертёж границ или кадастровые карты (планы) с границами земельного участка;
- топографические карты и планы;
- фотопланы и фотоснимки, приведённые к заданному масштабу;
- схемы и списки координат пунктов ГГС;
- схемы и списки координат пунктов ОМС;
- списки координат межевых знаков затрагиваемых проектом землеустройства, а также проектные координаты вновь образуемого или трансформируемого земельного участка.

Геодезические работы выполняются как в общегосударственной системе координат, так и в местной.

Основные этапы совершенствования электронных тахеометров:

- в годы XX века – создание тахеометров первого поколения, как приборов для угловых и линейных измерений в полярной системе координат, оснащенных микропроцессором [5–10].



Рисунок 1 – Оптический теодолит УОМЗ 4Т15П



Рисунок 2 – Тахеометр электронный Leica

- в годы – создание тахеометров с коррекцией результатов измерений для уменьшения влияния случайных и систематических ошибок, а также влияния внешних условий;

- в годы и последующие – создание электронных тахеометров с устройством автоматического наведения на точки визирования.

Оптическим теодолитом называется [7–15] специальный прибор, используемый при проведении геодезических работ, который необходим для измерения вертикальных, а также горизонтальных углов (рис. 1).

Компактный прибор, оптический теодолит, позволяет с легкостью проводить исследования, как начинающим, так и опытным специалистам [4–8].

Тахеометр электронный – это геодезический прибор, который предназначен для измерения расстояний одновременно с определением горизонтальных и вертикальных углов [6, 9]. Все полученные данные, электронный тахеометр сохраняет в памяти и на их основе производит инженерные вычисления.

Электронный тахеометр (рис. 2) объединяет в себя теодолит, светодальномер, так же он осуществляет множество угловых и линейных измерений, обработку этих измерений. На сегодняшний день, на рынке предоставлен широкий спектр тахеометров следующих фирм: Topcon, Leica, Trimble.

Справка о первых моделях тахеометров

Первые модели тахеометров появились в 20 веке, 1970 года (рис. 3). Создание первого полупроводящего прибора вызвал бурю восторженных эмо-

ций, в них оптический теодолит оснащался светодальномером. Далее создали прибор, имеющий общий корпус для теодолита и дальномера, оснащённый панелью управления для ввода значений углов. Это давало возможность прямо в поле определить приращение, проложения, превышения. Прорывом в геодезии был прибор под названием тахеометр АГА-136 Швейцария, в котором оптическая система была заменена на электронную. Открылись современные возможности перед геодезиками, это вызвал прорыв в кадастре и строительстве. С 90-х годов 20 века электронный тахеометр и оптический теодолит, стали самыми распространёнными геодезическими приборами.

Огромную помощь предоставляют специалистам новейшие приборы. В одном приборе собирается множество возможностей [3–15]. Электронные тахеометры очень точно делают замеры, тем самым экономя время (рис. 4).

Некоторые современные модели дополнительно оснащены системой GPS [3–15]. А так же что бы достичь максимальную точность измерения горизонтальных углов точными оптическими теодолитами измерения выполняются с помощью перестановкой лимба между приемами [2]. Известно, что у современных тахеометров и теодолитов, операция по перестановке лимба осуществляется сразу на экране, путём вычислений. Следовательно, советуют проводить перед началом работ полностью исследование прибора, вследствие этого мы можем сделать анализ, и выявить какой прибор производит измерения наиболее точно [9–15]. На сегодняшний день, наиболее популярными становятся такие виды работ как: высокоточное вынесение и закрепление осей при строительстве, создание геодезических опорных сетей, организация безопасности эксплуатации зданий [6–11]. Наблюдается недостаток оборудования для работы с земельными участками, а именно, необходимость обеспечения новейшими приборами фирм, занимающимися кадастровыми работами.

Литература:

1. Гура Д.А., Карслян А.М. Особенности съёмки подземных коммуникаций для составления технического плана на примере города Рязани // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 3. – С. 99–109.
2. Гура Д.А. Разработка методики исследования погрешностей измерения горизонтальных углов электронными тахеометрами // Приложение к журналу Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъёмка. Сборник статей по итогам научно-технической конференции. – 2015. – № 8. – С. 89–91.
3. Гура Д.А., Алкачев Т.Э. Создание 3D кадастра объекта недвижимости для постановки на кадастровый учёт на примере железнодорожного вокзала адлерского района г. Сочи // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2015. – № 11. – С. 362–369.
4. Гура Д.А., Доценко А.Е. О необходимости выполнения геодезической съёмки // В сборнике: Актуальные вопросы науки. Материалы IX Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 204–205.
5. Гура Д.А., Везубов Е.А. Мобильному миру – мобильные сканирующие системы // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 56–58.
6. Гура Д.А. Методика обработки результатов исследования горизонтального круга электронных тахеометров Leica TS06 power // В сборнике: Науки о Земле на современном этапе. VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 109–112.

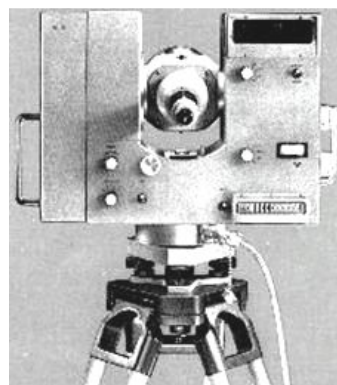


Рисунок 3 – Первая модель тахеометра



Рисунок 4 – Тахеометр Leica TS02

7. Гура Д.А., Гура Т.А. Обзор инженерно-геодезических задач, решаемых с использованием современных электронных тахеометров // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 110–113.

8. Гура Д.А., Кусова С.И., Кравцова Т.В. О проблемах современного кадастра // В сборнике: Науки о Земле на современном этапе. VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 73–75.

9. Гура Д.А. Результаты исследования угломерных ошибок электронных тахеометров // В сборнике: Научный потенциал XXI века. – 2011. – С. 126–130.

10. Гура Д.А., Слюсаренко Р.А. Особенности развития электронных тахеометров // В сборнике: Сборник студенческих научных работ, отмеченных наградами на конкурсах. – Краснодар, 2009. – С. 59–60.

11. Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г. Экспериментальные исследования погрешностей измерений горизонтальных углов электронными тахеометрами // Метрология. – 2014. – № 2. – С. 17–20.

12. Желтко Ч.Н., Бердзенишвили С.Г., Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Пастухов М.А. Учебная геодезическая практика : Методические указания по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений 120700 Землеустройство и кадастры, 130500 Нефтегазовое дело, 270800 Строительство, 271101 Строительство уникальных зданий и сооружений. – Краснодар, 2013. – Ч. 3 «Решение геодезических задач».

13. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G. Experimental investigations of the errors of measurements of horizontal angles by means of electronic tacheometers // Measurement Techniques. – 2014. – V. 57. – № 3. – С. 277–279.

14. Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Желтко С.Ч., Желтко Ч.Н. Учебная геодезическая практика // Методические указания по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений 120700 Землеустройство и кадастры, 130500 Нефтегазовое дело, 270800 Строительство, 271101 Строительство уникальных зданий и сооружений. – Краснодар, 2012. – Ч. 1 «Создание съемочного обоснования».

15. Багова С.З., Флоровская А.С., Гура Д.А. Оптимальное конструирование точности топографо-геодезической основы мониторинга природно-технических систем в геодезии // В сборнике: Науки о Земле на современном этапе. VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 103–105.

References:

1. Gura D.A., Karslyan A.M. Features of shooting of underground communications for creation of the technical plan on the example of the city of Ryazan // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 3. – P. 99–109.

2. Gura D.A. Development of a technique of research of errors of measurement of horizontal corners electronic tacheometers // Annex to the magazine of News of higher education institutions. Geodesy and aerial photography. The collection of articles following the results of scientific and technical conference. – 2015. – No. 8. – P. 89–91.

3. Gura D.A., Alkachev T.E. Creation of the 3D inventory of a real estate object for statement on the cadastral registration on the example of the railway station of Adlersky District of Sochi // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2015. – No. 11. – P. 362–369.

4. Gura D.A., Dotsenko A.E. About need of accomplishment of geodetic shooting // In the collection: Topical issues of science. Materials IX of the International scientific and practical conference. – 2013. – P. 204–205.

5. Gura D.A., Verezubova E.A. Mobile – a mobile scanning system // In the book: earth Science at the present stage. VIII international scientific-practical conference. – 2013. – P. 56–58.

6. Gura D.A. Methodology of processing of results of research of the horizontal range of electronic total stations Leica TS06 power // In the book: Earth Science at the present stage. VI international scientific-practical conference. – 2012. – P. 109–112.

7. Gura D.A., Gura T.A. Review of geodetic engineering problems solved using modern electronic tacheometers // In the book: earth Science at the present stage. Proceedings of the IV International scientific-practical conference. – 2012. – P. 110–113.

8. Gura D.A., Kusova I.S., Kravtsova T.V. About problems of the current inventory // the book of Earth Science at the present stage. VI international scientific-practical conference. – 2012. – P. 73–75.

9. Gura D.A. the results of the study goniometric errors electronic tacheometers // In the collection: Scientific potential of the XXI century. – 2011. – P. 126–130.

10. Gura D.A., Slyusarenko A.R. Features of the development of electronic tacheometers // In the collection: the Collection of student scientific works that won prizes at competitions. – Краснодар, 2009. – P. 59–60.

11. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Shevchenko G.G. Berdzenishvili S.G. Experimental study of errors of measurement of horizontal angles by electronic tacheometers // Metrology. – 2014. – No. 2. – P. 17–20.

12. Zheltko Ch.N., Berdzenishvili S.G., Corella S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Shepherd M.A. Educational geophysical practice : Methodological guidelines on the organization and control of educational practices for students of all training directions 120700 Land management and cadastres, was 130500 Oil and gas business, 270800 Construction, 271101 Construction of unique buildings and structures. – Krasnodar, 2013. – Part 3 «Solution of geodetic tasks».

13. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G. Experimental investigations of the errors of measurements of horizontal angles by means of electronic tacheometers // Measurement Techniques. – 2014. – V. 57. – No. 3. – P. 277–279.

14. Shevchenko G.G. Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Zheltko S.C., Zheltko Ch.N. Educational geophysical practice : Methodological guidelines on the organization and control of educational practices for students of all training directions 120700 Land management and cadastres, was 130500 Oil and gas business, 270800 Construction, 271101 Construction of unique buildings and structures. – Krasnodar, 2012. – Part 1 «Establishment of survey ground».

15. Bagova S.Z., Florovskaya A.S., Gura D.A. Optimal design of precision surveying basics of monitoring natural-technical systems in geodesy // In the book: Earth Science at the present stage. VI international scientific-practical conference. – 2012. – P. 103–105.

УДК 528

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЛАЗЕРНЫХ НИВЕЛИРОВ НА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ

ABOUT USE OF LASER LEVELS ON A BUILDING SITE

Бердзенишвили Сергей Георгиевич

доцент кафедры, заместитель декана ФАДиКС,
Кубанский государственный
технологический университет

Ратиева Екатерина Андреевна

Кубанский государственный
технологический университет
pipebird@rambler.ru

Абрывина Элина Георгиевна

Кубанский государственный
технологический университет

Любченков Дмитрий Павлович

Кубанский государственный
технологический университет

Митринюк Владислав Васильевич

Кубанский государственный
технологический университет

Аннотация. В статье рассмотрены основные характеристики лазерных нивелиров, их классификация, область применения и советы по выбору нивелира с нужным набором функций.

Ключевые слова: нивелир, маятник, лазерный луч, плоскость, отклонения, линия.

Berdzenishvili S.G.
Associate Professor of the Department,
Deputy Dean FADiKS,
Kuban State University of Technology

Ratieva E.A.
Kuban State University of Technology
pipebird@rambler.ru

Abryvina E.G.
Kuban State University of Technology

Lyubchenkov D.P.
Kuban State University of Technology

Mitrinyuk V.V.
Kuban State University of Technology

Annotation. The article describes the main characteristics of laser levels. their classification, the area applications and tips for choosing the level needed a set of functions.

Keywords: levelling, the pendulum, the laser beam, plane, deflection, line.

Строительство – это важнейший процесс возведения зданий и сооружений, а так же их ремонт, реставрация и реконструкция. Результат строительства – возведенное здание с внутренней отделкой, с действующими инженерно-технологическими системами, установленными в соответствии с предоставленным комплектом документации, предусмотренным законом. Для строительства качественного и долговечного здания (сооружения) необходима высокая точность измерений, для которых используются строительные приборы, называемые геодезическими.

Геодезия – серьезная и чрезвычайно полезная наука. К примеру, Бурдж-Халифа в Дубаях (ОАЭ) – небоскреб, высота которого достигает 828 метров и является высочайшим сооружением в мире. Оно построено, в том числе, благодаря геодезистам. Либо невероятная развязка на МКАДе, проект которой был подготовлен в результате работы геодезистов.

Геодезические приборы – многофункциональные устройства, обладающие различными функциями, необходимыми для строительства. Каждое устройство обладает определенным набором функций, но цель их одинакова – квалифицированная помощь в строительстве.

Основной строительства являются различные измерения, поэтому измерительные инструменты занимают важное место среди всех приборов, предназначенных для строительства.



Рисунок 1 – Лазерный нивелир Defort DLL-10T-K

Бывает множество различных видов измерительных приборов: уровни, измерительные ленты и рулетки, лазерные дальномеры, теодолиты и, наконец, нивелиры. Одним из ярких представителей нивелиров нового поколения является лазерный нивелир.

Лазерный нивелир очень точный прибор, необходимый на стройке, для отделочных работ, при ремонте. Современные лазерные технологии позволяют спроецировать прямую линию на любую поверхность, даже неровную, при этом независимо от поверхности, линия всегда остается прямой. Ровность линии достигается за счет маятника, установленного внутри прибора.

Принцип работы лазерного нивелира: как и любой луч света, лазерный луч состоит из волн, но волны лазерного луча узконаправленны, имеют одинаковую длину и совпадают по фазе. Диоды, создающие луч, состоят из двух слоев. Эти слои, в свою очередь, состоят из материалов, называемых полупроводниками. При переходе электрического тока между слоями высвобождаются световые частицы – фотоны. При каждом соприкосновении фотонов с диодами они отскакивают, таким образом, путешествуя по диоду, увеличиваясь в количестве. Свет, которому удастся проникнуть сквозь единственное отверстие в диодах, проходит через несколько линз. Три линзы фокусируют луч в одной точке, а последняя расширяет точку так, чтобы она проецировалась как линия на любой поверхности. Так работает нивелир.



Рисунок 2 – Работа лазерного самовыравнивающегося уровня

Нивелир, оснащенный лазером, имеет ряд преимуществ:

- 1) широкая возможность применения (при помощи лазерного уровня можно создавать вертикальные и горизонтальные проекции);
- 2) увеличение скорости проведения работ;
- 3) точность построений и измерений;
- 4) наличие функции самовыравнивания;
- 5) можно работать с ним в одиночку.

Недостатком является лишь тот факт, что качественные приборы стоят немалых денег, но результат оправдывает средства.

Классификация лазерных нивелиров:

- По типу выравнивания.

Есть 4 типа выравнивания: маятниковое, ручное, электронное и комбинированное.

Маятниковое выравнивание основывается на 5 лучах, которые получаются в разных плоскостях одновременно.

Ручное выравнивания основывается на пузырьковом уровне, который приводится в нуль-пункт с помощью закручивания/раскручивания винтов и выравнивания платформы.

Электронное выравнивание выполняется с помощью сверхскоростного (5-7 секунд) микрокомпьютера.

Комбинированное выравнивание выполняется на маятнике и с помощью кнопок ручной корректировки настроек.

- По виду излучателя.

Лазерные нивелиры делят на точечные, ротационные и линейные.

Линейные нивелиры способны формировать 2-8 лучей одновременно, точечные формирует прямой лазерный луч и проецирует его в точку, а ротационные проецируют точку, вращающуюся со скоростью 600 оборотов в минуту.

- По количеству плоскостей: однолучевые (плоскость x), двухлучевые (x и y), трёхлучевые (x, y, z).

Наличие нескольких плоскостей увеличивает скорость и точность строительных работ.

Применение лазерных нивелиров

Так как лазерный нивелир – многофункциональный прибор, то и область его применения широка: земляные, отделочные, монтажные, плотницкие работы, работы по ландшафтному дизайну.

С помощью нивелира можно уложить плитку, поклеить обои, выровнять пол, залить фундамент, сделать разметку участка, определить максимальное и минимальное отклонение от поверхности и количество необходимого материала.

Для того чтобы правильно измерять что-либо лазерным нивелиром, необходимо соблюдать некоторый алгоритм действий:

- 1) установка штатива: поставить штатив на относительно ровное место, выдвинуть ножки и при достижении горизонтального уровня, закрепить их винтами.
- 2) монтаж нивелира: прикрепить нивелир на штатив с помощью крепежных винтов, после чего привести прибор в работоспособное (горизонтальное) состояние.
- 3) измерение и фиксация наблюдений.

Несколько советов при выборе лазерного нивелира:

Первым делом при покупке нивелира необходимо учитывать погрешность измерений, которая существенно влияет на точность измерений. Считается, что ротационные нивелиры более точные.

Вторым критерием является дальность действия – диапазон. Это очень важно, так как не всегда объекты находятся близко к измерителю.

Третий критерий это характеристики лазера, которые включают в себя класс (бывают нивелиры 4 классов), длину волны и мощность. Луч лазера бывает красного и зеленого цветов.

Четвертым критерием является наличие функции самовыравнивания. Луч нивелира сам выравнивается при отклонения на угол менее предельного (чаще всего ± 5 градусов). Данную функцию можно и отключить при необходимости.

Пятый критерий – источник питания. Нивелир, в зависимости от вида, может работать на пальчиковых батарейках и аккумуляторах.

Шестой критерий – температура, при которой прибор нормально функционирует.

Седьмой критерий – защищенность корпуса, в зависимости от которой, определяют возможные условия работы с нивелиром.

Восьмым критерием является комплектация (сумка, штатив, рейка, магниты, устройства зарядки, батарейки, аккумуляторы и т.д.).

Девятым критерием является фирма – производитель.

Производители стараются приспособить приборы для работы в любых условиях: во время дождя, при прямом попадании солнечных лучей, при возможности падения прибора с высоты.

Литература:

1. Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Современные измерительные технологии на кафедре кадастра и геоинженерии в КубГТУ // Научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации Геопрофи. – 2012. – № 6. – С. 23–24.
2. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems в учебно-образовательном процессе КубГТУ. Выполнение хозяйственных работ // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 4. – С. 64–66.
3. Желтко Ч.Н., Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Олейникова Л.А. Учебная геодезическая практика // Справочное пособие по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений: 120700 – Землеустройство и кадастры, 270800 – Строительство, 130500 – Нефтегазовое дело, 271101 – Строительство уникальных зданий сооружений / ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014.
4. Кардаш В.И., Гура Д.А. Оптимизация работы тягового средства передвижения с применением геодезического оборудования // В сборнике: Науки о Земле на современном этапе. VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 113–115.
5. Гура Д.А., Гура Т.А. Обзор инженерно-геодезических задач, решаемых с использованием современных электронных тахеометров // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012.
6. Гура Д.А., Дементьев В.В. Сравнительный анализ использования лазерного и нитяного отвеса в электронных тахеометрах // В сборнике: Сборник студенческих научных работ, отмеченных наградами на конкурсах. – Краснодар, 2010. – С. 36–38.
7. Гура Д.А., Доценко А.Е. О необходимости выполнения геодезической съемки // В сборнике: Актуальные вопросы науки. Материалы IX Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 204–205.
8. Рудик Е.А., Гура Д.А. Проведение топографической съемки с применением спутниковых систем и электронных тахеометров // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 118–120.
9. Гура Д.А., Везубов Е.А. Мобильному миру – мобильные сканирующие системы // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 56–58.
10. Гура Д.А., Вареница И.В. Проблема выбора электронного тахеометра // В сборнике: Сборник студенческих научных работ, отмеченных наградами на конкурсах. – Краснодар, 2008. – С. 93–94.
11. Ключин Е.Б. и др. Инженерная геодезия : учебник для студентов высших учебных заведений. – М., 2008.
12. http://www.vd-vd.ru/remont/instrumenty/lazernyi_uroven_nivelir
13. <http://www.laserkeep.ru/vidy-lazernyx-urovnej>
14. <http://siteproremont.ru/instrument-i-materiali/obzor-trekh-lazernykh-nivelirov.html>
15. Астахова И.А. Геодезия : учебно-методическое пособие / Федеральное агентство по образованию; ГОУ ВПО "Майкопский гос. технологический ун-т", Фак. аграрных технологий, Каф. землеустройства. – Майкоп, 2009.

References:

1. Gura D.A., Shevchenko G.G. Modern measuring technologies at department of the inventory and geoengineering in KUBGTU // Scientific and technical magazine on geodesy, cartography and navigation of the Geopro. – 2012. – No. 6. – P. 23–24.
2. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. Experience of use of technologies and equipment Leica Geosystems in educational and educational process of KUBGTU. Accomplishment

hozdogovornykh of works // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2013. – No. 4. – P. 64–66.

3. Zheltko Ch.N., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Oleynikova L.A. Educational geodetic practice // Handbook on the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the directions: 120700 – Land management and inventories, 270800 – Construction, 130500 – Oil and gas case, 271101 – Construction of unique buildings of CONSTRUCTIONS / FGBOU VPO «KUBGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2014.

4. Kardash V.I., Gura D.A. Optimization of work of a traction vehicle using the geodetic equipment // In the collection: Sciences about Earth at the present stage. VI International scientific and practical conference. – 2012. – P. 113–115.

5. Gura D.A., Gura T.A. The review of the engineering and geodetic tasks solved with use of modern electronic tacheometers // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012.

6. Gura D.A., Dementiev V.V. The comparative analysis of use of a laser and cotton plumb in electronic tacheometers // In the collection: The collection of the student's scientific works noted by awards at competitions. – Krasnodar, 2010. – P. 36–38.

7. Gura D.A., Dotsenko A.E. About need of accomplishment of geodetic shooting // In the collection: Topical issues of science. Materials IX of the International scientific and practical conference. – 2013. – P. 204–205.

8. Rudik E.A., Gura D.A. Carrying out survey using satellite systems and electronic tacheometers // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 118–120.

9. Gura D.A., Verezubov E.A. To the mobile world – the mobile scanning systems // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. VIII International scientific and practical conference. – 2013. – P. 56–58.

10. Gura D.A., Varenitsa I.V. Problema of the choice of the electronic tacheometer // In the collection: The collection of the student's scientific works noted by awards at competitions. – Krasnodar, 2008. – P. 93–94.

11. Klyushin E.B. etc. Engineering geodesy : textbook for students of higher educational institutions. – M., 2008.

12. http://www.vd-vd.ru/remont/instrumenty/lazernyi_uroven_nivelir

13. <http://www.laserkeep.ru/vidy-lazernyx-urovnej>

14. <http://siteproremont.ru/instrument-i-materiali/obzor-trekh-lazernykh-nivelirov.html>

15. Astakhova I.A. Geodesy : educational-methodical manual / Federal Agency of education; GOU VPO «Maikop state technological University», Fac. of agricultural technology, dep. land. – Maikop, 2009.

УДК 528

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ НИВЕЛИРОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

PROSPECTS OF APPLICATION OF DIGITAL LEVELS IN CONSTRUCTION

Бердзенишвили С.Г.

доцент кафедры кадастра и геоинженерии,
Кубанский государственный
технологический университет

Шумен Б.Б.

Кубанский государственный
технологический университет
emma.shumen@mail.ru

Бибиков Б.С.

Кубанский государственный
технологический университет

Ширшов Т.А.

Кубанский государственный
технологический университет

Григорьян В.Г.

Кубанский государственный
технологический университет

Панеш Д.А.

Кубанский государственный
технологический университет

Бадикян Г.А.

Кубанский государственный
технологический университет

Аннотация. В данной статье рассмотрено устройство цифровых нивелиров, принципы их использования. Рассмотрены положительные и отрицательные стороны применения таких приборов, необходимости использования их в строительстве. Проанализировав возможности оптических нивелиров, мы так же составили перечень новых возможностей, которые можно ввести для улучшения качества и полезности прибора. В наше время технологии строительства развиваются очень стремительно. Наша задача заключается в том, чтобы способствовать развитию приборостроения и улучшению характеристик различного геодезического оборудования.

Ключевые слова: нивелир, нивелирование, оптический нивелир, классы нивелирования, высотная сеть, геодезические изыскания.

Berdzenishvili S.G.

Assistant professor of cadastre
and geo-engineering,
Kuban State University of Technology

Shumen B.B.

Kuban State University of Technology
emma.shumen@mail.ru

Bibikov B.S.

Kuban State University of Technology

Shirshov T.A.

Kuban State University of Technology

Grigoryan V.G.

Kuban State University of Technology

Panesh D.A.

Kuban State University of Technology

Badikyan G.A.

Kuban State University of Technology

Annotation. In this article the device digital levels, the principles of their use. We consider the positive and negative aspects of the use of such devices, the need for their use in construction. After analyzing the possibilities of optical levels, we have also compiled a list of new features that can introduce to improve the quality and usefulness of the device. Nowadays, the construction technology is developing very rapidly. Our task is to promote the development of instrumentation and improved performance of various surveying equipment.

Keywords: level, leveling, optical leveling, leveling classes, altitude network, geodetic surveys.

Нивелир – геодезический инструмент для нивелирования. Нивелирование – вид геодезических изысканий, которые проводятся для измерения превышений.



Рисунок 1 – Оптический нивелир

- изучения фигуры Земли;
- определение разностей высот и наклонов среднеуровневых поверхностей морей и океанов.

Решение данных задач с высокой точностью является очень важным для современного уровня развития технологий. Так как эти данные используются в экономике, науке, а также для обороны государства.

В настоящее время широкое распространение получили высокоточные цифровые (электронные) нивелиры. Цифровой нивелир – это компьютер, который сам выполняет ряд важных функций, а также взаимодействует с внешним ПО. Он используется со специальными штрих-кодowymi рейками, используя которые можно измерять не только превышения, но и расстояния между ними, то есть контролировать неравенство плеч. Штрих-код ни разу не повторяется по всей длине рейки. На рынке геодезических приборов и технологий электронные нивелиры представлены следующими марками: Leica Sprinter 150M, Trimble Dini 12, Sokkia SDL30-39M2, Topcon DL-102C.



Рисунок 2 – Цифровой нивелир

необходимо провести гораздо больше действий и это занимает немало времени. Установка нивелира в рабочее положение, снятие отсчетов по рейкам, учитывая утомляемость человеческого глаза, запись результатов в журнал – все это занимает определенное количество времени. Если мы студенты тратим на нивелирование тринадцати опорных точек около пяти часов, так же как и на нивелирование квадрата состоящего из девяти малых квадратов размером 10x10, то высококвалифицированный специалист тратит на это вдвое меньше. Но все равно этот процесс занимает большое количество времени, из-за своей трудоемкости. В большинство электронных нивелиров встроен компенсатор, который позволяет поддерживать постоянно горизонтальное положение прибора, что также увеличивает точность. Цифровой нивелир сам записывает и сохраняет производимые отсчеты, что уменьшает затрачиваемое время и увеличивает производительность примерно на 50 %. Это является безусловным плюсом, так как экономия времени, а также уменьшение вероятности человеческой ошибки – это важные задачи совершенствования технических приборов и оборудования. Также плюсом является высокая точность прибора: 0,3–0,4 мм на 1 км двойного хода. В отличие от оптического нивелира, точность снятия отсчетов не зависит от особенностей зрения оператора или условий окружающей среды. Несмотря на эти плюсы, у цифровых нивелиров есть большой минус – уменьшение точности при нивелировании на расстоя-

На рисунке 1 показан нивелир Н-3, наиболее распространенный при изучении самого прибора и сути различных способов нивелирования. Относится к точным нивелирам, предназначен для нивелирования III и IV классов. Точность 2,5 мм. Увеличение изображения $\times 20$.

Нивелирование решает множество важных задач различных областей науки:

- создание высокоточных нивелирных сетей;
- определение осадок и деформации сооружений;

На рисунке 2 показан нивелир Trimble Dini 03, точность которого составляет 0,2 мм. Увеличение изображения $\times 32$.

Проанализировав технические характеристики двух представленных нивелиров, можно сделать вывод, что точность на 1 км двойного хода увеличилась с 2,5 мм до 0,2 мм, то есть в 12,5 раз, а увеличительная способность с $\times 20$ до $\times 32$, в 1,6 раз. Неплохой результат за 30 лет развития технологий нивелиров [2].

Наблюдателю достаточно навести прибор на рейку, сфокусировать изображение и нажать на кнопку. Тогда как при использовании обычного нивелира

ниях больших, чем 40 метров [3–6]. Это означает использование большего количества станций для сохранения высокой точности. Но данный минус, как нам кажется, будет в скором времени устранен, так как технологии непрерывно совершенствуются, а увеличение точности при больших расстояниях – всего лишь дело времени.

При проектировании и строительстве зданий и сооружений огромное значение имеют инженерно-геодезические исследования. От правильно выполненных геодезических работ зависит качество строительства всего сооружения. Нивелир используется практически на всех этапах строительства, так как на каждом этапе необходимо проверять превышения, откосы, неровности и др. Он необходим для измерений, служащих основой для расчета земляных работ. В настоящее время альтернативы оптическому нивелиру для строительных работ нет. Соответственно данный геодезический прибор имеет огромный спрос на рынке строительного оборудования, так как без него невозможно строительство надежных сооружений, отвечающих современным нормам.

Современные оптические нивелиры безусловно хороши: несложны в использовании, имеют высокую точность, практически полностью исключают ошибку наблюдателя, имеют экран для вывода результатов и запоминающее устройство. Но они также должны подвергаться периодической доработке и введению новых технологий и элементов. Например, что хотелось бы нам видеть также в перечне возможностей оптических нивелиров:

- наличие более совершенного компьютера и ПО для него, имеется ввиду возможность не только вывода результатов измерений, но и расчета необходимых величин с помощью соответствующих формул, систематизация этих расчетов;
- наличие соединения с сетью спутников для отслеживания координат прибора, способность задания координат местоположения станций и отображение их на условной карте на дисплее прибора;
- совершенствование точности измерений на больших дистанциях;
- уменьшение габаритов прибора, штатива, реек для более удобной транспортировке и переносе.

Эти возможности позволили бы еще больше увеличить производительность труда и сократить время. Они могут быть реализованы при совместной деятельности специалистов в области математики, программирования и инженерии.

Таким образом, можно сказать, что в ближайшие десятилетия оптический нивелир будет незаменимым прибором в строительстве. Он будет быстро и регулярно совершенствоваться, получая прибавку к производительности и точности. Перспективы оптических нивелиров в строительстве трудно преувеличить.

Литература:

1. Желтко Ч.Н., Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Олейникова Л.А. Учебная геодезическая практика : Справочное пособие по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений: 120700 – Землеустройство и кадастры, 270800 – Строительство, 130500 – Нефтегазовое дело, 271101 – Строительство уникальных зданий и сооружений / ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – ЮГ, 2014.
2. Гура Д.А., Доценко А.Е. О необходимости выполнения геодезической съемки // В сборнике: Актуальные вопросы науки. Материалы IX Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 204–205.
3. Гура Д.А., Везубов Е.А. мобильному миру – мобильные сканирующие системы // В сборнике: Науки о Земле на современном этапе. VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 56–58.
4. Желтко Ч.Н., Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Пастухов М.А. История проблемы исследования погрешностей измерений углоизмерительных приборов // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 5. – С. 43–45.
5. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems в учебно-образовательном процессе КубГТУ. Выполнение хозяйственных работ // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 3. – С. 60–64.
6. Абушенко С.С., Амиров Э.К., Гура Д.А., Аветисян Г.Г. Проблемы, возникающие при выполнении контрольно-исполнительной съемки // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 107–109.

7. Хорцев В.Л., Проскура Д.В., Шевченко Г.Г., Гура Д.А. Наблюдения за горизонтальными и вертикальными смещениями сооружений // В сборнике: Науки о Земле на современном этапе. VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 120–123.

8. Гура Д.А., Алиева М.В. Кадастрово-геодезические работы при строительстве жилого комплекса «Изумрудный город» в муниципальном образовании «город Краснодар» // В сборнике: Науки о Земле на современном этапе. Материалы IV международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 71–74.

9. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Желтко Ч.Н., Пастухов М.А. Метод определения смещений и осадок сооружений с учетом особенностей работ на строительной площадке // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – № 11. – С. 23–24.

10. Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Современные измерительные технологии на кафедре кадастра и геоинженерии в КубГТУ // Научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации Геопрофи. – 2012. – № 6. – С. 23–24.

11. Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А. Определение смещений и осадок сооружения с использованием поискового метода уравнивания // Новый Университет. Серия: Технические науки. – 2013. – №7 (17). – С. 37–40.

12. Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Желтко С.Ч., Бердзенишвили С. Г., Нелюбов Ю. С. Геодезические работы при ведении кадастра : Методические указания к практическим занятиям для студентов всех форм обучения специальности 120303 Городской кадастр и направления 120700.62 Землеустройство и кадастры. – Краснодар, 2011.

13. Желтко Ч.Н., Бердзенишвили С.Г., Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Пастухов М.А. Учебная геодезическая практика : Методические указания по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений 120700 Землеустройство и кадастры, 130500 Нефтегазовое дело, 270800 Строительство, 271101 Строительство уникальных зданий и сооружений. – Краснодар, 2013. – Ч. 3 «Решение геодезических задач».

14. Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Желтко Ч.Н., Кравченко Э.В. Картография : Справочное пособие к лабораторным работам и контрольной работе для студентов всех форм обучения направления бакалавриата 120700 – «Землеустройство и кадастры» / ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014.

15. Ключин Е.Б. и др. Инженерная геодезия : учебник для студентов высших учебных заведений. – М., 2008

References:

1. Zheltko Ch.N., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Oleynikova L.A. Educational geodetic practice // Handbook on the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the directions: 120700 – Land management and inventories, 270800 – Construction, 130500 – Oil and gas case, 271101 – Construction of unique buildings of constructions / FGBOU VPO «KUBGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2014.

2. Gura D.A., Dotsenko A.E. About need of accomplishment of geodetic shooting // In the collection: Topical issues of science. Materials IX of the International scientific and practical conference. – 2013. – P. 204–205.

3. Gura D.A., Verezubov E.A. To the mobile world – the mobile scanning systems // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. VIII International scientific and practical conference. – 2013. – P. 56–58.

4. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastuhov M.A., Shevchenko G.G. Istoriya of a problem of research of errors of measurements ugleizmeritelnykh of devices // News of higher educational institutions. Geodesy and aerial photography. – 2013. – No. 5. – P. 43–45.

5. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. Experience of use of technologies and equipment Leica Geosystems in educational and educational process of KUBGTU. Accomplishment hozdogovornykh of works // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2013. – No. 4. – P. 64–66.

6. Abushenko S.S., Amirov E.K., Gura D.A., Avetisyan G.G. The problems arising in case of accomplishment of control and executive shooting // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 107–109.

7. Hortsev V.L., Proskura D.V., Gura D.A., Shevchenko G.G. Horizontal and vertical shifts of constructions and the reason of their origin // In the collection: Sciences about Earth at the present stage. VI International scientific and practical conference. – 2012. – P. 116–119.

8. Gura D.A., Aliyeva M.V. Cadastral and geodetic works in case of construction of a housing estate «The emerald city» in municipality «city of Krasnodar» // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 71–74.

9. Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastuhov M.A. Metod of determination of shifts and a deposit of constructions taking into account features of works on a building site // Industrial and civil engineering. – 2012. – No. 11. – P. 23–24.
10. Gura D.A., Shevchenko G.G. Modern measuring technologies at department of the inventory and geoengineering in KUBGTU // Scientific and technical magazine on geodesy, cartography and navigation of the Geopro. – 2012. – No. 6. – P. 23–24.
11. Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastuhov M.A. Determination of shifts and a deposit of constructions with use of a search method of equalization // New university. Series: Technical science. – 2013. – No. 7 (17). – P. 37–40.
12. Karelians S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Zheltko S.Ch., Berdzenishvili S.G., Nelyubov Yu.S. Geodetic works when maintaining the inventory // Methodical instructions to a practical training for students of all forms of education of specialty 120303 the City inventory and the Land management directions 120700. 62 and inventories. – Krasnodar, 2011.
13. Zheltko Ch.N., Berdzenishvili S.G., Korelov S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Pastuhov M. A. Educational geodetic practice // Methodical instructions for the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the Land management directions 120700 and inventories, 130500 Oil and gas case, 270800 Construction, 271101 Construction of unique buildings and constructions. – Krasnodar, 2013. – Chast 3 «Resheniye of geodetic tasks».
14. Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Zheltko Ch.N., Kravchenko of E.V. Kartografy // Handbook to laboratory works and examination for students of all forms of education of the direction of a bachelor degree 120700 – «Land management and inventories» / FGBOU VPO «KUBGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2014.
15. Klyushin E.B. etc. Engineering geodesy : textbook for students of higher educational institutions. – M., 2008.

УДК 528

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ МОНТАЖЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

THE USE OF GEODETIC INSTRUMENTS AND TECHNOLOGIES FOR INSTALLATION OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

Грибкова Л.А.

Ассистент, заведующий лабораторией
кафедры кадастра и геоинженерии,
Кубанский государственный
технологический университет

Шевчук Е.А.

Студентка,
Кубанский государственный
технологический университет

Губская К.В.

Студентка,
Кубанский государственный
технологический университет

Полунина Т.М.

Студентка,
Кубанский государственный
технологический университет

Галстян К.В.

Студентка,
Кубанский государственный
технологический университет

Аннотация. Представлен производственный процесс и многие факторы геодезических работ при монтаже технологического оборудования. Представлены конструктивные элементы одноэтажного промышленного здания. Представлены различные методы и приборы для обеспечения монтажных работ.

Ключевые слова: монтаж технологического оборудования, геодезические приборы, конструктивные элементы.

Gribkova L.A.

Assistant, Head of the Department of
Laboratory of cadastre
and geo-engineering,
Kuban State University of Technology

Shevchuk E.A.

Student,
Kuban State University of Technology

Gubskaya K.V.

Student,
Kuban State University of Technology

Polunina T.M.

Student,
Kuban State University of Technology

Galstyan K.V.

Student,
Kuban State University of Technology

Annotation. The production process and many factors surveying during installation of process equipment. Presents structural elements of a single-storey industrial building. We present various methods and devices for installation.

Keywords: installation of process equipment, surveying instruments, construction elements.

Инженерная геодезия рассматривает геодезические работы, которые выполняются при проектировании, изысканиях, строительстве и эксплуатации различных инженерных сооружений и монтаже технологического оборудования. Геодезическое обеспечение монтажного производства является сложной и многоплановой задачей, которая требует для своего решения использования современных методов и средств прикладной геодезии. [1] Опыт отечественного и зарубежного строительного-монтажного производства показывает, что в настоящее время, осуществляется резкое обновление техники. [2]

При строительстве промышленных предприятий выполняют большой объем геодезических работ. [3] При строительстве промышленных предприятий геодезиче-

ские работы при монтаже технологического оборудования занимают важное место, обеспечивающее производственный процесс.

Методика и точность этих работ зависят от многих факторов, основными из которых являются форма, размеры и конструктивные особенности оборудования, а также требования к взаимному положению их элементов. [4]

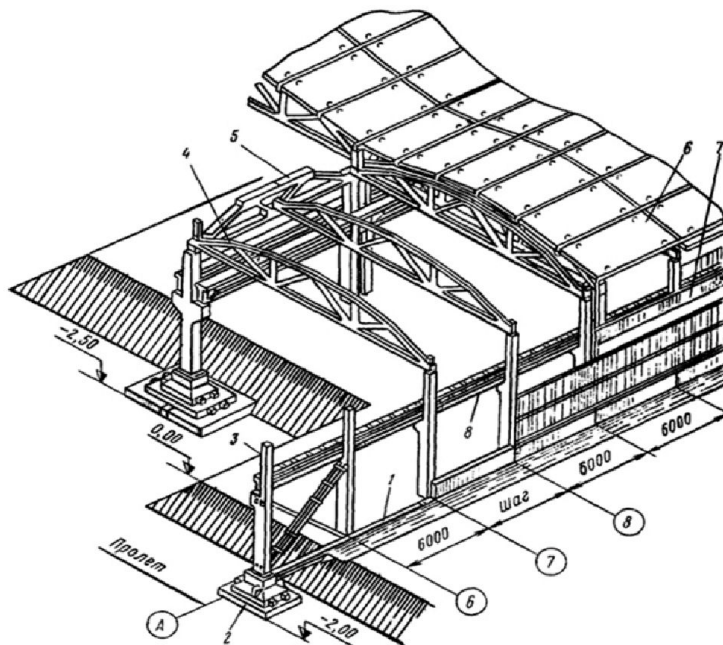


Рисунок 1 – Конструктивные элементы одноэтажного промышленного здания:
 1, 6 – панели; 2 – фундамент; 3 – колонна; 4 – подстропильная ферма; 5 – стропильная ферма;
 7 – подкрановая балка; 8 – фундаментная балка

Перед монтажом на фундаменты под установку технологического оборудования выносят его проектные оси, опорные плоскости доводят до проектных отметок, анкерные болты и другие закладные детали устраивают со строгим соблюдением проектных размеров и высот. Чаще всего для монтажных работ размечают и закрепляют не разбивочные оси, а линии, им параллельные. [5]

При геодезическом обеспечении монтажных работ применяют различные методы и приборы. [6]

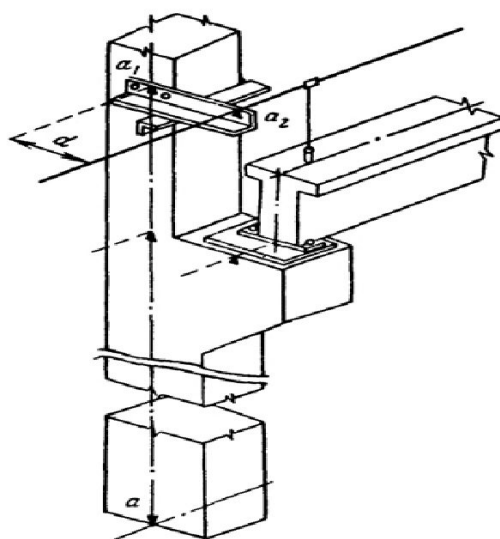


Рисунок 2 – Схема установки в проектное положение подкрановых балок

Отличительной особенностью геодезических работ при монтаже технологического оборудования является применение нестандартных приборов, т. е. таких которые были разработаны специально для решения конкретной задачи и обеспечения высоких требований к точности монтажа технологического оборудования (от 1,0 до 0,05 мм). [7]

Геодезическое обеспечение монтажа технологического оборудования и конструкций могут осуществлять специализированные отделы, секторы, экспедиции и группы проектно-изыскательских институтов и предприятий ГУГК. Это направление перспективно, и объем подобного рода геодезических работ возрастает из года в год.

План работы приводящиеся геодезистами при работе на крупных объектах:

Во-первых, создаются предварительные планово-высотной сети для выноса в натуру и контроля монтажа закладных деталей, (плит, стоек, анкеров и т.д.) под технологическое оборудование

Данные сети создаются в строительный период и после его завершения. Углы в сетях чаще всего измеряют высокоточными теодолитами типа Т5, также измеряются теодолитом Т2, превышения – нивелирами НЗ, Н2, Ni-007, а на больших площадях – высокоточными свето-дальномерами, линии на ограниченных площадях— проволоками, инварными рулетками под натяжением. [8]



Рисунок 3 – Теодолит Т5



Рисунок 4 – Теодолит НЗ

Во-вторых, выносятся в натуру и контролируется монтаж закладных деталей под технологическое оборудование. Для этого обычно необходимо установить закладные детали относительно друг друга с ошибкой 1–5 мм. Это говорит о необходимости применения при выносе теодолитов типа Т15, с помощью применяют полярного метода, метода угловых засечек, перпендикуляров. [9]

За последние годы темпы строительства значительно возросли. Исходя из этого развитие геодезического оборудования начало активно развиваться. Это оборудование является одним из самых важных элементов, находящихся на строительной площадке. Со временем геодезические приборы были усовершенствованы и модернизированы, сейчас без такой техники уже очень сложно представить, например, монтаж инженерных коммуникаций в процессе возведения зданий и сооружений.

Литература:

1. Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems в учебно-образовательном процессе КубГТУ. Выполнение хоздоговорных работ / Кузнецова А.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 4. – С. 64–66.
2. Оптимизация работы тягового средства передвижения с применением геодезического оборудования / Кардаш В.И., Гура Д.А. // В сборнике: Науки о Земле на современном этапе. – 2012. – С. 113–115.
3. Метод определения смещений и осадок сооружений с учетом особенностей работ на строительной площадке / Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А. // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – № 11. – С. 23–24.
4. Теоретические основы системы технического учета и инвентаризации объектов капитального строительства / Осенняя А.В., Осенняя Е.Д., Хахук Б.А., Гура Д.А. Глава 21. геодезические работы при строительстве промышленных сооружений. – URL : <http://lib4all.ru/base/B2005/B2005Part95-286.php>

5. Современные измирительные технологии на кафедре кадастра и геоинженерии в КубГТУ / Гура Д.А., Шевченко Г.Г. // Научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации Геопрофи. – 2012. – № 6. – С. 23–24.
6. Исследования влияния внецентренности алидады электронных тахеометров / Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А., Шевченко Г.Г. // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 6. – С. 18–23.
7. История проблемы исследования погрешностей измерений углоизмерительных приборов / Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Пастухов М.А. // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 5. – С. 43–45.
8. Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems в учебно-образовательном процессе КубГТУ. Выполнение хозяйственных работ / Кузнецова А.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 4. – С. 64–66.
9. Науменко Галина Андреевна. – URL : <http://www.dissercat.com/content/razrabotka-i-issledovanie-geodezicheskogo-obespecheniya-montazha-tekhnologicheskogo-oborudov.2003>
10. Хорошилов Валерий Степанович. – URL : <http://www.dissercat.com/content/optimizatsiya-kompleksa-inzhenerno-geodezicheskikh-rabot-pri-montazhe-tekhnologicheskogo-obo.2009>
11. Учебное пособие по дисциплине «Технический учет и инвентаризация объектов капитального строительства» для студентов всех форм обучения специальности 120303 – «Городской кадастр». – Краснодар, 2011.
12. Об исследованиях угломерных ошибок горизонтального круга электронных тахеометров разложением в ряды Фурье / Гура Д.А., Аветисян Г.Г., Желтко Ч.Н. // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2011. – № 4. – С. 3–6.
13. Исследования упругих деформаций электронных тахеометров / Гура Д.А., Аветисян Г.Г., Желтко Ч.Н. // Геодезия и картография. – 2011. – № 5. – С. 10–12.
14. Об исследованиях угломерных ошибок электронных тахеометров / Гура Д.А., Аветисян Г.Г., Желтко С.С. // Геодезия и картография. – 2011. – № 4. – С. 16–18.

References:

1. Experience of technology and equipment leica geosystems for educational process KubGTU. Performing contractual works / Kuznetsov A.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2013. – № 4. – P. 64–66.
2. Optimization of operation movement traction means of surveying equipment / Kardash V.I., Gura D.A. // In: Earth sciences at the present stage. – 2012. – P. 113–115.
3. Method of determination of shifts and deposit of constructions taking into account features of works on a building site / Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastuhov M.A. // Industrial and civil engineering. – 2012. – No. 11. – P. 23–24.
4. Theoretical basis of the system of technical accounting and inventory of capital construction projects / Osennyaya A.V. Osennyaya E.D., Nahuk B.A., Gura D.A. Chapter 21. Surveying work in the construction of industrial buildings. – URL : <http://lib4all.ru/base/B2005/B2005Part95-286.php>
5. Izmiritelnye modern technology at the department inventories and geo-engineering in KubGTU / Gura D.A., Shevchenko G.G. // Scientific and technical journal for geodesy, cartography and navigation Geoprofi. – 2012. – № 6. – P. 23–24.
6. Research of influence of eccentric alidade Total Station / Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastuhov M.A., Shevchenko G.G. // Proceedings of the higher educational institutions. Geodesy and aerial photography. – 2015. – № 6. – С. 18–23.
7. History research problems of errors of measurement devices goniometric / Zheltko Ch.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Pastuhov M.A. // Proceedings of the higher educational institutions. Geodesy and aerial photography. – 2013. – № 5. – С. 43–45.
8. Experience of technology and equipment leica geosystems for educational process KubGTU. Performing contractual works / Kuznetsov A.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2013. – № 4. – P. 64–66.
9. Naumenko Galina Andreevna. – URL : <http://www.dissercat.com/content/razrabotka-i-issledovanie-geodezicheskogo-obespecheniya-montazha-tekhnologicheskogo-oborudov.2003>
10. Khoroshilov Valeriy Stepanovich. – URL : <http://www.dissercat.com/content/optimizatsiya-kompleksa-inzhenerno-geodezicheskikh-rabot-pri-montazhe-tekhnologicheskogo-obo.2009>
11. The manual on the discipline «Technical accounting and inventory of capital construction» for students of all forms of training specialty 120303 – «Urban Cadastre». – Краснодар, 2011.
12. Research on error horizontal circle goniometer Total Station series expansions Fourier / Gura D.A., Avetisyan G.G., Zheltko Ch.N. // Proceedings of the higher educational institutions. Geodesy and aerial photography. – 2011. – № 4. – P. 3–6.
13. Research elastic deformation Field Station / Gura D.A., Avetisyan G.G., Zheltko Ch.N. // Geodesy and Cartography. – 2011. – № 5. – С. 10–12.
14. Research on error goniometrical Field Station / Gura D.A., Avetisyan G.G., Zheltko Ch.N. // Geodesy and Cartography. – 2011. – № 4. – P. 16–18.

УДК 528

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

GEODETIC DEVICES AND TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION OF ROADS

Грибкова Ирина Сергеевна
старший преподаватель,
Кубанский государственный
технологический университет

Логина Полина Андреевна
Кубанский государственный
технологический университет
paulina.loginova@mail.ru

Андрянова Зоя Сергеевна
Кубанский государственный
технологический университет

Чеботова Анастасия Александровна
Кубанский государственный
технологический университет

Саид Анжела Насимовна
Кубанский государственный
технологический университет

Раздора Дарья Андреевна
Кубанский государственный
технологический университет

Аннотация. Проведён обзор приборов, используемых при строительстве автомобильных дорог. Рассмотрены разбивка пикетажа, поперечников, круговых и переходных горизонтальных и вертикальных кривых. Закрепление основных точек автомобильной дороги.

Ключевые слова: геодезия, трасса, геодезические приборы, строительство, разбивка трассы, автомобильная дорога.

Gribkova I.S.
Senior lecturer,
Kuban State University of Technology

Loginova P.A.
Kuban State University of Technology
paulina.loginova@mail.ru

Andrianova Z.S.
Kuban State University of Technology

Chebotova A.A.
Kuban State University of Technology

Said A.N.
Kuban State University of Technology

Razdora D.A.
Kuban State University of Technology

Annotation. A review of instruments used in the construction of roads. Reviewed the breakdown of manner of widths, circular and transition horizontal and vertical curves. Consolidation of the basic points of the road.

Keywords: geodesy, route surveying instruments, construction, road staking, road.

Геодезия – одна из древнейших наук (geodezy греч.) в переводе на русский язык означающая землеразделение. [13]

В древние времена люди использовали примитивные приборы, которые не давали точных результатов. Сегодня геодезисты имеют надежные современные инструменты и приборы, способные максимально точно произвести замеры [12], [4]. Благодаря имеющимся технологиям, геодезия считается одной из самых высокотехнологичных отраслей. В наше время, строительство не способно обойтись без помощи геодезии. [5], [9]

Геодезия в современном мире решает множество задач, связанных со строительством не только сооружений, но и дорог, такие как:

- наблюдение за осадками;
- контроль деформации и целостности дорог;
- создание с помощью тахеометрической съемки карт и чертежей. [8]

В арсенале специалистов этой области чаще всего можно увидеть 2 прибора, необходимых для расчетов при строительстве – нивелир и теодолит. [13]

Нивелир применяют для определения разности высот между несколькими точками, а также для задания горизонтального направления при монтажных работах.

При работе с нивелиром используется вспомогательный инструмент – нивелирная рейка, представляющая собой складную трёхметровую линейку, с делениями красных и черных цветов.

Теодолит применяется для измерения горизонтальных и вертикальных углов на участке, переноса и привязки точек здания к плану. [6]

Также на строительной площадке используют геодезические мерные ленты различной длины. [14], [15]



Рисунок 1 – Нивелир



Рисунок 2 – Поле зрения нивелира



Рисунок 3 – Нивелирная рейка



Рисунок 4 – Теодолит



Рисунок 5 – Мерная лента

С момента проектирования до начала строительства проходит определенное время и порой достаточно большое. К началу строительных работ проводится детальное изучение документов проекта, которыми в последующем и руководствуются. В проектные документы входят схема, профиль трассы и план. [2]

На всех этапах строительства транспортных сооружений, проходит внимательный контроль, согласно планам и требованиям, который включает в себя:

- нахождение проектных отметок и установку реперов;
- закрепление и по необходимости восстановление осей сооружений;
- контроль приборов, необходимых для проведения геодезических расчетов;
- промеры, проводящиеся на этапе строительства;
- ведение документации о выполненных работах;
- контроль сооружений, проводящийся на всех этапах работ, для выявления деформаций и осадок. [10], [11]

Восстановление трассы начинают с нахождения на местности вершин углов поворота трассы. Для обозначения восстановленной вершины угла закрепляют по два деревянных столбика на протяжении тангенсов. На кривых участках закрепление осуществляется с помощью выносных столбиков, которые обозначают начало, середину и конец кривых. [1]

При проведении работ на равнине, вершина угла закрепляется на внешней стороне угла биссектрисы, также выполняются замеры углов поворота, которые сверяют с

чертежами проекта. В случае сильных отличий изменения значений вносят в проект и работают согласно исправленному углу.

Затем выполняется разбивка пикетажа, которая производится вдоль оси трассы. Разбивка заключается в измерении по оси дороги стометровых отрезков. Концы отрезков называют пикетами. Каждый пикет закрепляют на местности пикетной точкой, которая представляет собой колышек диаметром 6 см и длиной 20–25 см, забиваемого вровень с землёй. Рядом с ним забивают еще один колышек, выступающий примерно на 20 см над землёй и служащий для отыскания пикетной точки. [1]

Если на участке присутствуют закругления, то выполняется детальная разбивка круговых и переходных кривых.

Существует несколько способов разбивки кривых:

- Способ углов и хорд.
- Способ прямоугольных координат.
- Способ продолженных хорд. [3]

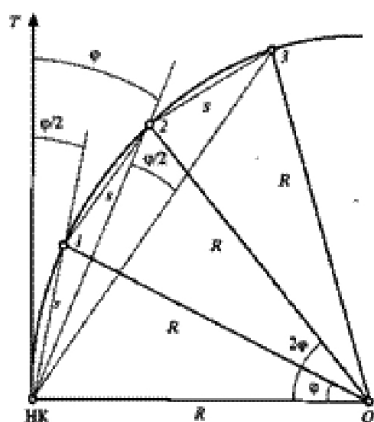


Рисунок 6 – Способ углов и хорд

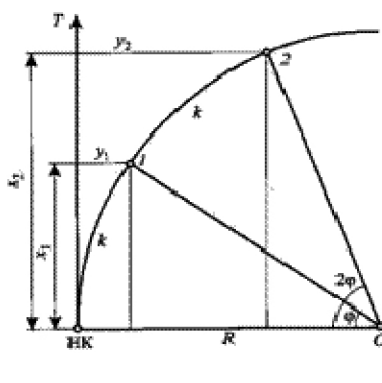


Рисунок 7 – Способ прямоугольных координат

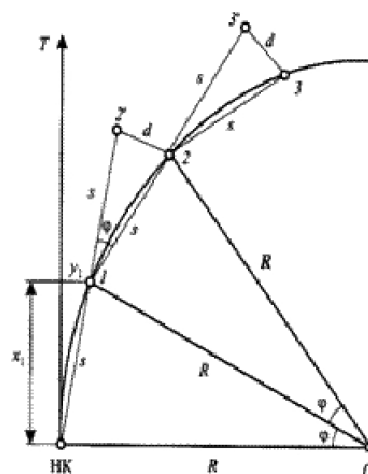


Рисунок 8 – Способ продолженных хорд

Потом выполняют разбивку земляного полотна. Этот этап проводится при любых строительных или восстановительных работах. Помимо стандартных процедур по восстановлению пикетажа, проводится разбивка поперечников, которая заключается в нанесении на план всех точек земляного полотна.

При работе на прямолинейном участке поперечники разбиваются перпендикулярно к основной оси дороги на 20–40 м на имеющих переломах профиля. В случаях с закругленными участками поперечники разбиваются на расстоянии 10–20 м. [7]

При строительстве всех видов дорог предусмотрена установка дополнительных вертикальных кривых, которые служат для сглаживания переломов и плавности движения автотранспорта. Вертикальные кривые с большим радиусом разбиваются также как и горизонтальные круговые кривые.

Геодезия является неотъемлемой частью при строительстве зданий или любого вида дороги. Используя современное оборудование, специалист способен провести точный расчет и представить план будущих сооружений еще на этапе планирования. Расчеты геодезистов позволяют использовать сооружения максимально эффективно, без риска для жизни человека во время эксплуатации.

Литература:

1. Желтко Ч.Н., Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Олейникова Л.А. Учебная геодезическая практика : справочное пособие по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений: 120700 – Землеустройство и кадастры, 270800 – Строительство, 130500 – Нефтегазовое дело, 271101 – Строительство уникальных зданий сооружений / ФГБОУ ВПО «КубГУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014.

2. <http://www.pandia.ru>
3. Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Желтко Ч.Н., Кравченко Э.В. Картография : Справочное пособие к лабораторным работам и контрольной работе для студентов всех форм обучения направления бакалавриата 120700 – «Землеустройство и кадастры» / ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014.
4. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Алкачев Т.Э. Анализ полученных данных методом лазерного сканирования для выполнения периодического мониторинга на примере здания расположенного в г. Краснодаре // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2014. – № 4. – С. 77–83.
5. Гура Д.А., Доценко А.Е. О необходимости выполнения геодезической съемки // В сборнике: Актуальные вопросы науки. Материалы IX Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 204–205.
6. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems в учебно-образовательном процессе КубГТУ. Выполнение хозяйственных работ // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 4. – С. 64–66.
7. Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Желтко С.Ч., Желтко Ч.Н. Учебная геодезическая практика : Методические указания по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений 120700 Землеустройство и кадастры, 130500 Нефтегазовое дело, 270800 Строительство, 271101 Строительство уникальных зданий и сооружений. – Краснодар, 2012. – Часть 2 «Топографические съемки».
8. Абушенко С.С., Амиров Э.К., Гура Д.А., Аветисян Г.Г. Проблемы, возникающие при выполнении контрольно-исполнительной съемки // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 107–109.
9. Рудик Е.А., Гура Д.А. Проведение топографической съемки с применением спутниковых систем и электронных тахеометров // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 118–120.
10. Ключин Е.Б. и др. Инженерная геодезия : учебник для студентов высших учебных заведений. – М., 2008.
11. Брынь М.Я. и др. Инженерная геодезия : учебное пособие / Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования «Петербургский гос. ун-т путей сообщ.»; под ред. В.А. Коугия. – СПб., 2007.
12. Камнев И.С., Середович В.А. Исследование точности современных методов измерения // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2016. – Т. 1. – № 2. – С. 135–140.
13. Осенняя А.В., Осенняя Е.Д., Хахук Б.А., Гура Д.А. Технический учет и инвентаризация объектов капитального строительства. Теоретические основы системы технического учета и инвентаризации объектов капитального строительства. – Краснодар, 2012. – Т. 2. – Часть 2.
14. Осенняя А.В., Осенняя Е.Д., Хахук Б.А., Гура Д.А. Технический учет и инвентаризация объектов капитального строительства. Практические вопросы технического учёта инвентаризации объектов капитального строительства / ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – 2012. – Часть 3.

References:

1. Zheltko Ch.N., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Oleynikova L.A. Educational geodetic practice : Handbook on the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the directions: 120700 – Land management and inventories, 270800 – Construction, 130500 – Oil and gas case, 271101 – Construction of unique buildings of constructions / FGBOU VPO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2014.
2. <http://www.pandia.ru>
3. Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Zheltko Ch.N., Kravchenko E.V. Kartografy : Handbook to laboratory works and examination for students of all forms of education of the direction of a bachelor degree 120700 – «Land management and inventories» / FGBOU VPO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2014.
4. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Alkachev T.E. The analysis of the obtained data by method of laser scanning for accomplishment of periodic monitoring on the example of the building located in Krasnodar // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2014. – No. 4. – P. 77–83.
5. Gura D.A., Dotsenko A.E. About need of accomplishment of geodetic shooting // In the collection: Topical issues of science. Materials IX of the International scientific and practical conference. – 2013. – P. 204–205.
6. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. Experience of use of technologies and equipment Leica Geosystems in educational and educational process of KubGTU. Accomplishment hozdogovornykh of works // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2013. – No. 4. – P. 64–66.

7. Zheltko Ch.N., Berdzenishvili S.G., Korelov S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Pastuhov M.A. Educational geodetic practice : Methodical instructions for the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the Land management directions 120700 and inventories, 130500 Oil and gas case, 270800 Construction, 271101 Construction of unique buildings and constructions. – Krasnodar, 2013. – Chast 3 «Resheniye of geodetic tasks».

8. Abushenko S.S., Amirov E.K., Gura D.A., Avetisyan G.G. The problems arising in case of accomplishment of control and executive shooting // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 107–109.

9. Rudik E.A., Gura D.A. Carrying out survey using satellite systems and electronic tacheometers // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 118–120.

10. E.B. Klyushin, etc. Engineering geodesy : textbook for students of higher educational institutions. – M., 2008

11. Bryn M.Ya. ets. Engineering geodesy : tutorial / GOS. Educational institution of higher. professional education «St. Petersburg state University of ways of messages»; under the editorship of V.A. Kogia. – Saint Petersburg, 2007.

12. Kamnev, I.S., Seredovich V.A. Investigation of the accuracy of modern methods of measurement // interexpo geo-Siberia. – 2016. – Vol. 1. – No. 2. – P. 135–140.

13. Osennyyaya A.V., Osennyyaya E.D., Hakhuk B.A., Gura D.A. Tekhnicheskyy accounting and inventory count of capital construction projects // Theoretical bases of system of technical accounting and inventory count capital construction projects. – Krasnodar, 2012. – Part 2.

14. Osennyyaya A.V., Osennyyaya E.D., Hakhuk B.A., Gura D.A. Tekhnicheskyy accounting and inventory count of capital construction projects // Practical questions of technical accounting of inventory count of capital construction projects / FGBOU VPO «KubGTU». – Krasnodar, 2012. – Part 3.

УДК 528

ОСНОВНЫЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

BASIC GEODETIC WORKS IN CONSTRUCTION

Гура Дмитрий Андреевич

кандидат технических наук,
старший преподаватель кафедры
кадастра и геоинженерии,
Кубанский государственный
технологический университет
gda-kuban@mail.ru

Рыжкова Алина Александровна

Кубанский государственный
технологический университет
al.rizhkowa@yandex.ru

Болобан Татьяна Игоревна

Кубанский государственный
технологический университет

Болгова Анна Сергеевна

Кубанский государственный
технологический университет

Черепанов Анатолий Сергеевич

Кубанский государственный
технологический университет

Кашаев Булат Рустамович

Кубанский государственный
технологический университет

Аннотация. Описан геодезический деформационный мониторинг технического состояния высотных и большепролетных зданий и сооружений, приведены основные методы измерения вертикальных и горизонтальных смещений объектов, рассмотрено основное используемое оборудование.

Ключевые слова: геодезический мониторинг, деформации, деформационные процессы, уникальные здания и сооружения, тахеометр, геодезия.

Gura Dmitry Andreevich

Candidate of technical Sciences,
Senior lecturer of the Department of
cadastre and geo-engineering,
Kuban State University of Technology
gda-kuban@mail.ru

Ryzhkova Alina Alexandrovna

Kuban State University of Technology
al.rizhkowa@yandex.ru

Boloban Tatyana Igorevna

Kuban State University of Technology

Bolgova Anna Sergeevna

Kuban State University of Technology

Cherepanov Anatoly Sergeyeovich

Kuban State University of Technology

Cashew Bulat Rustamovich

Kuban State University of Technology

Annotation. This article discusses some types of surveying in construction: the definition of a geodetic framework; geodetic control of accuracy and acceptance of different types of work, methods of their performance; marking; monitoring of removability and deformability constructed Builder-governmental structures. Identifies devices

Keywords: Geodetic monitoring, strains, deformation processes, unique buildings and facilities, total station, surveying.

При строительстве любых видов сооружений, будь это объекты социальной инфраструктуры, технической (линий электропередач, трубопроводы), объекты военной инфраструктуры Вооруженных сил Российской Федерации, а также автомобильные, железные дороги, тоннели, гидротехнические сооружения, проводят ряд геодезических работ, учитывая требования нормативных документов.

Геодезические работы выполняются в полном объеме и с необходимой точностью, для того чтобы обеспечить размещение возводимых сооружений соответственно проектам генеральных планов строительства [1].

На строительной площадке выполняются следующие виды геодезических работ:

- *Определение геодезической разбивочной основы*

Любое строительство начинается с создания геодезической разбивочной основы (ГРО) – это стандартная и обязательная процедура перед началом строительства.

Каждое строительство сооружения (здания, путепровода моста, тоннеля автомобильной, дороги и т.д.) проектируются с помощью планирования местности (схема очертания сооружения и, если есть необходимость, то и его отдельно взятых частей). Затем данный план переносят на местность с определенной точностью осей сооружений и высот [5].

Геодезическая разбивочная основа – это перенос на местность определенных точек, главных осей и плоскостей, задающих высотное и плановое расположение, размеры сооружения [11].

Построение геодезической разбивочной основы для строительства производят методами полигонометрии, спутниковыми определениями координат в системах МСК-СРФ, линейно-угловыми построениями, методами триангуляции и другими, обеспечивающими точность [12].

Геодезическая разбивочная основа для строительства создается в виде сети. В зависимости от размеров и формы сооружения, вида местности выделяют:

- 1) сети красных линий (строительство жилых и гражданских зданий).
- 2) сети теодолитных ходов (подземные инженерные коммуникации).
- 3) строительные сетки (строительство промышленных комплексов).
- 4) специальные линейно-угловые сети, сети в виде систем четырехугольников или центральных систем (строительство уникальных сооружений) [2].

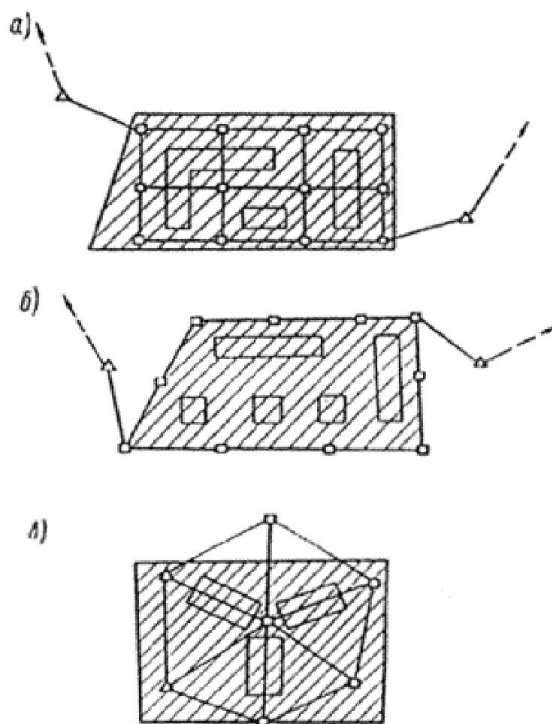


Рисунок 1 – Схемы разбивочной сети строительной площадки в виде:
а – строительной сетки; б – красных линий; в – центральной системы

В дальнейшем закрепляют пункты разбивочной сети – устанавливают геодезические знаки, согласно требованиям СНиП 3.01.03-84. Все работы выполняются строго по проектному чертежу.

Все больше для определения геодезической разбивочной основы применяются электронные тахеометры. Они обеспечивают высокую точность угловых и линейных измерений, освобождают от визуального снятия отсчетов, заметно повышают эффективность полевых работ за счет скорости измерений [13, 4, 15, 1].

- *Разбивочные работы.*

Разбивочные работы – это комплекс тесно связанных процессов, важнейшая часть строительного-монтажного производства [15]. Основные этапы организации разбивочных работ:

- 1) построение на местности проектных углов;
- 2) построение на местности линий заданной длины;
- 3) построение на местности линий (осей) в заданном направлении;
- 4) вынос в натуру точек с заданными координатами и отметками;
- 5) построение на местности линий и плоскостей с проектными уклонами [1].

Все разбивочные работы контролируются измерениями до пунктов разбивочной сети. Также контролируется вынос точек – измерениями по сторонам строительной сетки способами линейных и угловых засечек, полярных и прямоугольных координат [2, 1].

- *Геодезический контроль точности и приемки различных видов работ* включает в себя:

- 1) создание разбивочной геодезической основы;
- 2) детальная разбивка сооружений;
- 3) геодезический контроль точности выполнения строительного-монтажных работ;
- 4) исполнительные съемки сооружений или зданий.

Широкое применение нашел метод лазерного сканирования, чаще всего его используют при необходимости получения наибольшей информации о положении фасадных элементов [7, 14]. Во время работ необходимо проводить фотографирование здания для облегчения обработки результатов лазерного сканирования. Дополнительно используют фотограмметрический метод, который позволяет уменьшить погрешность до 1–2 мм [8].

- *Мониторинг смещаемости и деформативности возводимых строительных конструкций* представляет комплекс измерений, обработки, результатов.

Отклонение крена высотного здания от вертикальной оси – это итоговая нормируемая деформационная характеристика высотных зданий. Мониторинг зданий и сооружений геодезическими измерениями определяет следующие характеристики деформаций основание – фундамент – надземная часть здания:

для основания и фундаментов: абсолютная осадка S ; средняя осадка S_{cp} ; неравномерная осадка ΔS ; относительная неравномерная осадка $\Delta S / l$ – разность вертикальных перемещений, отнесенных к расстоянию между ними; крен фундамента или здания в целом i – отношение разности осадок крайних точек фундамента к ширине (или длине) фундамента; относительный прогиб (выгиб) i / L – отношение стрелы прогиба (выгиба) к длине L однозначно изгибаемого участка фундамента [1, 10, 12].

для наземной части здания: отклонение от вертикали строительных конструкций (осей колонн, стен, лифтовых шахт и других элементов); сжатие или усадка колонн и других бетонных конструкций [3].

Таким образом, ни одно из современных строительства не обходится без геодезических работ. Они сопровождают процесс строительства от начала и до конца. Для строительства огромное значение имеет точность геодезических измерений и правильное проведение планировочных, разбивочных, а также работ по выносу на натуру.

Литература:

1. СП 126.13330.2012 «Геодезические работы в строительстве. Актуализированная редакция СНиП 3.01.03-84», 2012 г.
2. Гура Д.А., Петрухина В.В. О правилах раздела земельного участка // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 59–66.
3. Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Аветисян Г.Г. Измерения геометрии высоких стальных трехгранных сооружений // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2010. – С. 13–19.

4. Гура Д.А., Верозубов Е.А. Мобильному миру – мобильные сканирующие системы // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. VIII международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 56–58.
5. Топографические съемки и разбивочные работы : Метод. указ. по учебной геодезической практике / Сост. С.В. Гладышев, В.С. Ермаков. – Л. : ЛПИ, 1989. – 44 с.
6. Гура Д.А., Доценко А.Е. О необходимости выполнения геодезической съемки // В сборнике: Актуальные вопросы науки. Материалы IX Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 204–205.
7. Анисимов Вл.А., Васильев А.С. Изучение устройства и выполнение проверок геодезических приборов : учебное пособие для студентов строительных специальностей. – Хабаровск : ДВГУПС, 1998.
8. Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий // Методические указания по выполнению контрольной работы для студентов заочной, дистанционной форм обучения и МИППС специальности 120303 Городской кадастр. – Краснодар, 2010.
9. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Желтко Ч.Н. Определение крена инженерного сооружения с использованием безотражательного тахеометра // Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли юга России : Материалы III Научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2009. – С. 247–249.
10. Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А. Метод определения смещений и остаток сооружений с учетом особенностей работ на строительной площадке // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – №11. – С. 23–24.
11. Желтко Ч.Н., Бердзенишвили С.Г., Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Пастухов М.А. Учебная геодезическая практика : Методические указания по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений: 120700 Землеустройство и кадастров, 130500 Нефтегазовое дело. 270800 Строительство, 271101 Строительство уникальных зданий и сооружений. – Краснодар, 2013. – Часть 3 «Решение геодезических задач».
12. Кулешов Д.А., Стрельников Г.Е. Инженерная геодезия для строителей. – М. : Недра, 2007.
13. Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Решение нестандартных инженерно-геодезических задач с использованием электронных тахеометров // В сборнике: Строительство – 2010. Материалы Международной научно-практической конференции. Дорожно-транспортный институт. – 2010. – С. 161–162.
14. Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Экологический мониторинг деформации сооружений с использованием наземного лазерного сканирования // В сборнике: Строительство – 2010. Материалы международной научно-практической конференции. Дорожно-транспортный институт. – 2010. – С. 152–153.
15. Гура Д.А., Гура Т.А. Обзор инженерно-геодезических задач, решаемых с использованием современных электронных тахеометров // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 110–113.

References:

1. SP 126.13330.2012 «Geodetic works in construction. The staticized edition Construction Norms and Regulations 3.01.03-84», 2012.
2. Gura D.A., Petrukhina V.V. About rules of the section of the parcel of land // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. VIII International scientific and practical conference. – 2013. – P. 59–66.
3. Zeltho Ch.N., Gur D.A., Avetisyan G.G. Measurements of geometry of high steel three-faced constructions // News of higher educational institutions. Geodesy and aerial photography. – 2010. – P. 13–19.
4. Gura D.A., Verozubov E.A. To the mobile world – the mobile scanning systems // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. VIII international scientific and practical conference. – 2013. – P. 56–58.
5. Surveys and marking works : Method. decree. on educational geodetic practice / Sost. S.V. Gladyshev, V.S. Ermakov. – L. : LPI, 1989. – 44 p.
6. Gura D.A., Dotsenko A.E. About need of accomplishment of geodetic shooting // In the collection: Topical issues of science. Materials IX of the International scientifically practical conference. – 2013. – P. 204–205.

7. Anisimov V.I., Vasilyev A.S. Studying of the device and accomplishment of checkings of geodetic devices : education guidance for students of construction specialties. – Khabarovsk : DVGUPS, 1998.

8. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Shevchenko G.G. Fotogrammetriya and remote sounding of the territories : Methodical instructions for accomplishment of examination for students of the correspondence, remote forms of education and MIPPS of specialty 120303 the City inventory. – Krasnodar, 2010.

9. Shevchenko G.G., Gura D.A., Zheltko Ch.N. Determination of a list of an engineering construction with use of the bezotrazhatelny tacheometer // Youth and scientific and technical progress in a road industry of the South of Russia: Materials III of Scientific and technical conference of students, graduate students and young scientists. – 2009. – P. 247–249.

10. Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastuhov M.A. Metod of determination of shifts and a remaining balance of constructions taking into account features of works on a building site // Industrial and civil engineering. – 2012. – No. 11. – P. 23–24.

11. Zheltko Ch.N., Berdzenishvili S.G., Korelov S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Pastuhov M.A. Educational geodetic practice : Methodical instructions for the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the directions: 120700 Land management and inventories, 130500 Oil and gas case, 270800 Construction, 271101 Construction of unique buildings and constructions. – Krasnodar, 2013. – Part 3 «Solution of geodetic tasks».

12. Kuleshov D.A., Strelnikov G.E. Engineering geodesy for builders. – M. : Subsoil, 2007.

13. Gura D.A., Shevchenko G.G. The solution of non-standard engineering and geodetic tasks with use of electronic tacheometers // In the collection: Construction – 2010. Materials of the International scientific and practical conference. Road and transport institute. – 2010. – P. 161–162.

14. Gura D.A., Shevchenko G.G. Environmental monitoring of deformation of constructions with use of land laser scanning // In the collection: Construction – 2010. Materials of the international scientific practical conference. Road and transport institute. – 2010. – P. 152–153.

15. Gura D.A., Gura T.A. The review of the engineering and geodetic tasks solved with use of modern electronic tacheometers // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 110–113.

УДК 656. 073

ТРАНСПОРТНЫЕ СЕТИ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПОМОЩИ СОВРЕМЕННЫХ ПАКЕТОВ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ

TRANSPORT NETWORK AND THEIR MODELLING USING MODERN SOFTWARE PACKAGES

Изыумский Александр Александрович

Кубанский государственный
технологический университет

Надирян София Левоновна

Кубанский государственный
технологический университет
sofi008008@yandex.ru

Сенин Иван Сергеевич

Кубанский государственный
технологический университет

Izyumskii Alexandr Alexandrovich
Kuban State University of Technology

Nadiryan Sofiya Levonovna
Kuban State University of Technology
sofi008008@yandex.ru

Senin Ivan Sergeevich
Kuban State University of Technology

Аннотация. В данной статье мы рассмотрим особенности транспортных сетей и возможности их моделирования при помощи современных пакетов прикладных программ. Основной проблемой при моделировании транспортной сети является выбор уровня детализации. Здесь приходится искать компромисс между точностью и затратами на исследования. Вероятно, 100 %-ная точность будет обеспечена, если мы учтем индивидуально маршруты поездок всех пользователей в течение всех дней в году. В то же время очевидна излишняя детализация такого подхода, так как во многих случаях будут совпадать точки отправления (остановочные пункты, гаражи, склады), точки прибытия и маршруты следования. В аспекте времени тоже будет проявляться общность поведения пользователей. Для преодоления этих противоречий используется транспортное зонирование.

Ключевые слова: транспортные потоки, моделирование, анализ, методы, имитационное моделирование.

Annotation. In this article we consider the features of transport networks and their simulation with the help of modern software packages. The main problem in the modeling of transport network, the choice of level of detail. Here we have to find a compromise between accuracy and cost of the study. Probably 100 % accuracy will be achieved if we consider individually the routes of travel of all users during all days of the year. At the same time, obvious unnecessary details of this approach, as in many cases will be the same as the point of departure (bus stops, garages, warehouses), the point of arrival and itineraries. In the aspect of time will also manifest itself is a common user behavior. To overcome these contradictions, the vehicle zoning.

Keywords: traffic flows, modeling, analysis, methods, simulation.

Одним из основных требований, предъявляемых к современной транспортной сети, является ее высокая масштабируемость. Это предполагает способность к перемещению любых объемов клиентского трафика от границы сети доступа через ее ядро вплоть до резких скачков численности обращений к услугам, для которых необходима очень высокая пропускная способность. При этом должны выделяться соответствующие ресурсы, распределяемые по определенным уровням и сегментам. Не менее важно, чтобы функционирование такой сети обязательно осуществлялось на мульти-сервисной основе. То есть она должна осуществлять агрегирование и транспортировку коммутируемого и некоммутируемого трафика, сгенерированного как в пакетных приложениях (вплоть до реализации тройной услуги), так и в приложениях с коммутацией каналов. При этом необходимо обеспечить прозрачность в реализации сервиса, к которому не выдвигаются особые требования на границе.

Под транспортной сетью понимается ориентированный граф, в котором выделяются две вершины: s – исток (источник) и t – сток, а дугам присвоен вес, означающий

пропускную способность. Пропускную способность дуги u обозначим как $\mu(u)$. Пропускная способность пути, предположим, из s в t $P(s, t)$ равна наименьшей из пропускных способностей дуг, в него входящих:

$$\mu[P(s, t)] = \min[\mu(u_1), \mu(u_2), \mu(u_3), \dots].$$

Интенсивность потока в сети (далее – поток) обозначим $\lambda(s, t)$, поток в дуге – $\lambda(u)$.

Поток представляет собой совокупность объектов, транспортируемых по сети из s в t , причем эти объекты могут быть распределены по дугам сети различным образом. Допустимый поток должен удовлетворять следующим условиям:

- весь поток, поступающий на вход, достигает выхода сети, т.е.

$$\lambda(s, x_j) = \lambda(x_i, t) = 0,$$

где $x_j \in X^+(t)$, $x_i \in X^-(s)$ – интенсивность потока в любой дуге сети удовлетворяет соотношению:

$$0 \leq \lambda(u) \leq \mu(u);$$

- для любой вершины все объекты, входящие в нее, также выходят

$$\lambda(x_j, x_k) - \lambda(x_k, x_i) = 0,$$

где $x_j \in X^+(x_k)$, $x_i \in X^-(x_k)$.

Введем величину d , которая будет характеризовать возможное приращение потока. Для дуги $d(u) = \mu(u) - \lambda(u)$, если поток пропускаем в направлении ориентации дуги, и $d = \lambda(u)$, если речь идет о встречном потоке (т.е. условно предполагается, что имеющийся поток величиной $\lambda(u)$ можно уменьшить для того, чтобы пропустить во встречном направлении некоторое количество единиц потока). Для некоторого пути из s в t $P(s, t)$ приращение определяется как наименьшее из приращений дуг, в него входящих:

$$d[P(s, t)] = \min[d(u_1), d(u_2), d(u_3), \dots].$$

Задача поиска максимального допустимого потока в сети решается с помощью алгоритма последовательного увеличения некоторого начального потока с распределением приращения потока по дугам так, чтобы соблюдались условия допустимого потока. Вариант такого алгоритма основан на использовании *орграфа приращений*.

Рассмотрим, что такое орграф приращений. Этот граф строится из исходной сети при данном значении потока в сети и обозначается как $I(H, \lambda_i)$ (символ H – это обозначение исходной сети); λ_i – поток в сети на i -м цикле работы алгоритма ($\lambda_i = \lambda(s, t)$). Рассмотрим правила построения орграфа приращений.

Каждой дуге сети ставятся в соответствие две дуги орграфа приращений – сонаправленная и противоположнонаправленная. Обозначим их w^1 и w^2 соответственно.

Каждой дуге орграфа приращений присваивается вес по следующим правилам:

- $\mu(w^1) = 0$, если в соответствующей дуге сети H выполняется $\lambda(u) < \mu(u)$;
- $\mu(w^1) = \infty$, если $\lambda(u) \geq \mu(u)$;
- $\mu(w^2) = 0$, если $\lambda(u) = 0$;
- $\mu(w^2) = \infty$, если $\mu(u) = 0$.

Таким образом, вес дуги орграфа приращений равен нулю, если в соответствующей дуге сети можно изменить (увеличить или уменьшить) поток.

Перейдем от математического значения транспортной сети к понятию транспортной сети, как пространственной структуре транспортных систем, являющейся совокупностью транспортных связей, по которым осуществляются пассажирские и грузовые перевозки.

Укрупненно транспортные сети можно разбить на три группы. По кратчайшим направлениям между пунктами перемещения могут перемещаться лишь немногие виды транспорта. Причем реальные пути их перемещения практически всегда отклоняются от прямолинейных вследствие необходимости обхода запретных районов, суверенных территорий, природных особенностей и т.п. Например, для воздушного транспорта в целях разумного ограничения пролета над иностранной территорией, облета воздушного пространства городов, повышения безопасности прокладываются воздушные коридоры, которые используются для прокладки различных маршрутов.

Естественные пути для перемещения являются наиболее древними транспортными сетями. Главным образом это реки и пригодные для перемещения внедорожных транспортных средств участки земной поверхности.

Основное количество грузов и пассажиров перемещается по *дорогам*. Дороги по особенностям перемещения делятся на рельсовые и безрельсовые.

Необходимо отметить, что транспортная сеть никогда не соответствует дорожной сети. В зависимости от габаритов и массы груза, параметров используемых транспортных средств транспортная сеть будет тем или иным фрагментом дорожной сети. Например, не по всем улицам города разрешено движение грузовых автомобилей, и в транспортной сети для них эти улицы будут исключенными [1, 2].

При проведении исследований из транспортной сети выделяют подсеть, предназначенную для движения определенного вида транспорта. Например, при исследовании пассажирских перевозок в городе выделяют подсети скоростного транспорта, электрического транспорта, пешеходного движения и т.п.

Много особенностей транспортных сетей связано с историей их развития. В исторических городах характеристики транспортных сетей определялись совершенно другими требованиями и достались нам в наследство из предыдущих эпох. Естественно, не всегда есть возможность и рационально модернизировать их под современные требования.

Транспортные сети новых городов планируют так, чтобы создать наиболее эффективные транспортные связи между различными районами и внешним транспортом и обеспечить их пропускную способность на перспективу. В соответствии с этим Строительные Нормы и Правила (СНиП) предусматривают районирование городов и четкую классификацию транспортных связей по назначению и характеристикам [3, 4].

Граф, моделирующий транспортную сеть, обязательно должен быть связанным, чтобы всегда был путь из любой вершины в любую другую вершину. Числа, характеризующие звенья такого графа, обычно выражают протяженность пути, время или стоимость проезда.

В качестве примера можно рассмотреть работу программного продукта PTV VISSIM и PTV VISUM (рис. 1–3).

Для моделирования транспортной сети необходимо иметь:

- картографический материал; обычно это карты крупного масштаба, так как они позволяют с большой точностью делать замеры расстояний между пунктами;
- сведения о размещении основных объектов транспортной системы и ее среды (в зависимости от решаемой задачи: грузообразующие и грузопоглощающие предприятия, жилые массивы, места приложения труда и т.п.);
- дополнительные сведения из коммунальных и дорожных организаций в виде перечня улиц с характеристикой их проезжей части;
- сведения по организации дорожного движения, т.е. схемы организации движения на перекрестках, площадях и транспортных развязках, а также сведения о различных ограничениях движения, связанных с установленными дорожными знаками.

Основной проблемой при моделировании транспортной сети является выбор уровня детализации. Здесь приходится искать компромисс между точностью и затратами на исследования. Вероятно, 100 %-ная точность будет обеспечена, если мы учтем индивидуально маршруты поездок всех пользователей в течение всех дней в году [1, 4]. В то же время очевидна излишняя детализация такого подхода, так как во многих случаях будут совпадать точки отправления (остановочные пункты, гаражи, склады), точки прибытия и маршруты следования. В аспекте времени тоже будет проявляться общность поведения пользователей. Для преодоления этих противоречий используется транспортное зонирование.

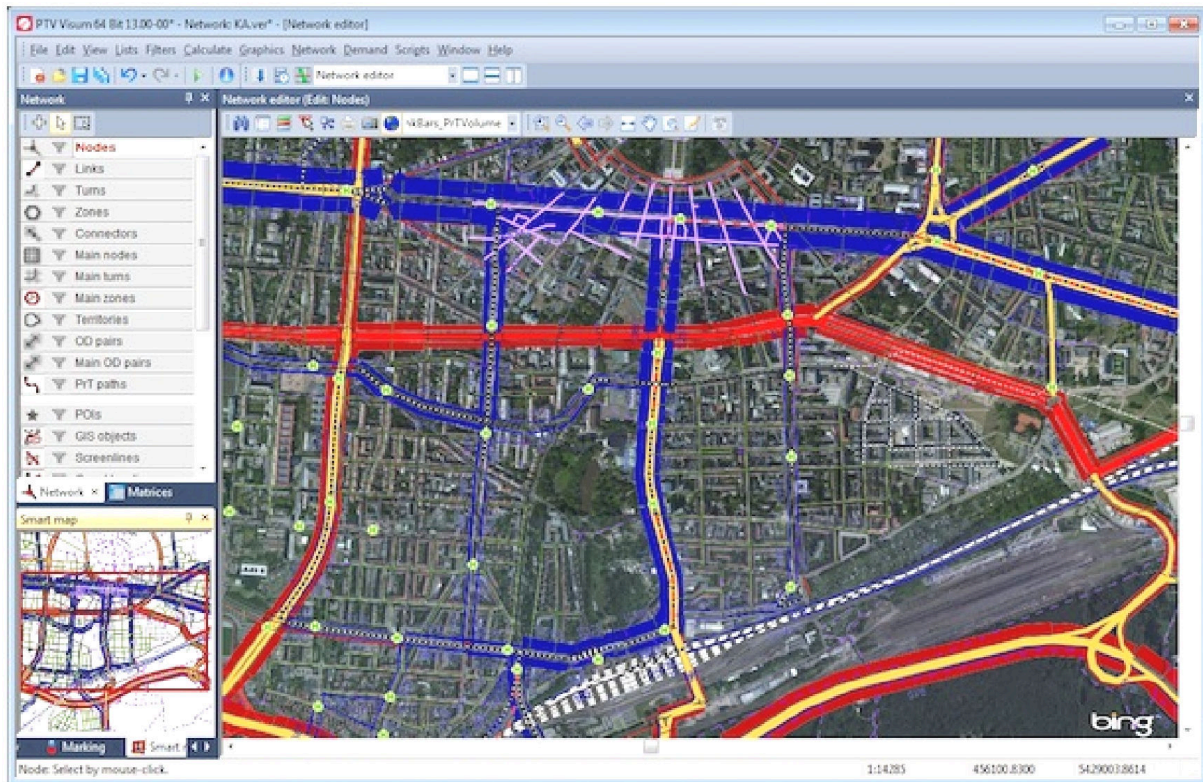


Рисунок 1 – Граф транспортной сети в программе PTV VISUM

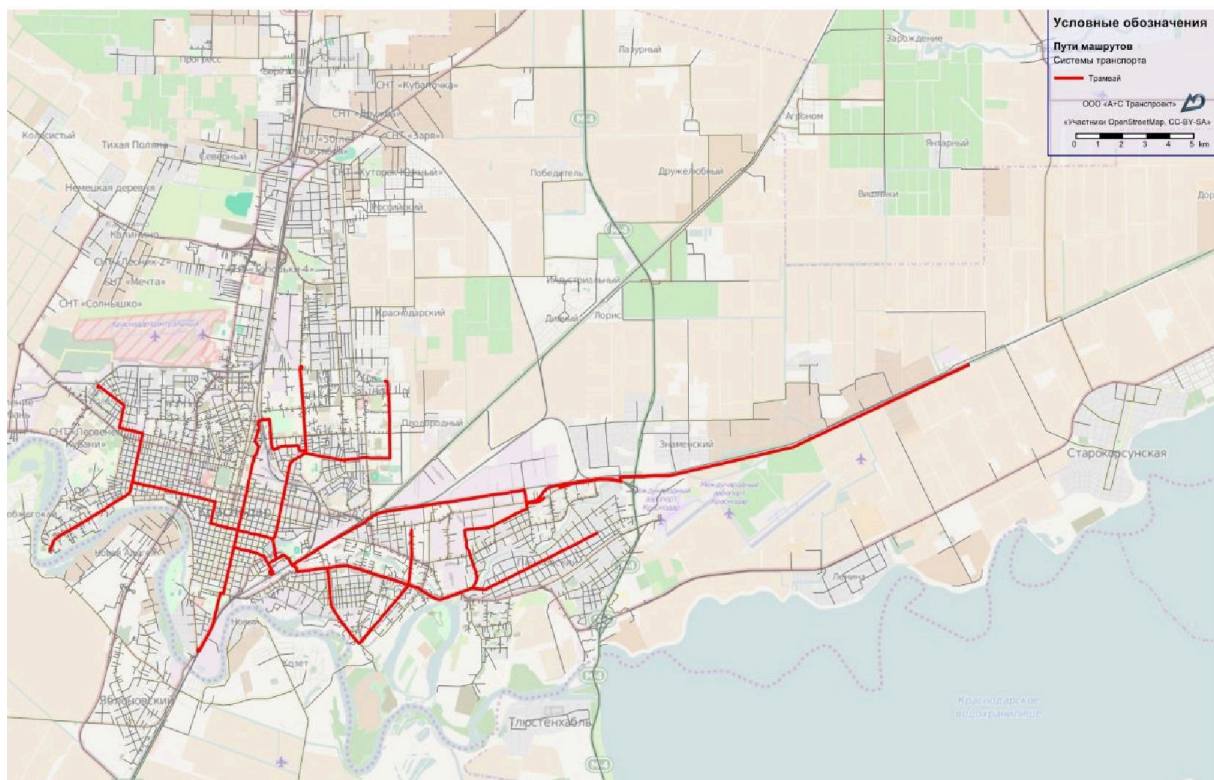


Рисунок 2 – Граф транспортной сети городского пассажирского транспорта (трамвай)

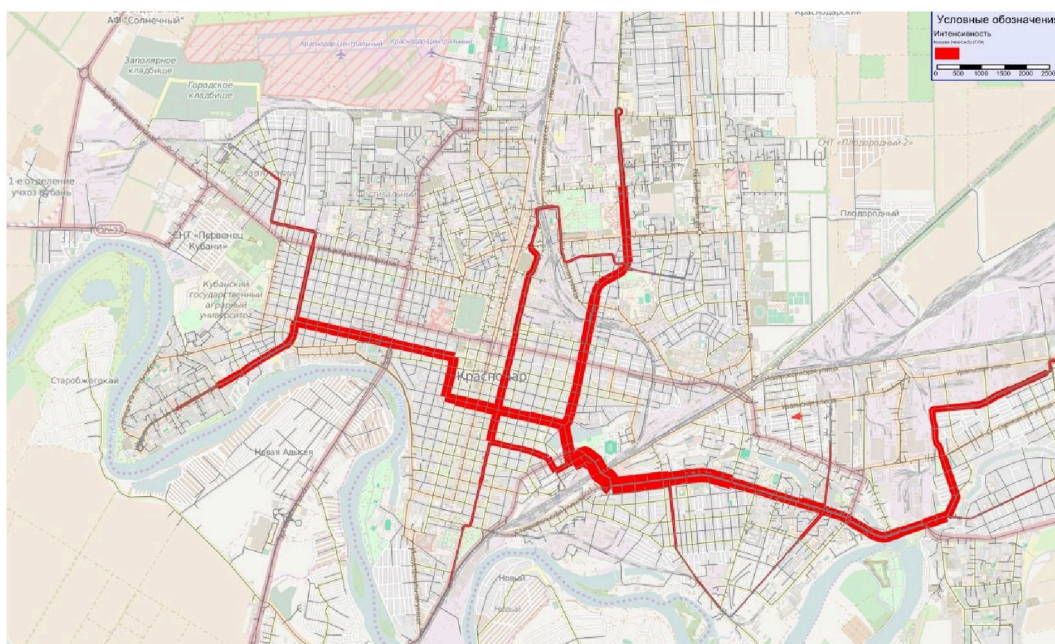


Рисунок 3 – Граф улично-дорожной сети с интенсивностью

На сегодняшний день теория графов активно используется в различных программных продуктах, предназначенных для моделирования различного уровня (микро, мезо, макро) транспортных потоков, транспортного планирования и оптимизации общественного транспорта.

Литература:

1. Изюмский А.А., Надирян С.Л., Сенин И.С. Вычислительная техника и сети в отрасли : учеб. пособие / Кубан. гос. технол. ун-т. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2014. – 275 с.
2. Изюмский А.А., Надирян С.Л. Системы автоматизации на автомобильном транспорте : учеб. пособие / Кубан. гос. технол. ун-т. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2015. – 263 с.
3. Изюмский А.А., Надирян С.Л. Внедрение автоматизированной системы транспортной логистики на автотранспортных предприятиях // Гуманитарные и социально-экономические и общественные науки. – 2014. – № 10.
4. Изюмский А.А., Надирян С.Л., Сенин И.С. Применение имитационного моделирования в сфере моделирования транспортных потоков // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2016. – № 1. – С. 52–54.

References:

1. Izyumskii A.A., Nadiryan S.L., Senin I.S. Computer engineering and networks in industry : proc. Manual / KubGTU. – Krasnodar : Publishing house KubGTU, 2014. – 275 p.
2. Izyumskii A.A., Nadiryan S.L. Automation in road transport: textbook : manual / KubGTU. – Krasnodar : Publishing house KubGTU, 2015. – 263 p.
3. Izyumskii A.A., Nadiryan S.L. Implementation of the automated system of transport logistics in transport companies // Humanities and economic and social Sciences. – 2014. – № 10.
4. Izyumskii A.A., Nadiryan S.L., Senin I.S. The Use of simulation in modeling and simulation of traffic flows // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2016. – No. 1. – P. 52–54.

УДК 528

**СКОРОСТЬ И ТОЧНОСТЬ – ОТЛИЧИЕ СОВРЕМЕННЫХ
ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ ОТ КЛАССИЧЕСКИХ**

**SPEED AND ACCURACY – THE DIFFERENCE BETWEEN MODERN
AND TRADITIONAL GEODESIC EQUIPMENT**

Исмаилов Владислав Владимирович

студент,
Кубанский государственный
технологический университет
ismailloffvlad@yandex.ru

Фурсина Юлия Вадимовна

студент,
Кубанский государственный
технологический университет

Иванова Светлана Олеговна

студент,
Кубанский государственный
технологический университет

Валуева Юлия Михайловна

студент,
Кубанский государственный
технологический университет

Семиренко Валентин Александрович

студент,
Кубанский государственный
технологический университет

Шевченко Гриттель Геннадьевна

ассистент кафедры кадастра и геоинженерии,
Кубанский государственный
технологический университет

Аннотация. Статья посвящена основным видам современных геодезических приборов, пришедшим на смену старым. Новые технологии не только улучшили традиционные геодезические приборы, такие как теодолит и нивелир, но также принесли совершенно новые классы оборудования, значительно упростившие инженерные изыскания и построение ОГС, а также повысившие качество выполняемой работы.

Ключевые слова: тахеометр, GPS, ГЛОНАСС, GALILEO, лазерные сканирующие системы.

Vladislav Ismailov

Student,
Kuban State University of Technology
ismailloffvlad@yandex.ru

Julia Fursina

Student,
Kuban State University of Technology

Svetlana Ivanova

Student,
Kuban State University of Technology

Julia Valueva

Student,
Kuban State University of Technology

Valentin Semirenko

Student,
Kuban State University of Technology

Grittel Shevchenko

Department of cadastre
and geo-engineering assistant,
Kuban State University of Technology

Annotation. This article is dedicated to the primary types of modern geodesic equipment that came to replace the old ones. As well as improving the traditional instruments, new technologies also brought brand new types of equipment that greatly improved the quality and easiness of engineering survey.

Keywords: tachymeter, GPS, GLONASS, GALILEO, laser scanning systems.

Традиционные способы инженерных изысканий и отображения полученной информации остались в прошлом. На смену оптическим теодолитам и нивелирам пришли электронные тахеометры, спутниковые приемники и лазерные сканирующие системы компаний Leica, Sokkia, Nicon и др. Новые приборы меняют и саму технологию на всех этапах строительства, поэтому на смену бумажным планам и картам приходят цифровые планы, сделанные в таких программах, как AutoCAD. Дальнейшему развитию новых технологий способствует простота их использования и высокая точность измерений.

Для автоматизации полевых измерений применяются следующие классы приборов:

- Спутниковые приемники системы GPS/ГЛОНАСС.
- Электронные тахеометры, теодолиты и нивелиры, лазерные дальномеры.
- Лазерные сканирующие системы [1].

Далее мы подробно рассмотрим каждый из этих классов

Спутниковые геодезические приемники

Спутниковые приемники предназначены для получения радионавигационных сообщений от спутников, находящихся на орбите Земли и определения координат точек по ним. Их появление полностью автоматизировало процесс создания и расширения существующих опорных геодезических сетей (ОГС). Существует 3 системы спутников:

GPS – Создана и находится под управлением служб США. Является глобальной и обеспечивает определение координат 24 часа в сутки, постоянно развивается и модернизируется. В настоящий момент на орбите находятся 29 спутников, их количество планируется довести до 48.

ГЛОНАСС – Российская система, созданная по подобию GPS. Отличается худшей по сравнению с GPS точностью, однако использование совместной технологии GPS/ГЛОНАСС дает результаты, превосходящие GPS. В настоящий момент на орбите находятся 24 спутника.

GALILEO – Новая европейская система, призванная заменить GPS и ГЛОНАСС. Отличается от них тем, что не контролируется военными. На данный момент не запущена в строй полностью, но уже существуют приборы, принимающие сигнал от ее спутников. [2]

Внедрение спутниковых приемников в геодезию обусловлено рядом возможностей:

- Высокая точность, полная независимость от погоды.
- Отсутствие необходимости в прямой видимости между пунктами – не нужно строить высокие знаки-сигналы, что ранее составляло до 80 % стоимости работ.
- Обеспечение непрерывных измерений для мониторинга деформаций в режиме реального времени.
- Возможность совершать измерения в движении.

Электронные тахеометры, теодолиты и нивелиры

В электронных теодолитах автоматизировано считывание с вертикального и горизонтального круга, для определения расстояний используется встроенный лазерный дальномер.

Электронные нивелиры автоматически считывают показания со специальных реек, на которые нанесен RAB-код. Более совершенные модели регистрируют показания в памяти и проводят полевую обработку. Широкое распространение получили лазерные нивелиры, обеспечивающие построение видимыми лучами горизонтальных, вертикальных и наклонных плоскостей. Также современные приборы оснащены компенсатором, служащим для автоматического поддержания оптической оси нивелира в горизонтальном положении. На рисунке 1 представлен современный цифровой нивелир.

Но настоящим прорывом в геодезии стало появление электронных тахеометров – приборов, совмещающих в себе функции теодолита и нивелира. Тахеометр способен определять расстояния, высоту недоступного объекта, осуществлять измерения относительно базовой линии, определять координаты, выполнять обратную засечку, определять крен здания, а также ещё множество различных видов геодезических работ. На современные тахеометры также возможно загрузить координаты с компьютера для выноса в натуру[13].

В настоящее время для создания ОГС применяют технологию GPS, но при съемке небольших участков и инженерных изысканий в строительстве тахеометрам нет равных [14]. Точность измерения углов лежит в пределах от 0,5" до 10" и не зависит от наблюдателя [4, 5, 10]. Современный тахеометр обладает удобной клавиатурой и жидкокристаллическим экраном [12]. Управление прибором и выполнение измерений осуществляется с помощью внутренних программ, которые обеспечивают не только настройку прибора и снятие отсчетов, но и математическую обработку(уравнивание

ходов, расчет площади) и оценку точности измерений [11]. Система наведения зрительной трубы на цель не претерпела серьезных изменений. Следует лишь отметить, что во многих точных тахеометрах стали использоваться двухскоростные наводящие винты, обеспечивающие быстрое и качественное наведение [6]. Наиболее передовые модели имеют встроенный микродвигатель и компенсатор, что еще сильнее нивелирует возможные погрешности, вызванные человеческим фактором [9]. На рисунке 2 представлен один из современных тахеометров.



Рисунок 1 – Цифровой нивелир Trimble DiNi



Рисунок 2 – Тахеометр Leica TPS-1200

Лазерные сканирующие системы

Применяются для детального отображения фасадов зданий и строительных конструкций. Сущность лазерного сканирования заключается в сканировании объекта с помощью лазерного луча, который движется в вертикальной и горизонтальной плоскостях и с большой скоростью (до 50000 точек в минуту) снимает местность, выдавая массив точек, каждая из которых имеет три пространственные координаты [8]. Этот массив затем используется для составления 3D-модели сооружения, которую можно получить прямо на месте, если подключить к прибору компьютер. Это очень удобно для наглядности, также можно сравнивать проектную модель с реальной для выявления дефектов [3, 7]. На рисунке 3 показан массив точек, получаемый прибором. Лазерное сканирование также удобно применять в труднодоступных и опасных местах.

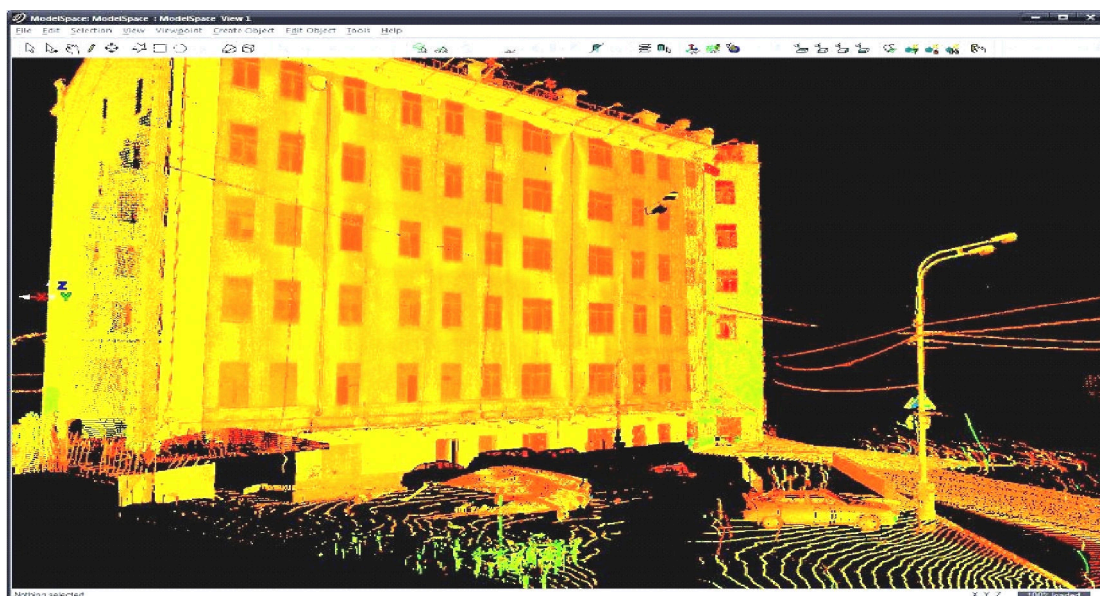


Рисунок 3 – Массив точек, полученный лазерным сканированием

Литература:

1. Камнев И.С., Середович В.А. Исследование точности современных методов измерения // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2016. – С. 135–140.
2. Ключин Е.Б. и др. Инженерная геодезия : учебник для студентов высших учебных заведений. – М., 2008.
3. Гайрабеков И.Г., Пимшин Ю.И. Определение деформации объекта с помощью лазерного сканирования // Труды Грозненского технологического университета. – 2006. – С. 171–177.
4. Гура Д.А. Разработка методов исследования электронных тахеометров в условиях производства для оценки и повышения точности измерения горизонтальных углов : автореф. дисс. канд. техн. наук / Московский государственный университет геодезии и картографии. – М., 2016.
5. Желтко Ч.Н., Пастухов М.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Оценка погрешности измерения горизонтальных углов при геодезическом сопровождении высотного строительства // В сборнике: Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия. Научные чтения памяти профессора В.Б. Федосенко. – 2015. – С. 389–394.
6. Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А., Шевченко Г.Г. Исследования влияния внецентренности алидады электронных тахеометров // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 6. – С. 18–23.
7. Гура Д.А., Алкачев Т.Э. Создание 3D кадастра объекта недвижимости для постановки на кадастровый учет на примере железнодорожного вокзала адлерского района г. Сочи // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2015. – № 11. – С. 362–369.
8. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Алкачев Т.Э. Анализ полученных данных методом лазерного сканирования для выполнения периодического мониторинга на примере здания расположенного в г. Краснодаре // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2014. – № 4. – С. 77–83.
9. Гура Д.А., Вerezубов Е.А. Мобильному миру – мобильные сканирующие системы // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 56–58.
10. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G. Experimental investigations of the errors of measurements of horizontal angles by means of electronic tacheometers // Measurement Techniques. – 2014. – V. 57. – № 3. – С. 277–279.
11. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems в учебно-образовательном процессе КубГТУ. Выполнение хозяйственных работ // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 4. – С. 64–66.
12. Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Современные измерительные технологии на кафедре кадастра и геоинженерии в КубГТУ // Научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации Геопрофи. – 2012. – № 6. – С. 23–24.
13. Гура Д.А., Гура Т.А. Обзор инженерно-геодезических задач, решаемых с использованием современных электронных тахеометров // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 110–113.
14. Рудик Е.А., Гура Д.А. Проведение топографической съемки с применением спутниковых систем и электронных тахеометров // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 118–120.

References:

1. Kamnev I.S., Seredovich V.A. Investigation of the accuracy of modern methods of measurement // interexpo geo-Siberia. – 2016. – Vol. 1. – No. 2. – P. 135–140.
2. Klyushin E.B. etc. Engineering geodesy : textbook for students of higher educational institutions. – M., 2008
3. Gairabekov I.G., Pinchin Y.I. Determination of deformation of the object using terrestrial laser scanning // proceedings of the Grozny state oil technical University. – 2006. – No. 6. – P. 171–177.
4. Gura D.A. Development of methods for the study of electronic total stations in a manufacturing environment to evaluate and improve the accuracy of measurement of horizontal angles : dissertation on competition of a scientific degree of candidate of technical science / Moscow state University of geodesy and cartography. – M., 2016
5. Zheltko Ch.N., Pastuhov M.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. Otsenk of an error of measurement of horizontal corners in case of geodetic maintenance of high-rise construction // In the collec-

tion: Regional aspects of development of science and education in the field of architecture, constructions, land management and inventories at the beginning of the III millennium. Scientific readings memory of professor V.B. Fedosenko. – 2015. – P. 389–394.

6. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastuhov M.A., Shevchenko G.G. Researches of influence of a vnetsentrennost of an alidade of electronic tacheometers // News of higher educational institutions. Geodesy and aerial photography. – 2015. – No. 6. – P. 18–23.

7. Gura D.A., Alkachev T.E. Creation of the 3D inventory of a real estate object for statement on the cadastral registration on the example of the railway station of Adlersky District of Sochi // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2015. – No. 11. – P. 362–369.

8. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Alkachev T.E. The analysis of the obtained data by method of laser scanning for accomplishment of periodic monitoring on the example of the building located in Krasnodar // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2014. – No. 4. – P. 77–83.

9. Gura D.A., Verezubov E.A. To the mobile world – the mobile scanning systems // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. VIII International scientific and practical conference. – 2013. – P. 56–58.

10. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G. Experimental investigations of the errors of measurements of horizontal angles by means of electronic tacheometers // Measurement Techniques. – 2014. – V. 57. – № 3. – P. 277–279.

11. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. Experience of use of technologies and equipment Leica Geosystems in educational and educational process of KUBGTU. Accomplishment hozdogovornykh of works // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2013. – No. 4. – P. 64–66.

12. Gura D.A., Shevchenko G.G. Modern measuring technologies at department of the inventory and geoen지니어ing in KubGTU // the Scientific and technical magazine on geodesy, cartography and navigation of the Geopro. – 2012. – No. 6. – P. 23–24.

13. Gura D.A., Gura T.A. The overview of the engineering and geodetic tasks solved with use of modern electronic tacheometers // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 110–113.

14. Rudik E.A., Gura D.A. Carrying out survey using satellite systems and electronic tacheometers // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 118–120.

УДК 656.073

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ И ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В РОССИИ

PROBLEMS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE AND VEHICLES IN RUSSIA

Коновалова Татьяна Вячеславовна

Кубанский государственный
технологический университет
sofi008008@yandex.ru

Макаренко Валерия Петровна

Кубанский государственный
технологический университет

Konovalova Tatiana Vyacheslavovna
Kuban State University of Technology
sofi008008@yandex.ru

Makarenko Valeriya Petrovna
Kuban State University of Technology

Аннотация. В данной статье мы рассмотрим проблемы и перспективы развития транспортной инфраструктуры и транспортных средств в России. Решение проблемы низкого уровня развития транспортного сообщения является одной из приоритетных задач в РФ на сегодняшний день. Распределение и качественные характеристики пассажирских и грузовых потоков напрямую влияют на развитие экономики и уровень жизни населения.

России необходимо двигаться не только по пути реконструкции транспортной инфраструктуры и ее расширения для решения существующих проблем в сфере транспорта, но и по пути принятия и внедрения кардинальных инновационных решений. Для этого необходимо широкая и сильная база подготовки квалифицированных специалистов, привлечение инвестиций и государственного бюджета в эту сферу, симбиоз целевых программ, международное сотрудничество.

Ключевые слова: транспортная инфраструктура, экономика, транспортная сеть, инвестиционная привлекательность, автомобильные дороги, инвестиции, перевозки.

Annotation. In this article we consider the problems and prospects of development of transport infrastructure and vehicles in Russia. The solution to the problem of low level of development of transport communications is one of the priorities in Russia today. The distribution and quality characteristics of passenger and freight flows directly affect the development of the economy and the standard of living of the population.

Russia needs to move not only towards the reconstruction of transport infrastructure and its extensions for solving the existing problems in the sphere of transport, but also regarding the adoption and implementation of radically innovative solutions. This requires a broad and strong base of training qualified specialists, attraction of investments and the state budget in this area, the symbiosis of target programs, international cooperation.

Keywords: transport infrastructure, economy, transportation network, investment attractiveness, road, investment, transportation.

Решение проблемы низкого уровня развития транспортного сообщения является одной из приоритетных задач в РФ на сегодняшний день. Распределение и качественные характеристики пассажирских и грузовых потоков напрямую влияют на развитие экономики и уровень жизни населения.

Несмотря на положительные тенденции в сфере развития транспортной инфраструктуры в РФ, а также в исследованиях и разработках научно-технологического комплекса РФ, Россия все еще сильно отстает от ведущих стран мира: в 5 субъектах Российской Федерации отсутствует железнодорожное сообщение, 40 тыс. населенных пунктов не обеспечены постоянной круглогодичной связью с транспортной сетью общего пользования по автомобильным дорогам с твердым покрытием. Из-за отсутствия транспортного железнодорожного сообщения не осваиваются 23 разведанных крупных месторождения природных ресурсов. Различия между отдельными субъектами Российской Федерации по плотности дорог с твердым покрытием в расчете на 1000 кв. км достигают 450 раз. [1] Это обусловлено как объективными, так и субъективными факторами:

- неравномерность развития транспортной инфраструктуры на территории РФ;
- невысокая инвестиционная привлекательность отрасли;
- недостаточная концентрация ресурсов;
- плохая координация и взаимопроникновение структур РФ и целевых программ разных заказчиков и другие.

Несоответствие темпов развития путей сообщения и потребности населения и государства в перевозках приводит к существенному росту расходов, снижению скорости сообщения, непроизводительным простоям транспортных средств, повышению уровня аварийности. К примеру, за последние 10 лет при росте уровня автомобилизации на 85 % увеличение протяженности автомобильных дорог общего пользования составило лишь 15,7 %, то есть темпы роста автомобилизации значительно опережают темпы роста протяженности сети автомобильных дорог. По оценкам экспертов, потери РФ, обусловленные неразвитостью и низкой пропускной способностью сети автомобильных дорог, составляют 3 % от ВВП, что в 6 раз выше, чем в странах ЕС. [1]

Бездорожье и неудовлетворительное состояние сети путей сообщения и транспортных средств являются существенным ограничением на пути перехода к инновационной модели социально-экономического развития страны.

В настоящее время развитие транспорта обеспечивается с применением программно-целевого метода путем реализации целевых программ, таких как «Развитие транспортной системы России (2010–2020 годы)» [1], «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» [2] и многих других. [3]

Развитие транспортной системы России – это комплексная задача, которая требует решения не только в области реконструкции транспортной инфраструктуры, но и в сфере создания принципиально новых и модернизированных источников сообщения.

В России имеется богатый опыт в создании новых видов транспорта. В начале 1960-х была принята государственная программа по экранопланам, предусматривающая создание ряда новых пилотируемых самоходных моделей, а также разработку проектов боевых экранопланов для ВМФ и других родов войск с созданием полноразмерного экспериментального экраноплана. Но через 15 лет программа была закрыта по причине экономической неэффективности.

При объективных преимуществах данного вида транспорта (100 м длины при размахе крыльев около 40 м, дальность полета до 1,5 тысяч километров, высокая скорость, масса с полезным грузом до 500 т) были выявлены и существенные недостатки:

- низковысотный профиль полета не оптимален с точки зрения топливной эффективности;
- особенности конструктивных элементов экраноплана;
- ограниченные возможности эксплуатации и другие.

Экранопланы просто не выдержали конкуренцию в сравнении с другими видами транспорта. Тем не менее это был инновационный и отличный от других вид транспорта со своей потенциально интегрирующейся с общей транспортной инфраструктурой страны. После закрытия этих программ столь радикальных изобретений в сфере транспорта не было.

В настоящее время существует не мало новых моделей путей сообщения, транспортных средств и адаптированной структуры для них. Они могут решить ряд проблем в сфере транспорта. Например, проблема заторов на улично-дорожной сети города, низкий уровень обслуживания пассажирских перевозок, тесное переплетение в транспортном потоке пассажирского и индивидуального транспорта, загрязнение окружающей среды потенциально может решить вакуумный поезд, который, как и экраноплан имеет положительные и отрицательные особенности при эксплуатации (табл. 1).

Таблица 1 – Особенности перевозок вакуумным поездом

Преимущества	Недостатки
Могут быть достижимы очень высокие скорости, выше чем у любого другого наземного вида транспорта	Высокая стоимость инфраструктуры
Отсутствие износа труб и вагонов по причине отсутствия контакта с ними	Помехи от магнитного поля на чувствительные устройства (кардиостимуляторы, магнитные диски и т.п.)
Потенциально низкая стоимость поездки	Смертельная опасность для пассажира при разгерметизации
Полностью автоматическая маршрутизация	
Может быть совмещён с гравитационным поездом	

В 2005 году в России был выдан патент 2252881 на «Сверхзвуковую наземную транспортную систему Янсуфина». Патент предполагает создание системы, при которой в случае достижения тяги, равной 200 тонн, транспортное средство длиной 400-450 метров разгоняется до скорости 2 448 км/ч за 5 минут 40 секунд. Спустя год тот же автор получил патент РФ 2277482 на «Мировую наземно-сверхзвуковую транспортную систему Янсуфина Н.Р. » длиной 30 600 км.

В 2010 году китайская компания Shenzhen Huashi Future Parking Equipment представила проект автобуса 3D Express Coach. Хотя на традиционный автобус он похож мало: по замыслу разработчиков, он должен двигаться параллельно движению городского транспорта и над ним. 3D Express Coach рассчитан на 1 200–1 400 человек – по данным создателей, он может заменить около 40 обычных городских автобусов, а его появление снизит количество пробок на 30 %. Для движения автобус может использовать энергию солнечных батарей, установленных на его крыше. Экономия топлива при этом составила бы 860 т в год, а объем вредных выбросов сократился бы на 2 640 т в год. Стоимость строительства экспериментальной дороги протяженностью 40 км оценивалась в \$73 млн [5]

России необходимо двигаться не только по пути реконструкции транспортной инфраструктуры и ее расширения для решения существующих проблем в сфере транспорта, но и по пути принятия и внедрения кардинальных инновационных решений. Для этого необходимо широкая и сильная база подготовки квалифицированных специалистов, привлечение инвестиций и государственного бюджета в эту сферу, симбиоз целевых программ, международное сотрудничество.

Литература:

1. Федеральная целевая программа «Развитие транспортной системы России (2010–2020 годы)».
2. Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы».
3. Использование программно-целевого подхода к деятельности по обеспечению безопасности дорожного движения / Коновалова Т.В., Давыдов К.О. // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2015. – № 5. – С. 199–205.

References:

1. Of the Federal target program «Development of transport system of Russia (2010–2020)».
2. Of the Federal target program «Research and development on priority directions of development of scientific-technological complex of Russia in 2014–2020».
3. Use of program-target approach to ensure road safety / Konovalova T.V., Davydov O.K. Scientific works of the Kuban state technological University. – 2015. – No. 5. – P. 199–205.

УДК 656.013

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ОРГАНИЗАЦИИ
МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК ПАССАЖИРОВ
В КУРОРТНЫХ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ**

**SPECIFICATIONS FOR THE IMPROVEMENT OF PASSENGERS MULTIMODAL
TRANSPORT IN THE RESORT MUNICIPAL**

Кравченко Е.А.

доктор технических наук, профессор,
Кубанский государственный
технологический университет

Петросян Д.М.

магистр,
Кубанский государственный
технологический университет

Аннотация. Отражены требования к зонам обслуживания населения при перевозках пассажиров автобусами в системе мультимодального сообщения. Описаны технические условия работы диспетчерских транспортных центров.

Приведены примеры организации зон посадки/высадки пассажиров в транспортно-пересадочных зонах при использовании на УДС разных видов транспорта. Предложена новая организация транспортных зон и пересадочных узлов в зависимости от удаленности объездных дорог, а также система функциональной деятельности центрального диспетчерского узла курортной зоны на основе АСДУ.

Ключевые слова: требования, мультимодальные перевозки, улично-дорожная сеть, автобус, зона обслуживания, транспортный центр.

Kravchenko E.A.

Doctor of technical sciences, professor,
Kuban State University of Technology

Petrosyan D.M.

Master,
Kuban State University of Technology

Annotation. Reflects requirements for areas of public services in the transport of passengers by bus in the system of multi-modal communication. We describe the technical conditions of the transport dispatching centers.

Examples of organizations embarkation / disembarkation of passengers in the areas of transport and transfer areas when used on a MAC different modes of transport. A new organization of transport zones and hubs, depending on the distance of bypass roads and the system of functional activity of the central control unit of the spa zone on the basis of ADCS.

Keywords: requirements, multimodal transportation, street and road network, bus, service area, Transportation Center.

Работа транспорта общего пользования (ТОП), обеспечивающего обслуживание пассажиров на внутримunicipальных и межmunicipальных маршрутах, оказывает большое влияние на городскую планировочную инфраструктуру, способствует ускорению процесса урбанизации и развития, а также существенно изменит общую транспортную структуру курортного города или муниципального образования (МО) в целом.

Задачи общей транспортной структуры тесно увязываются с общей концепцией повышения качества обслуживания пассажиров (КОП) и безопасности перевозочного процесса, где ключевыми решениями является оптимизация расположения курортных объектов, и их техническим обустройством и вместимостью и зонами обслуживания населения, а также использование различных способов управления пассажирскими транспортными потоками, среди которых движется транспорт общего пользования (автобус, электротранспорт, легковые автомобили, такси). Решение указанных задач позволяет максимально сократить время поездки пассажиров прежде всего за счет оптимизации расстояния между транспортными объектами обслуживания (ТОО).

Транспортные объекты обслуживания при мультимодальных перевозках (ММП) координацию и взаимодействие всей транспортной инфраструктуры в курортном муниципальном образовании. Сюда входят транспортные центры, другие остановочные пункты (ОП) транспорта общего пользования, зоны стоянок, автобусные терминалы различного рода, трамвайные и троллейбусные парки и железнодорожные станции, а также перехватывающая парковка. Указанные транспортные объекты обеспечивают управление подвижным составом с учетом принятой организацией дорожного (расписание движения, ограничения на поездку, вывески и указатели движения с использованием информацион-

ных технологий и др.) и предоставлением дополнительных транспортных услуг, связанных с картографией и коммуникацией, технологий перевозок, размещением технического оборудования, руководством, финансами, обслуживающим персоналом и его обучением. В системе транспортных объектов обслуживания при мультимодальных перевозках отводятся транспортно-пересадочными узлами (ТПУ) – это пункты посадки / высадки пассажиров в существующей маршрутной системе, где начинаются и заканчиваются различные маршрутные транспортные линии услуги. ТПУ обеспечивают обслуживания пассажиров не только одного вида транспорта, но и являются основными пунктами пересадки на другие виды пассажирского транспорта.

Каждый ТПУ имеет свою зону обслуживания, то есть территорию, расположенную в 10–15 минутном доступе для пассажиров, пользующихся тем или иным видом транспорта для осуществления посадки. При использовании ММП особая роль принадлежит перехватывающим парковкам, то есть зонам парковки для транспортных средств, оказывающих дополнительные транспортные услуги. В зонах транспортного обслуживания значительная роль также отводится транспортной инфраструктуре (инженерные сооружения, необходимые для обеспечения перевозок пассажиров различными видами транспорта) и транспортным сооружениям, которые включают транспортные предприятия и площадки за пределами объектов парковки, стоянки, зон высадки / посадки пассажиров, транспортные молы, ТПУ и развязки.

Для различных объектов и транспортных перевозочных систем требуется не только наличие диспетчерских центров управления подвижным составом, но и рациональное обустройство транспортных пересадочных узлов, из которых он будет отправляться по различным маршрутам. Диспетчерские транспортные центры в этом случае должны располагаться в региональном курортном жилом центре, где контролируется все функции перевозочного процесса и где происходит пересадка пассажиров с одного вида транспорта на другой или с одного маршрута определенного вида транспорта на другой, например, с поезда на автобус, или парковка автомобилей для пересадки на транспорт общего пользования или прогулки пешком.

Пункты пересадки пассажиров при ММП должны предусматривать возможность запланированного движения подвижного состава (ПС), а также обслуживание большого количества людей, особенно при проведении массовых мероприятий. В этом случае происходит смена видов пассажирского транспорта, например, с поезда на поезд или с автобуса на автобус (с городского на пригородный (междугородный) или подземный (метро, трамвай), с автобуса на троллейбус, с поезда на автобус или с поезда на (автобуса) на паром. В основных центрах пересадки пассажиров также должны быть организованы перехватывающие парковки (с личного автомобиля на ПС транспорта общего пользования или, например, продолжить движение пешком) и зоны парковки для велосипедов и мопедов. При организации основных перевозочных технологий в периоды перевозки пассажиров должны использоваться также эксплуатационные показатели как средний объем обслуживаемых пассажиров, с учетом выделения периодов низкой активности населения, эти показатели необходимы при расчетах по определению частоты движения транспортных средств в различные дни недели, часов суток и по направленным. Эффективность работы видов транспорта в этом случае будет зависеть от возможной частоты и регулярности движения ПС.

При мультимодальных перевозках характерные зоны, пересадочные узлы и обособления полосы отражены на рисунках 1, 2, при проведении Олимпийских игр (использован материал технического руководства по транспорту в 5-й редакции после Олимпийских зимних игр в Ванкувере, МОК июль 2009 г.). На остановках должны размещаться для пассажиров транспортные вывески и указатели (рис. 3).

Транспортные зоны и пересадочные узлы на загородных дорогах, где предусматривается возможность развития ММП пригородного и междугородного автобусного сообщения из-за приближения городской застройки, должны удовлетворять тем же требованиям, что и при внутримunicipальном сообщении. В этом случае зона обслуживания будет зависеть от удаленности обходных дорог от границ города, радиуса площади города, скорости сообщения при движении через город и категории дороги. Проведенные автором исследования транспортных зон автомобильных дорог, проходящих через курортные образования центров г. Краснодара, Новороссийска, Сочи и Анапа позволяют рекомендовать следующие значения указанных показателей (таб. 1).

Зона посадки-высадки



Зона посадки-высадки



Рисунок 1 – Примеры организации зон посадки/высадки пассажиров при мультимодальных перевозках

Полосы движения



Транспортный центр



Транспортный узел



Рисунок 2 – Примеры размещения транспортных центров и транспортных узлов на УДС

Таблица 1 – Организация транспортных зон и пересадочных узлов в зависимости от удаленности обходных дорог при ММП»

Показатели	Значения радиуса площади города, км.			
	От 3 до 5	От 5 до 7	От 7 до 9	> 9
Средняя скорость сообщения	28–30	24–26	22–24	< 22
Удаленность от границ города по категории дорог, км:				
первая	2–4	4–6	6–10	> 10
вторая	3–6	6–9	9–12	> 12
третья	1–2	2–5	5–8	> 8

Указатель в транспортном центре



Автобусная остановка



Рисунок 3 – Транспортные вывески и указатели

При мультимодальных перевозках пассажиров особое внимание должно быть обращено на безопасность дорожного движения, осуществляющими организацию перевозок, планирование дорожной сети города, службами экологического мониторинга и другими транспортными ведомствами.

Рекомендуемая схема физической архитектуры АСДУ при мультимодальных пассажирских перевозках представлена на рисунке 4.

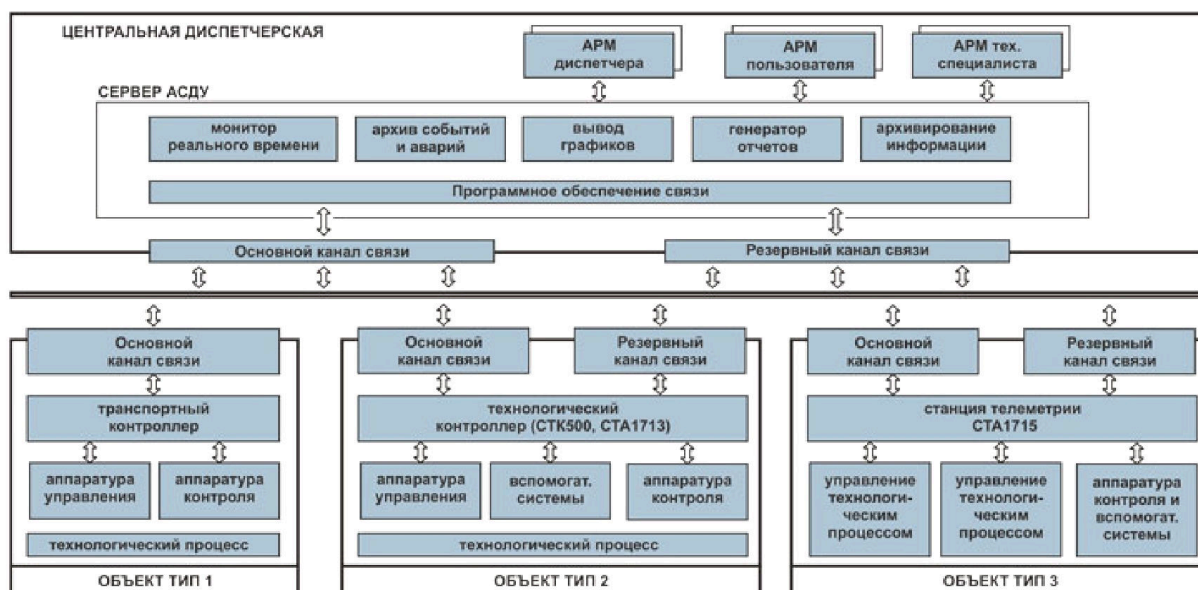


Рисунок 4 – Схема физической архитектуры АСДУ при мультимодальных пассажирских перевозках

Кольцевые и обходные дороги должны иметь высокие транспортно-эксплуатационные качества и прежде всего на них должна быть обеспечена высокая скорость движения. На обходных дорогах, выполняющих функцию распределения внешних по отношению к городу транспортных потоков, интенсивность движения выше, чем на автомобильных дорогах, подходящих к городу. Каждое из пересечений с такими дорогами имеет очень большую долю поворачивающих потоков, что резко снижает его пропускную способность. Увеличение доли левоповоротного движения с 20 до 40 % снижает пропускную способность пересечения в одном уровне вдвое. На обходных дорогах крупных и крупнейших городов пересечения должны осуществляться в разных уровнях.

На обходных дорогах имеется большая потребность в стоянках и площадках отдыха. Ими пользуются не только водители транзитного транспорта но и в значительной мере жители города. Объясняется это тем, что объездные дороги проходят вблизи границ

города по его лесопарковой зоне используют эти дороги как удобный путь для выезда в места отдыха. При отсутствии таких площадок и резко возрастает аварийность в местах скопления транспорта. При пересечении обходными дорогами пригородных зон особое внимание должно быть уделено планировочным мероприятием, обеспечивающим безопасность движения пешеходов и транспорта общего пользования. При любой схеме связи города с сетью внешних автомобильных дорог по которым ММП существует проблема ввода транспортных потоков в город. Эта проблема вызвана необходимостью совмещения местного и транзитного движения. Она решается за счет создания специальной магистрали, обособленной полосы, которая обеспечивает постепенное изменение дорожных условий от характерных для автомобильных дорог до городских, связанных с многорядным движением высокой плотности, наличием пешеходов, регулируемых пересечений в одном уровне, где могут быть обустроены ТПУ. При этом несколько меняется само понятие транзитного потока. К такому потоку относят только поток, следующий через город, но и группы автомобилей и автобусов, следующие через район, где находится рассматриваемая улица, в другие районы города. В этом случае часть потока, входящего в город с автомобильной дороги и остающегося в городе, для района ввода будет рассматриваться как транзит. Интенсивность такого движения по мере приближения к центру города за счет распределения его по улично – дорожной сети δ будет уменьшаться. При планировке переходного участка необходимо учитывать следующие требования:

- траектории движения автомобилей (автобусов) при введении или устранении какого либо элемента плана улицы (разделительной полосы, островка, дополнительной полосы проезжей части) не должны отклоняться от первоначального направления на угол, больший 7° (в предельных случаях этот угол может быть увеличен до 12°). Это соответствует интенсивности ширины проезжей части или разделительной полосы 1 : 10 (в крайнем случае 1 : 5).

- все соединительные съезды и проезды, в том числе съезды городских транспортных развязок и местные проезды, должны иметь проезжую часть, обеспечивающую движение не менее чем в две полосы движения. В противном случае при поломке автомобиля на съезде или в зимний период при сильном снегопаде движение на переходном участке будет затруднено или невозможно;

- при устройстве конечной остановке маршрута городского транспорта необходимо предусматривать специальные пешеходные пути к обходной дороге, а также пешеходные переходы на городской улице, в том числе и на подземные переходы.

Для крупных и крупнейших городов глубокий ввод в город должен осуществляться с помощью скоростных городских дорог, которые, являясь продолжением внешних автомагистралей, имеют близкие к ним технические параметры и проходят обособленно по территории города, создавая внеуличную транспортную сеть с высокой скоростью движения и пропускной способностью.

4-планировочные технические решения транспортных зон : а – на автомобильной дороге; б – на глубоком вводе в город; 1 – уширение для торможения, стоянки и разгона автобуса; 2 – павильоны для ожидающих пассажиров; 3 – наземный пешеходный переход; 4 – подземный пешеходный переход.

Вывод

При создании архитектуры управления при мультимодальных перевозках пассажиров следует осуществить подходящую декомпозицию задачи, заключающуюся в ее делении по видам используемого пассажирского транспорта на участках с точки зрения положения конечных зон обслуживания или с точки зрения используемых технологий. Далее следует выбрать подсистемы, которые будут образовывать единое тематическое решение по обеспечению качественного обслуживания. Таким образом, для упрощенной структуры ММП следует определить функциональные и информационные связи и выбирать удовлетворительную стратегию управления технологическим перевозочным процессом, в частности, для автобусного транспорта, где на этот процесс существенное влияние оказывает улично-дорожная сеть муниципального образования конкретной курортной зоны с ее техническим обустройством.

Литература:

1. Кравченко Е.А. Транспортная планировка городов : учеб. пособие / Е.А. Кравченко, Т.В. Коновалова. – Краснодар : Издательский Дом-Юг, 2009. – 376 с.
2. Рябчинский А.И. и др. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса : учебник для студ. УВО / А.И. Рябчинский, В.А. Гудков, Е.А. Кравченко. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательский центр «Академия», 2014. – 256 с.
3. Кравченко А.Е. Пассажирский автотранспортный комплекс курортных зон Краснодарского края: методология организации, технология, оценки, управления : монография / А.Е. Кравченко; Кубан. гос. технол. ун-т. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВПО «Куб ГТУ», 2015. – 376 с.

References:

1. Kravchenko E.A. Transport urban planning : textbooks / E.A. Kravchenko, T.V. Konovalova. – Krasnodar : Publishing House – South, 2009. – 376 p.
2. A.I. Ryabchinsky etc. The organization of transport services and the safety of the transport process : textbook for students SVR / A.I. Ryabchinsky, V.A. Gudkov, E.A. Kravchenko. – 3rd ed. – M. : «Academia» Publishing Center, 2014. – 256 p.
3. Kravchenko A.E. Passenger motor transport complex of resorts of Krasnodar territory: the methodology of organization, technology, assessment, management : monograph / A.E. Kravchenko; Kuban. gos. tehnol. University. – Krasnodar : KubGTU, 2015. – 376 p.

УДК 656.013

**АВАРИЙНОСТЬ И РИСКИ, ВЛИЯЮЩИЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ
ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТА (НА ПРИМЕРЕ ПРОВЕДЕНИЯ
ОЛИМПИЙСКИХ ИГР В СОЧИ – 2014)**

**C ACCIDENT AND RISKS AFFECTING THE SAFETY
TRAFFIC (ON THE EXAMPLE OF OLYMPIC GAMES IN SOCHI – 2014)**

Кравченко А.Е.

кандидат технических наук, доцент,
Кубанский государственный
технологический университет

Кравченко Е.А.

доктор технических наук, профессор,
Кубанский государственный
технологический университет

Петросян Д.М.

магистр,
Кубанский государственный
технологический университет

Аннотация. Представлен анализ аварийности по городу Сочи, выявлены риски возникновения ранений в ДТП и приведен комплекс мероприятий по их снижению.

Ключевые слова: анализ, риск, способ передвижения, мероприятия, дорожно-транспортные происшествия, качество обслуживания.

Kravchenko A.E.

Ph.D., Associate Professor,
Kuban State University of Technology

Kravchenko E.A.

D.T.S., Professor,
Kuban State University of Technology

Petrosyan D.M.

Master,
Kuban State University of Technology

Annotation. The analysis of the accident on the city of Sochi, revealed occurrence of the risk of injury in an accident and is a set of measures for their reduction.

Keywords: analysis, risk, method of travel, event, traffic accidents, the quality of service.

Залогом качественного обслуживания пассажиров при проведении массовых мероприятий, к которым относятся Олимпийские и Паралимпийские игры СОЧИ-2014, является хорошо организованная система и доступная транспортная система, позволяющая всем участникам и зрителям Игр свободно и безопасно добираться из мест проживания до спортивных объектов, объектов туризма и питания, оперативно находить информацию о возможных маршрутах и расписании движения за счет использования транспортного макро моделирования (расчет транспортного спроса, потребности в перевозках по времени и маршрутам, расчетной интенсивности пассажирских и транспортных потоков) микро моделирования (расчет пропускной способности транспортных узлов, режимов движения, задержек и длины очереди на них).

Олимпийская транспортная макро модель позволяет:

- определить объемы перевозок и интенсивности транспортных потоков олимпийских клиентских групп;
- произвести распределение пассажирских потоков по видам транспорта и маршрутам;
- выявить пиковые периоды, оптимизировать расписания движения транспорта и рассчитать потребное количество подвижного состава по маршрутам, обеспечивающего необходимый ритм движения;
- обосновать комплекс исходных данных для микро моделирования проектных и управленческих решений. Использование данной модели транспортной системы позволяет ввести ограничения на индивидуальный транспорт на территории расположения олимпийских объектов, а пассажирам передвигаться преимущественно на общественном транспорте в виду (на примере г. Сочи);

- малой пропускной способности дорог;
- недостаточного количества парковочных мест для личного транспорта на территории олимпийских объектов и по городу в целом;
- обеспечения безопасности на общественном транспорте, так как она значительно превосходит безопасность на личном транспорте, что подтверждается анализом аварийности за 2011–2013 г.

Используя данные картотеки ДТП по г. Сочи, было выявлено, что за рассматриваемый период времени с 1. 03. 2011 по 31. 12. 2013 зарегистрировано 29688 ДТП, в которых погибло 242, и было ранено 2071 человек (табл. 1). При этом наибольшее число ДТП произошло в Адлерском и Центральном районах города.

Таблица 1 – Общая аварийность по г. Сочи за 2011–2013 годы

Год	Всего ДТП	Ранено, чел	Погибло, чел
2011	9295	718	74
2012	9730	742	74
2013	10663	739	84
Итого:	29688	2073	242

Данная статистика указывает на ежегодное увеличение количества ДТП, а вместе с тем и числа погибших и раненных людей. Ежегодный рост число ДТП составляет около 5 %. Аварийность меняется по месяцам (табл. 2), дням недели (рис. 1) часам суток (рисунок 2). Общее количество ДТП увеличивается в летние месяцы и начало осени, достигая своего максимального значения в июле. Это связано с сезонным увеличением интенсивности движения всего транспорта на УДС, в связи с наступлением курортного сезона. Наименьшее количество ДТП происходило в январе 2011 года. В 2012 г. по сравнению с 2011 годом, количество ДТП в этом месяце увеличилось на 3 %, в 2013 году по сравнению с 2012 годом количество ДТП уменьшилось на 0,8 %, а в 2013 году по сравнению с 2011 количество ДТП увеличилось на 2,5 %. В 2012 году по сравнению с 2011 годом количество погибших в этом месяце уменьшилось на 80 %. в 2013 году по сравнению с 2012 годом количество погибших увеличилось на 60 %, а в 2013 году по сравнению с 2011 годом количество погибших увеличилось на 40 %.

Таблица 2 – Динамика распределения аварийности по месяцам по г. Сочи за 2011–2013 гг.

Месяц	2011			2012			2013		
	Всего ДТП	Погибло	Ранено	Всего ДТП	Погибло	Ранено	Всего ДТП	Погибло	Ранено
Январь	584	5	40	604	1	47	599	7	45
Февраль	695	5	42	686	5	48	722	4	48
Март	683	6	42	721	3	36	810	5	51
Апрель	683	5	54	696	5	73	781	2	58
Май	840	4	62	830	5	60	888	10	72
Июнь	841	4	65	806	11	59	883	7	68
Июль	1147	4	71	976	11	68	1122	11	76
Август	1042	5	66	1027	13	79	1062	10	60
Сентябрь	1011	10	63	953	6	71	1048	6	60
Октябрь	881	10	52	839	7	74	963	9	67
Ноябрь	767	11	61	756	5	74	832	4	59
Декабрь	879	5	69	794	12	53	953	9	63

В 2012 году по сравнению с 2011 годом количество раненых в этом месяце увеличилось на 17,5 %, в 2013 году по сравнению с 2012 годом количество раненых уменьшилось на 4,2 %, а в 2013 году по сравнению с 2011 годом количество раненых увеличилось на 12,5 %.

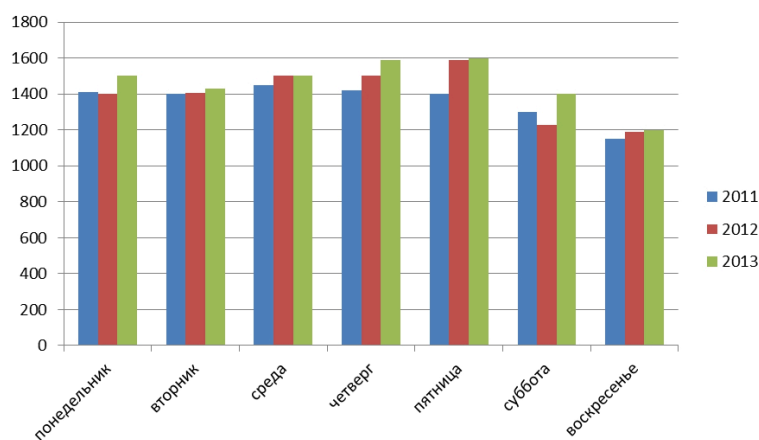


Рисунок 1 – Динамика распределения аварийности по дням недели по г. Сочи за 2011– 2013 гг.

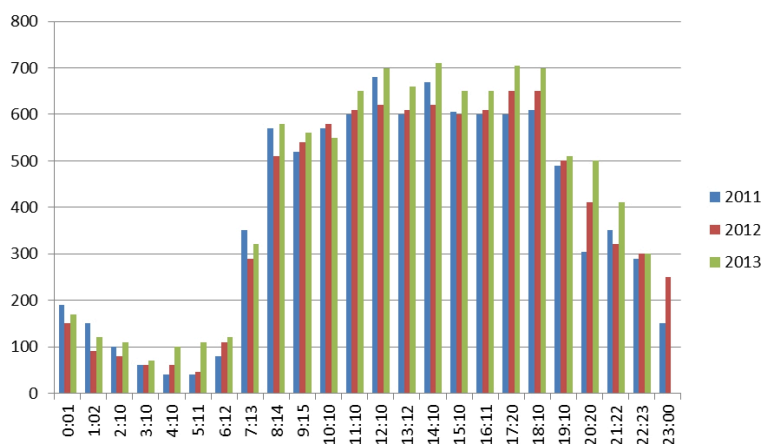


Рисунок 2 – Динамика распределения аварийности по времени суток по г. Сочи за 2011–2013 гг.

При различных способах передвижения возникают определенные риски попасть в ДТП и получить ранение. Анализ литературных источников по различным странам (Великобритания, Германия, Нидерланды, Швеция, Дания и Норвегия) и проведенные исследования в городах России показывает, что относительные риски при различных способах передвижения (пеший, с использованием автобуса, трамвая, легкового автомобиля) по сравнению с риском водителя, принятому 1,00, имеют достаточно широкий диапазон.

Так, например, для пешеходов относительный риск изменятся от 7,15 до 3,5; с использованием автобуса от 0,59 до 0,12; трамвая – от 0,02 до 0,87; пассажиров легкового автомобиля, от 1,95 до 0,75, а для мотоциклов и мопедов эти значения на порядок выше 1. Для города Сочи риск для различных типов транспортных средств, установленный относительно риска водителя автомобиля, принятого за единицу составляет для: пешехода 8,25; с использованием автобуса – 0,83; легкового автомобиля – 2,71; пассажира автомобиля – 1,81; мопеда или мотоцикла – 41,25. Полученные риски ранений, рассчитанные на данные учета ДТП, для автобусов как общественного транспорта, значительно ниже, чем для водителей автомобиля. На основе проведенных исследований можно считать, что количество раненных в ДТП можно сократить, если поездки выполнять на общественном транспорте по сравнению с использованием индивидуального транспорта, в том числе автомобилей-такси.

Приведенные расчетные данные риска построены на официальной статистике происшествий и не всегда отражают реальность, так как существует степень недорегистрированных. Кроме того, при использовании автобусов, человек может попасть в ДТП при подходе к остановочному пункту и другое [2]. Основную тенденцию результатов исследований, указанных выше, можно суммировать следующим образом:

– количество раненных можно сократить, если велосипедисты и лица на мопедах или мотоциклах будут переведены на пользование автобусом или поездом. Это относится к протяжению маршрута и не зависит от того, строится ли расчет только на официальных цифрах раненных или включает также незарегистрированные ранения;

– зарегистрированное количество раненных а официальной статистике происшествий можно вероятно сократить, если перевести водителей автомобилей на пользование автобусом или поездом.

Однако такой переход вероятно увеличит количество незарегистрированных ранений, в особенности происшествия при входе или выходе из автобуса поезда;

– трамвай, с точки зрения безопасности наименее удобное общественное транспортное средство, на пользование которым следует переходить на коротких расстояниях; наиболее выгодным, с точки зрения безопасности, является автобус, на дальних расстояниях – поезд;

– падение при ходьбе к общественному транспортному средству и от него сильно способствует увеличению общего риска при поездках от двери до двери на общественных транспортных средствах. Мелкая сеть маршрутов с коротким расстоянием между остановками может сократить расстояние передвижения пешком и тем самым, количество ранений. Хорошее содержание дороги, в особенности в зимнее время, может так же сократить количество падений;

– риск происшествий выше на улицах с общественным транспортом, чем на улицах без него. Особенно высок риск на улицах, по которым пролегают маршруты автобусов и трамваев. Это, в частности можно объяснить тем, что общественные транспортные средства, особенно трамвай, обладают меньшей возможностью маневрирования в критических ситуациях, чем легковые автомобили и другие небольшие транспортные средства. В густонаселенных местностях может оказаться слишком маленькие площади улиц, чтобы можно было проложить отдельную полосу для общественного транспорта;

– расчеты показали, что количество раненных можно также сократить, если велосипедисты, водители мопедов или мотоциклисты перейдут на пользование автобусом или поездом, независимо от протяженности маршрута и независимо от того, строятся ли расчеты на основании официальных данных о ранениях или на оценке общего количества ранений на общественных дорогах. Для водителей легковых автомобилей расчеты показали, что официальное количество раненых на дорогах вероятно можно сократить при переходе на пользование автобусом или поездом. Однако незарегистрированные происшествия увеличиваются на столько, что в общем нельзя ожидать выигрыша в безопасности при переходе водителей автомобилем на пользование автобусом или поездом. Это относится как минимум к коротким маршрутам.

Литература:

1. Попов А.А. Формирование и распределение пассажирских потоков на транспортной сети города : дисс. ... канд. техн. наук. – МГСУ, 2005. – 203 с.
2. Кравченко Е.А. Организация движения массового пассажирского транспорта : учебное пособие / Е.А. Кравченко, А.Е. Кравченко. – Краснодар : Издательский Дом-Юг, 2011. – 200 с.

References:

1. Popov A.A. Formation and distribution of passenger flows on the city's transport network : PhD thesis. – MSUCE, 2005. – 203 p.
2. Kravchenko E.A . The organization of the movement of mass passenger transport : Tutorial / E.A. Kravchenko, A.E. Kravchenko. – Krasnodar : Publishing House-South, 2011. – 200 p.

УДК 528

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИКИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ НА СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДКАХ

MODERN TECHNIQUES OF GEODETIC MEASUREMENTS ON BUILDING SITES

Олейникова Лилия Альбертовна

старший преподаватель,
Кубанский государственный
технологический университет
avosen@mail.ru

Кривенкова Татьяна Витальевна

Кубанский государственный
технологический университет
tanushka.k1597@mail.ru

Софьяников Олег Дмитриевич

Кубанский государственный
технологический университет

Резинкова Валерия Владимировна

Кубанский государственный
технологический университет

Балыков Сергей Алексеевич

Кубанский государственный
технологический университет

Аннотация. В настоящее время новые технологии строительства, а также модернизация и реконструкция уже существующих объектов требует более точных, надежных и быстрых в исполнении геодезических приборов и инструментов. Современное приборостроение обеспечило объекты строительства на современном этапе новым, более совершенным геодезическим оборудованием, средствами контроля и выполнения геодезических схем и съемок, позволяющих на разных стадиях проектирования и строительства объектов выполнять геодезические работы качественно и на современном уровне.

Ключевые слова: геодезия, геодезическое оборудование и инструменты, строительство, оси здания, высотные отметки, электронный тахеометр, лазерный сканер, GPS-оборудование.

Oleynikova L.A.

Senior lecturer,
Kuban State University of Technology
avosen@mail.ru

Krivenkova T.V.

Kuban State University of Technology
tanushka.k1597@mail.ru

Sofyanikov O.D.

Kuban State University of Technology

Rezinkova V.V.

Kuban State University of Technology

Balykov S.A.

Kuban State University of Technology

Annotation. Now new technologies of construction, and also modernization and reconstruction of already existing objects demands more exact, reliable and fast performed by geodetic devices and tools. The modern instrument making has provided construction objects at the present stage with new, more perfect geodetic equipment, control devices and implementation of the geodetic schemes and shootings allowing at different design stages and construction of facilities to perform geodetic works qualitatively and at the modern level.

Keywords: geodesy, geodesic equipment and tools, construction, building axes, elevation marks, electronic tacheometer, laser scanner, GPS equipment.

При строительстве промышленных и гражданских зданий и сооружений играют важную роль методики инженерно-геодезических измерений. В процессе строительного производства инженеру-строителю необходимо знание и умение выполнять построения и измерения, с помощью геодезических приборов, с повышенной точностью при проектировании и в реализации проекта в ходе строительства [4, 6].

Кроме строительства в настоящее время возникает необходимость в реконструкции зданий и сооружений, и для этого требуется совершенствование существующих и разработка новых методик геодезических измерений. Поиск новых методик не-

обходим для повышения надежности оценки измерения и технического состояния объектов [3, 4, 12].

Строительные работы выполняются после составления проекта, который основан на инженерных расчетах. При проектировании объекта необходимо иметь данные о местности, её рельефе, абсолютной отметке поверхности земли, полученные путем инженерно-геодезических исследований, на которой будут вестись строительство и в дальнейшем эксплуатация здания или сооружения. Проектирование крупных сооружений состоит из нескольких этапов. Для повышения качества работ возводимого объекта строительства необходимо использование различных геодезических инструментов на каждом этапе [5, 7, 13].

Под методикой геодезических измерений понимают систему, включающую объект измерений, наблюдателя, приборы и приспособления, технологию измерений, позволяющих уверенно и точно обеспечить в условиях реальной среды измерения заданного вида, их необходимую точность и оперативность [1].

Геодезические работы и приборы на каждом этапе строительства:

В настоящее время для выполнения геодезических разбивок (теодолитный ход, вынос отметок, разбивка осей) и осуществление контроля за соблюдением проектных отметок и привязки осей в процессе строительства используются несколько современных методов измерений:

- Электронная тахеометрия.
- Технология наземного лазерного сканирования.
- Спутниковые радионавигационные системы.

Предпроектные работы.

Получение информации о рельефе местности и абсолютной отметке. Если объект уникальней по строительству и требуется освоение новых земель, то в исследовании данной информации используются спутниковые радионавигационные системы и имеющиеся в архивах топосъемки, как пример – строительство космодрома «Плисецкий».

При новом строительстве в горной местности, как правило, используется технология наземного лазерного сканирования (объекты Олимпийского строительства в Сочи).

При строительстве объекта в зонах застройки используется электронная тахеометрия, либо приборы – теодолит и нивелир (строительство объектов жилья и коммуникационных сетей).

Подготовительные работы на строительной площадке.

Эти работы включают в себя планировку площадей, вынос абсолютной отметки на репер, разбивку осей здания, отсыпку временных подъездных дорог, подводку временных инженерных сетей и разбивку границ строительной площадки.

Строительство объектов.

В процессе строительства объектов, с помощью геодезических инструментов производится: перенос и контроль высотных отметок, контроль соблюдения осей здания (выполняются геодезические схемы, на которых указываются проектные отметки и размеры и фактические выполненные в процессе строительства). Эти схемы называются исполнительной документацией и передаются в архивы и соответствующим службам эксплуатации.

Электронная тахеометрия.

Электронный тахеометр – многофункциональный геодезический прибор, сочетающий в себе теодолит, светодальномер и микро-ЭВМ, позволяет выполнять угловые и линейные измерения и осуществлять совместную обработку результатов этих измерений [11, 14].

Наиболее распространены тахеометры марки: Topcon, Sokkia, Trimble, Pentax, leica, Nikon [2, 10].

Электронный тахеометр Leica TPS 1200 предназначен для выполнения измерений, вычислений и хранения данных. (1", 2", 3", 5") – угловая точность тахеометра (СКО измерения угловых величин).



Рисунок 1 – Тахеометр Leica TPS 1200

Технология наземного лазерного сканирования.

Лазерный сканер – прибор, оснащенный высокоскоростным безотражательным лазерным дальномером и системой изменения направления луча лазера [15].

Преимущества: повышение скорости работ и уменьшение трудозатрат.

Лазерный сканер Leica ScanStation C10 – сканирование на расстоянии до 300 метров со скоростью до 50000 точек в секунду, что позволяет получать детальные трехмерные изображения [9, 10].



Рисунок 2 – Лазерный сканер Leica ScanStation C10

Спутниковые радионавигационные системы

ГЛОНАСС/Global Position System (GPS) – глобальная навигационная спутниковая система определения местоположения. GPS приемники бывают: одночастотные, двухчастотные и многочастотные, в зависимости от сложности, объема работ [8].



Рисунок 3 – GNSS оборудование

Сегодня геодезические приборы имеют индивидуальные особенности, их объединяет такая характеристика, как сложность применения. Для получения информации и для правильных выводов обязательно нужны квалифицированные работники. В настоящее время данный вид работ подлежит лицензированию и права на их осуществление даны специализированным организациям, с которыми строительные организации обязаны заключать договора на обслуживание объектов строительства.

Литература:

1. Яговкина Е.Н. Исследование методики геодезических измерений при обследовании технического состояния зданий // Строительство и архитектура. – 2015. – С. 1–3.
2. Гура Д.А. Методика обработки результатов исследования горизонтального круга электронных тахеометров Leica TS06 Power // Науки о Земле на современном этапе. VI Международная научно-практическая конференция. 2012. – С. 109–112.
3. Басаргин А.А. Разработка методики пространственного моделирования деформаций и осадок фундаментов зданий и сооружений по результатам геодезических измерений // Геодезия. – 2010. – С. 3–4.
4. Алкачев Т.Э., Шишов Н.А., Пастухов М.А. История и пути развития электронных геодезических приборов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 3. – С. 37–39.
5. Атрошко Е.К., Иванова М.М., Марендич В.Б. Курс инженерной геодезии. (Часть вторая). – Гомель : БелГУТ, 2011. – С. 84–85, 119–120.
6. Гура Д.А., Желтко Ч.Н., Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г., Олейникова Л.А. Учебная геодезическая практика : Справочное пособие по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений: 120700 – Землеустройство и кадастры, 270800 – Строительство, 130500 – Нефтегазовое дело, 271101 – Строительство уникальных зданий сооружений / ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг», 2014. – 104 с.
7. Гура Д.А., Доценко А.Е. О необходимости выполнения геодезической съемки // В сборнике: Актуальные вопросы науки. Материалы IX Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 204–205.
8. Рудик Е.А., Гура Д.А. Проведение топографической съемки с применением спутниковых систем и электронных тахеометров // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 118–120.
9. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Алкачев Т.Э. Анализ полученных данных методом лазерного сканирования для выполнения периодического мониторинга на примере здания расположенного в г. Краснодаре // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2014. – № 4. – С. 77–83.
10. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems в учебно-образовательном процессе КубГТУ. Выполнение хозяйственных работ // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 4. – С. 64–66.
11. Гура Д.А., Гура Т.А. Обзор инженерно-геодезических задач, решаемых с использованием современных электронных тахеометров // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 110–113.
12. Скрипникова М.А. Разработка и совершенствование методик геодезических измерений для обеспечения эксплуатации гидротехнических сооружений и оборудования // Геодезия. – 2012. – № 6. – С. 3–4.
13. Абушенко С.С., Амиров Э.К., Гура Д.А., Аветисян Г.Г. Проблемы, возникающие при выполнении контрольно-исполнительной съемки // В сборнике: науки и земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 107–109.
14. Гура Д.А., Слюсаренко Р.А. Особенности развития электронных тахеометров // В сборнике: Сборник студенческих научных работ, отмеченных наградами на конкурсах. – Краснодар, 2009. – С. 59–60.
15. Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Решение нестандартных инженерно-геодезических задач с использованием наземного лазерного сканирования // В сборнике: Строительство – 2010. Материалы Международной научной-практической конференции. Дорожно-транспортный институт. – 2010. – С. 152–153.

References:

1. Jagovkina E.N. Study of the methods of geodetic measurements during the examination of the technical condition of buildings // Construction and architecture. – 2015. – P. 1–3.

2. Gura D.A. Technique of handling of results of research of a horizontal circle of electronic tachometers Leica TS06 Power // B collection: Sciences about Earth at the present stage. VI international scientific and practical conference. – 2012. – P. 109–112.
3. Basargin A.A. Development of methods of spatial modeling of deformation and settlement of foundations of buildings and structures according to the results of geodetic measurements // Geodesy. – 2010. – P. 3–4.
4. Alkatsev T.E., Shishov N.A., Shepherds M.A. History and the development of electronic surveying instruments // Kuban State University of Technology. – 2013. – No. 3. – P. 37–39.
5. Atroshko E.K., Ivanova M.M., Marendich V.B. Course of engineering geodesy. (Part second). – Gomel : БелГУТ, 2011. – P. 84–85, 119–120.
6. Gura D.A., Zneltko Ch.N., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G., Oleynikova L.A. Educational geodetic practice : Handbook on the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the directions: 120700 – Land management and inventories, 270800 – Construction, 130500 – Oil and gas case, 271101 – Construction of unique buildings of constructions / FGBOU VPO «KUBGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2014. – 104 p.
7. Gura D.A., Dotsenko A.E. About need of accomplishment of geodetic shooting // In the collection: Topical issues of science. Materials IX of the International scientific and practical conference. – 2013. – P. 204–205.
8. Rudik E.A., Gura D.A. Carrying out survey with use of satellite systems and electronic tachometers // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. Materials IV of the International scientific practical conference. – 2012. – P. 118–120.
9. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Alkachev T.E. The analysis of the obtained data by method of laser scanning for performance of periodic monitoring on the example of the building located in Krasnodar // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2014. – No. 4. – P. 77–83.
10. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. Experience of use of technologies and equipment Leica Geosystems in educational educational process of KUBGTU. Performance hozdogovornyykh of works // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2013. – No. 4. – P. 64–66.
11. Gura D.A., Gura T.A. The review of the engineering and geodetic tasks solved with use of modern electronic tachometers // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 110–113.
12. Skripnikova M.A. Development and improvement of techniques of geodetic measurements for ensuring operation of hydraulic engineering constructions and the equipment // Geodesy. – 2012. – No. 6. – P. 3–4.
13. Abushenko S.S., Amirov E.K., Gura D.A., Avetisyan G.G. The problems arising when performing control and executive shooting // In the collection: sciences and the earth at the present stage. Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 107–109.
14. Gura D.A., Slyusarenko R.A. Features of development of electronic tachometers // In the collection: The collection of the student's scientific works noted by awards at competitions. – Krasnodar, 2009. – P. 59–60.
15. Gura D.A., Shevchenko G.G. The solution of non-standard engineering and geodetic tasks with use of land laser scanning // In the collection: Construction – 2010. Materials of the International scientific-practical conference. Road transport institute. – 2010. – P. 152–153.

УДК 528

СОВРЕМЕННЫЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

MODERN GEODETIC METHODS OF MEASUREMENT IN THE CONSTRUCTION OF LINEAR OBJECTS OF REAL ESTATE

Пастухов М.А.

Кубанский государственный
технологический университет

Белякова Д.С.

Кубанский государственный
технологический университет

Филиппова В.С.

Кубанский государственный
технологический университет

Богосов В.Э.

Кубанский государственный
технологический университет

Ибрагимов Р.А.

Кубанский государственный
технологический университет
ya-rudasha2009@yandex.ru

Аннотация. В данной статье раскрываются основные методы строительства и возведения различных линейных объектов, а именно, инженерно-геодезические изыскания, которые производятся на всех этапах работ. Раскрывается актуальность геодезических измерений в современном строительстве. Объясняются понятие «линейные объекты», а также приводится их классификация. Дается подробное описание действий на каждом этапе инженерно-геодезических изысканий. Приводится список современных методов снятия измерений на местности. Доступно раскрывается принцип трассирования линейных объектов, а также производство разбивки пикетажа. Приводится описание действий, необходимых при выполнении трассировки и пикетажа, приведены примерные схемы. Показываются примеры современных приборов инженерных исследований.

Ключевые слова: линейные объекты недвижимости, виды геодезических работ, камеральное трассирование, полевое трассирование, пикетаж, геодезические приборы.

Pastukhov M.A.

Kuban State University of Technology

Belyakova D.S.

Kuban State University of Technology

Filippova V.S.

Kuban State University of Technology

Bogosov V.E.

Kuban State University of Technology

Ibragimov R.A.

Kuban State University of Technology
ya-rudasha2009@yandex.ru

Annotation. In this article the main methods of construction and construction of various linear objects, namely, engineering and geodetic researches which are made at all stages of works reveal. Relevance of geodetic measurements in modern construction reveals. Speak the concept «linear objects», and also their classification is given. The detailed description of actions at each stage of engineering and geodetic researches is given. The list of modern methods of removal of measurements on the district is provided. Well the principle of tracing of linear objects, and also production of breakdown of a piketazh reveals. The description of the actions necessary in case of accomplishment of trace and a piketazh is provided, approximate schemes are provided. Examples of modern devices of engineering researches are shown.

Keywords: linear real estate objects, types of geodetic works, cameral tracing, field tracing, piketazh, geodetic devices.

Введение

В настоящее время геодезические работы нашли свое место в самых разнообразных сферах хозяйства. Геодезические измерения особенно широко применяются в области земельно-кадастровых отношений. Геодезия со своим огромным практическим значением играет важную роль в жизни человека. Благодаря ей происходит строительство зданий и сооружений, проверяется правильность устанавливаемых объектов не-

движимости, происходит добыча полезных ископаемых, проектируются точные планы и карты. Безусловно, можно считать, что создание различных линейных объектов также играет огромнейшую роль. Необходимо подробнее разобраться именно в этой теме. Актуальность этого определяется тем, что при строительстве такого типа сооружений большое значение имеет точность измерений, которая может быть обеспечена теми или иными геодезическими работами и методами их выполнения [14].

Общая информация

Строительство новых линейных объектов всегда сопровождается инженерно-геодезическими изысканиями. Они позволяют получить все необходимые данные о рельефе и ситуации местности и, конечно, являются неотъемлемой частью при проектировании, также они необходимы для совершения других видов изысканий и исследований места строительства. К линейным объектам причисляют следующие виды строительных сооружений: железнодорожные и автомобильные линии (дороги), искусственно созданные водные пути, трамвайные линии, линии электропередач (ЛЭП), трубопроводы, газопроводы, водопроводы. Также к линейным причисляют такие виды объектов, как сооружения метро, туннели, мосты. То есть по факту это такие объекты, длина которых значительно превышает их ширину. Такие сооружения могут иметь связь с землей: поверхностные (рис. 1) и подземные (рис. 2) линейные объекты, или же не иметь: надземные (рис. 3) [13].



Рисунок 1 – Железная дорога



Рисунок 2 – Строительство газопровода



Рисунок 3 – Линии электропередач

Виды геодезических мероприятий, проводимых при возведении линейных объектов

Для упорядоченности строительства принято весь объем работы разделять на три периода: подготовительный, основной и заключительный. В начале работы проходит организационно-техническая подготовка для обеспечения ее дальнейшего развития на начальных участках, регламентированных проектом. Далее производятся непосредственные строительные операции. На заключительном этапе убирают различные базы временные постройки, которые были необходимы на предыдущих этапах, проводят очистку и рекультивацию земель [1].

Рассмотрим главные виды строительно-геодезических работ при возведении линейных сооружений [2]: совершение земляных работ, возведение кабельной канализации и кабельная прокладка в тоннелях, возведение столбовых линий с привязкой опор, монтаж необходимого оборудования; составление необходимой документации о строительстве и содержании плановых работ.

Современные методы строительства линейных объектов

Стремительные темпы развития измерительных приборов, быстрое усовершенствование методик измерений и их обработки, частое использование компьютеров для различных операций, создание полезных программ по контролю результатов измерений, безусловно, сказываются и в общем процессе инженерных изысканий [3]. Широко используются светодальномеры, которые значительно упрощают измерение длин расстояний, электронные теодолиты для быстрых измерений горизонтальных и вертикальных углов, электронные тахеометры для легкого и удобного совершения сразу нескольких геодезических задач, а также огромное количество современных спутниковых приемников [4]. Вся обработка измерений происходит, как правило, на ЭВМ. Какие-либо графические изображения местности быстро форматируются в цифровую модель участка и его рельефа. Созданы специальные программы для автоматизированной системы проектирования различных линейных сооружений. Также с помощью различных графопостроителей возможно получение цифровой модели местности. При изучении местности для свершения изысканий применяется информация, полученная с космических носителей. Это значительно упрощает устройство большого количества необходимых измерений, особенно, при съемке больших по величине, а также протяженных объектов [5].

При геодезических изысканиях линейных объектов недвижимости производится камеральное и полевое трассирование. Метод состоит в том, что сначала выбирается самый оптимальный вариант объекта (например, трассы), далее происходит согласование его местоположения с последующим переносом главной оси объекта в натуру с закреплением опорных точек. Также совершается планово-высотная геодезическая привязка, а также расшифровка полученных аэрофотоснимков. В пунктах проектировки линейного объекта, где происходит его состыковка с различными естественными (реки, овраги) и искусственными (дороги, подземные коммуникации, ЛЭП) барьерами, производится крупномасштабная топографическая съемка [6]. Впоследствии совершается камеральная обработка данных аэрофотосъемки и с помощью специальных программ создается модель линейного объекта, а также его мест пересечений. На этом этапе также производится построение продольного и поперечного профилей с разбивкой пикетажа. Итогом всех вышеперечисленных работ служит план полосы линейного объекта масштабом 1 : 2000 или 1 : 5000, а также более крупные масштабы для сложных участков сооружения. После окончательного согласования окончательного варианта линейного объекта происходит вынос его оси и горизонтальных кривых в натуру, закрепляют углы поворота и створные точки [7].

При полевом трассировании происходит проложение тахеометрических ходов по оси объекта, закрепляя углы поворота и створные точки, разбивка и установка пикетажа, составляющих кривых и поперечных профилей, установка реперов и техническое нивелирование. Если территория геодезических изысканий застроена, то вместо полевого трассирования совершают крупномасштабную съемку полосы по выбранному ходу линейного объекта. После чего выполняют камеральную укладку объекта по полученным данным в заявленной системе координат и высот [8].

Трассирование и разбивка пикетажа

Трассирование линейных объектов – комплекс инженерных и геодезических мероприятий по изысканию трассы [10]. Трассирование обычно разделяют на два этапа. В первом этапе составляется план трассы, которая является точной проекцией линейного объекта на горизонтальной плоскости. Во втором этапе проектируется продольный профиль объекта, который является вертикальным разрезом. В основную задачу трассирования обычных линейных объектов входит создание кратчайшего пути линейного объекта.

Далее происходит разбивка пикетажа (рис. 4). Это разбивка на круговой кривой линейного объекта пикетов и назначение радиусов кривых. Для более точного определения подобного участка на кривой берутся дополнительные промежуточные точки так, чтобы промежутки между ними можно было условно считать прямыми линиями. Чем больше радиус кривой участка, тем, соответственно, больший промежуток можно считать за прямую. Самый актуальный способ детальной разбивки кривых – это способ прямоугольных координат x и y [11].

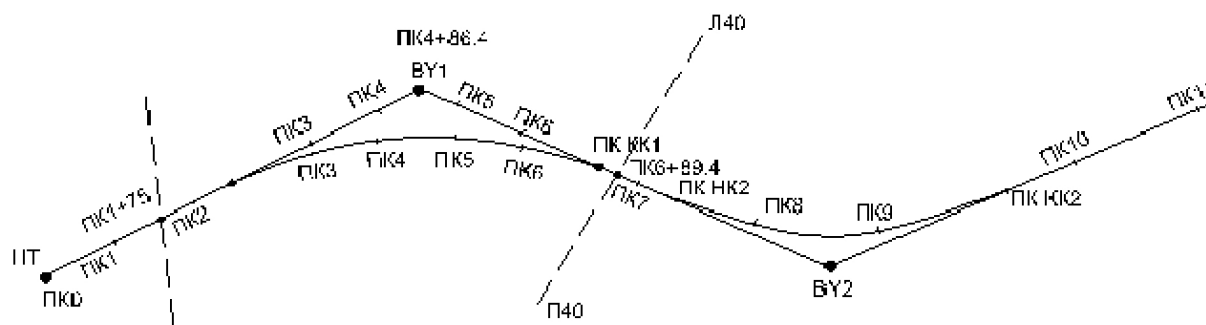


Рисунок 5 – Разбивка и закрепление основных элементов кривых на трассе

Примеры современных геодезических приборов, необходимых для совершения измерений.

Топографическая съемка производится тахеометрическими методами или с использованием спутниковой аппаратуры ГЛОНАСС/GPS (Navstar). [9]

Тахеометр – прибор, применяемый при тахеометрической съемке (измерение расстояний, горизонтальных и вертикальных углов) (рис. 5) [12].

Лазерный дальномер – прибор, измеряющий расстояние лазерным лучом (рис. 6).

Трассоискатель – прибор, позволяющий получить достоверную информацию о расположении подземных коммуникаций и глубине их залегания (рис. 7).



Рисунок 5 – LEICA TS06plus R500



Рисунок 6 – LEICA TS06plus R500



Рисунок 7 – Трассоискатель Leica DIGICAT 650i

Современные технологии и методы строительства идут в ногу со стремительным развитием человечества. Появляются новые методы возведения линейных объектов недвижимости, а также приборов, которые значительно упрощают и систематизируют процесс их строительства.

Литература:

1. Желтко Ч.Н., Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Олейникова Л.А. Учебная геодезическая практика : Справочное пособие по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений: 120700 – Землеустройство и кадастры, 270800 – Строительство, 130500 – Нефтегазовое дело, 271101 – Строительство уникальных зданий сооружений / ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014.

2. Гура Д.А. Технология проектирования и постановки на ГКУ магистральных газопроводов // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 62–66.
3. Гура Д.А., Верезубов Е.А. Мобильному миру – мобильные сканирующие системы // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 56–58.
4. Гура Д.А., Гура Т.А. Обзор инженерно-геодезических задач, решаемых с использованием современных электронных тахеометров // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 110–113.
5. Рудик Е.А., Гура Д.А. Проведение топографической съемки с применением спутниковых систем и электронных тахеометров // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 118–120.
6. Гура Д.А., Доценко А.Е. О необходимости выполнения геодезической съемки // В сборнике: Актуальные вопросы науки. Материалы IX Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 204–205.
7. Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Решение нестандартных инженерно-геодезических задач с использованием электронных тахеометров // В сборнике: Строительство – 2010. Материалы Международной научно-практической конференции. Дорожно-транспортный институт. – 2010. – С. 161–162.
8. Абушенко С.С., Амиров Э.К., Гура Д.А., Аветисян Г.Г. Проблемы, возникающие при выполнении контрольно-исполнительной съемки // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 107–109.
9. Гура Д.А., Карслян А.М. Особенности съемки подземных коммуникаций для составления технического плана на примере города Рязани // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 3. – С. 99–109.
10. Трассирование линейных объектов. – URL : <http://www.studfiles.ru/preview/5357974/page:9/>
11. Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Желтко С.Ч., Бердзенишвили С.Г., Нелюбов Ю.С. Геодезические работы при ведении кадастра : Методические указания к практическим занятиям для студентов всех форм обучения специальности 120303 Городской кадастр и направления 120700. 62 Землеустройство и кадастры. – Краснодар, 2011.
12. Гура Д.А., Слюсаренко Р.А. Особенности развития электронных тахеометров // В сборнике: Сборник студенческих научных работ, отмеченных наградами на конкурсах. – Краснодар, 2009. – С. 59–60.
13. Ключин Е.Б. и др. Инженерная геодезия : учебник для студентов высших учебных заведений. – М., 2008.
14. Брынь М.Я. и др. Инженерная геодезия : учебное пособие / Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования «Петербургский гос. ун-т путей сообщ.»; под ред. В.А. Коугия. – СПб., 2007.

References:

1. Zheltko Ch.N., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Oleynikova L.A. Educational geodetic practice // Handbook on the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the directions: 120700 – Land management and inventories, 270800 – Construction, 130500 – Oil and gas case, 271101 – Construction of unique buildings of constructions / FGBOU VPO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2014.
2. Gura D.A. Technology of designing and statement on GKU of trunk gas pipelines // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 62–66.
3. Gura D.A., Verezubov E.A. To the mobile world – the mobile scanning systems // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. VIII International scientific and practical conference. – 2013. – P. 56–58.
4. Gura D.A., Gura T.A. The overview of the engineering and geodetic tasks solved with use of modern electronic tacheometers // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 110–113.
5. Rudik E.A., Gura D.A. Carrying out survey using satellite systems and electronic tacheometers // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 118–120
6. Gura D.A., Dotsenko A.E. About need of accomplishment of geodetic shooting // In the collection: Topical issues of science. Materials IX of the International scientific and practical conference. – 2013. – P. 204–205.

7. Gura D.A., Shevchenko G.G. The solution of non-standard engineering and geodetic tasks with use of electronic tacheometers // In the collection: Construction – 2010. Materials of the International scientific and practical conference. Road and transport institute. – 2010. – P. 161–162.

8. Abushenko S.S., Amirov E.K., Gura D.A., Avetisyan G.G. The problems arising in case of accomplishment of control and executive shooting // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 107–109.

9. Gura D.A., Karslyan A.M. Features of shooting of underground communications for creation of the technical plan on the example of the city of Ryazan // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 3. – P. 99–109.

10. Tracing of linear objects. – URL : <http://www.studfiles.ru/preview/5357974/page:9/>

11. Karelians S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Zheltko S.Ch., Berdzenishvili S.G., Nelyubov Yu.S. Geodetic works when maintaining the inventory // Methodical instructions to a practical training for students of all forms of education of specialty 120303 the City inventory and the Land management directions 120700.62 and inventories. – Krasnodar, 2011.

12. Gura D.A., Slyusarenko R.A. Features of development of electronic tacheometers // In the collection: The collection of the student's scientific works noted by awards at competitions. – Krasnodar, 2009. – P. 59–60.

13. Klyushin E.B. etc. Engineering geodesy : the textbook for students of higher educational institutions. – M, 2008.

14. Bryn M.Ya. etc. Engineering geodesy : tutorial / GOS. educational institution of higher. professional education «St. Petersburg state University of ways of messages»; under the editorship of V.A. Kougia. – Saint Petersburg, 2007.

УДК 528

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ЦИФРОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ И ОСАДОК ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

DEVELOPMENT OF THE METHODS FOR DIGITAL MODELING OF THE DEFORMATIONS AND SETTLEMENTS OF BUILDINGS AND STRUCTURES FOUNDATIONS BY THE RESULTS OF GEODETIC MEASUREMENTS

Сукманюк Александр Славьянович

Кубанский государственный
технологический университет

Макаренко Наталия Андреевна

Кубанский государственный
технологический университет
maknatali97@mail.ru

Лукьянцев Максим Романович

Кубанский государственный
технологический университет

Карасев Александр Игоревич

Кубанский государственный
технологический университет

Тарасов Дмитрий Владимирович

Кубанский государственный
технологический университет

Халиуллин Тимур Дамирович

Кубанский государственный
технологический университет
pipebird@rambler.ru

Аннотация. В статье представлены основные понятия об осадке зданий, их причины, влияние на них грунтовых вод, методы борьбы с осадкой. Развитие современных программно-технических комплексов и ГИС-технологий позволяет ставить новые вычислительные задачи и эксперименты, связанные с 3D моделированием и пространственным анализом геодезических данных. В настоящее время появилась возможность цифрового моделирования деформационных процессов фундаментов зданий и сооружений и построения непрерывных моделей осадок на основе ЭВМ. В статье анализируются основные параметры вариограммного и ковариационного анализа для интерполяции геодезических данных.

Вариограммный и ковариационный анализ позволяет выявить более полную информацию о техническом состоянии фундаментов и здания в целом, а также определить области неравномерных осадок, построить цифровые модели осадки сооружения, кроме того, используя различные методы интерполяции, смоделировать ошибки модели

Sukmanyuk Alexander Slavyanovich
Kuban State University of Technology

Makarenko Natalia Andreevna
Kuban State University of Technology
maknatali97@mail.ru

Lukyantsev Maxim Romanovich
Kuban State University of Technology

Karasev Aleksandr Igorevich
Kuban State University of Technology

Tarasov Dmitry Vladimirovich
Kuban State University of Technology

Khaliullin Timur Damirovich
Kuban State University of Technology
pipebird@rambler.ru

Annotation. The article presents the basic concepts about the leas of buildings, their causes, impact on ground waters, methods of dealing with the draught The development of modern program-technical complexes and GIS-technologies permits posing new computational problems and experiments on the 3D modeling and the spatial analysis of geodetic data. At present there is an opportunity of digital modeling of the deformation processes in buildings and structures foundations and developing the continuous computer simulations of settlement. The author analyses basic parameters of variogram and covariance parameters for interpolating geodetic data.

Variogram and covariance analysis allows for acquiring complete information on the technical state of the foundation and the building as a whole, detecting relative settlement areas, developing digital models of the structure settlement as well as simulating model errors by different interpolation methods.

Ключевые слова: осадка зданий, цифровая модель осадок, вариограммный анализ, геостатистический метод интерполяции, принцип вариограммы, принцип ковариации.

Keywords: sediment buildings, digital model sediment, variogram analysis, a geostatistical method of interpolation, the principle of the semivariogram, the covariance principle.

Введение

Понятие об осадке и сдвиге здания.

Осадку здания – это смещение здания, происходящее вследствие сжатия грунта в основании (рис. 1). Сжатие грунта, находящегося под зданием, нормальный процесс. Важно, чтобы осадка здания проходила равномерно по всему основанию. [1]

Существует немало причин осадок: слабое основание средней (или боковых) части здания, неправильно выбранная глубина заложения и тип конструкции фундамента, увеличение нагрузки на фундамент за счет надстройки верхних этажей, недостаточная прочность материалов для фундамента или потеря прочности со временем, возведение новых сооружений, вплотную примыкающих к существующему зданию.



Рисунок 1 – Осадка здания

Очень часто осадки и деформации зданий происходят из-за природных явлений, нарушения технологий строительного производства, повышения воздействия температуры и нагрузок, ошибок в проектировании зданий, нарушения правил технической эксплуатации зданий и сооружений. [2, 3]

Примерами природных явлений являются стихийные и аварийные колебания земной поверхности и грунтовых вод, температура наружного воздуха, несоблюдение при эксплуатации зданий и сооружений условий равновесия природных явлений.

Наличие под землей большого количества грунтовых вод – это еще одна причина осадки зданий, из-за них слой земли становится мягче и устойчивее к деформации.

Осадку, возникшая из-за грунтовых вод, может быть устранена с помощью специальных насосов, либо посадкой деревьев, удаляющих лишнюю влагу из земли. Так же, можно изолировать основание от контакта с водой, используя высококачественные гидроизолирующие материалы (жидкое стекло и цемент).

ЖК на улице Петра Метальникова в городе Краснодаре является примером неравномерной осадки здания (рис. 2). Осадку обусловлена неравномерным швом вдоль вертикальной оси здания. [4, 5]

В связи с научно-технической революцией происходит стремительное развитие новейших программно-технических комплексов и ГИС-технологий позволяющих ставить новые вычислительные задачи эксперименты, связанные с 3D моделированием и пространственным анализом геодезических данных. Совсем недавно появилась возможность цифрового моделирования деформационных процессов фундаментов зданий и сооружений и построения непрерывных моделей осадок на основе ЭВМ. Теперь стало возможно создание более точной модели рельефа, выявление характерных его особенностей, устранение осадок и деформаций.



Рисунок 2 – Осадка здания в Краснодаре

Основная часть

В наш век инновационных технологий происходит постоянное развитие методов пространственно-временного анализа и алгоритмы обработки геодезических данных.

На мой взгляд, особого внимания заслуживают методы пространственного анализа, основанные на аппарате математической статистики, позволяющие исследовать явления с учетом территориального характера распределения. Такие методы получили название геостатистические.

Геостатистические методы позволяют изучить распределение случайных величин по территории, найти причины этого распределения. А также предопределить значения этих величин в новых местах. [11]

Необходимость в этих исследованиях обусловлена развитием современных программно-технических комплексов и ГИС-технологий. ГИС технологии представляют собой современные компьютерные технологии для создания карт и исследования земной поверхности. Современные разработки в области моделирования осадки, несомненно, позволяют автоматизировать процессы определения области неравномерных осадок, направления крена (положение, которое отклоняется от вертикальной оси здания) плиты фундамента, построение профилей осадок и др.

Это наводит на мысль, что исследования в данной области производства геодезических работ очень актуальны в наше время.

С помощью трехмерной цифровой модели осадок (ЦМО) и средствами информационного моделирования можно получить всю информацию об изучаемом процессе деформации зданий и сооружений. Для правильного решения задач анализа данных нужно много раз проверять ряд альтернативных гипотез, выполнять обработку данных и оценивать результаты. В процессе решения могут вводиться новые наблюдения. В результате итераций версии ЦМО модифицируются и уточняются [13].

Не так давно с помощью геостатистических методов началось создание схем построения ЦМО для пространственно-временного анализа результатов геодезических наблюдений за деформациями фундаментов зданий. Использование данных методов интерполяции позволяет наглядно представить в графическом растровом и векторном форматах данные, отражающие пространственно-временное состояние фундамента инженерного сооружения. Кроме того, эти методы позволяют автоматизировать и детализировать анализ количественных и качественных характеристик осадок фундаментов инженерных сооружений [12].

Геостатистические методы основаны на определении закономерности изменения разброса значений моделируемого показателя, между точками в пространстве и подчеркивание существующих различий в значениях данных, используя весовые коэффициенты [11].

Чтобы определить степень и характер изменения в пространстве и времени ЦМО стали применять вариограммный анализ. Функции вариограмм и ковариации помогают определить степень статистической корреляции в зависимости от расстояния.

Вариограмма определяется как [13]:

$$y(S_i, S_j) = \frac{1}{2} \text{Var}(Z(S_i)Z(S_j)), [11].$$

где var – разница между значениями осадки в местоположении i и j .

Вариограммный и ковариационный анализ облегчает и увеличивает эффективность процедуры подбора параметров модели, включая моделирование ошибок цифровой модели осадок [13].

Вариограмма и функции ковариации позволяют количественно определить предположение о том, что осадочные марки, которые расположены поблизости, имеют большую связь, чем те, которые расположены дальше. Осадочная марка – это такое устройство в виде шкалы или шарика, которое фиксируется в строительной конструкции, стене, полу, перекрытии и др., предназначенное для наблюдений за высотными деформациями. Функции вариограмм измеряют силу статистической корреляции от расстояния.

В том случае, если различия увеличиваются с расстоянием, вариограмму можно представить как функцию несходства. Пласт-высота, которой вариограмма достигает, когда выравнивается. Он чаще всего состоит из двух частей: 1) неоднородность в происхождении, которую называют остаточной дисперсией (ОД), и 2) частичный пласт (ЧП). Остаточная дисперсия может быть разделена на ошибку измерения и изменение микромасштаба и так как компонент может быть нулевой, остаточная дисперсия может быть включена полностью. Диапазон – расстояние, на котором вариограмма выравнивается. Принцип вариограммы изображен на рисунке 3.

Корреляция-это связь нескольких случайных величин. Ковариация – это вычисленная корреляция. Ковариация может функционировать, когда она уменьшается с расстоянием, так что о ней можно судить как о функции подобия. Ковариация представляет статистическую тенденцию переменных разного типа, изменяющихся в зависимости от взаимосвязей друг с другом. Ковариация может быть как положительной, так и отрицательной. Положительная ковариация возникает, когда обе переменные могут быть больше их среднего значения, а отрицательная ковариация – в случае, когда одна из переменных стремится быть больше своего среднего, а другие – меньше их среднего значения. На рисунке 4 представлен принцип ковариации.



Рисунок 3 – Принцип вариограммы

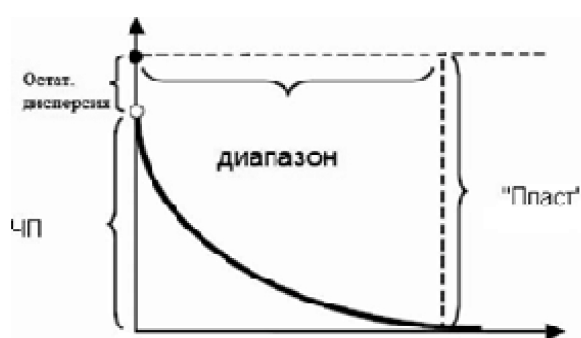


Рисунок 4 – Принцип ковариации

Цифровая модель осадки – это поверхность представления пространственного состояния фундамента сооружения, на основе математических функций (моделей вариограммы), которые наиболее адекватно и в полном объеме отражают плановое и высотное положение всей площади основания, пригодном для универсального пользования [14]. На рисунке 5 приведена цифровая модель интерполяции осадок фундамента, построенная с помощью кригинг метода и экспоненциальной функции вариограммы.

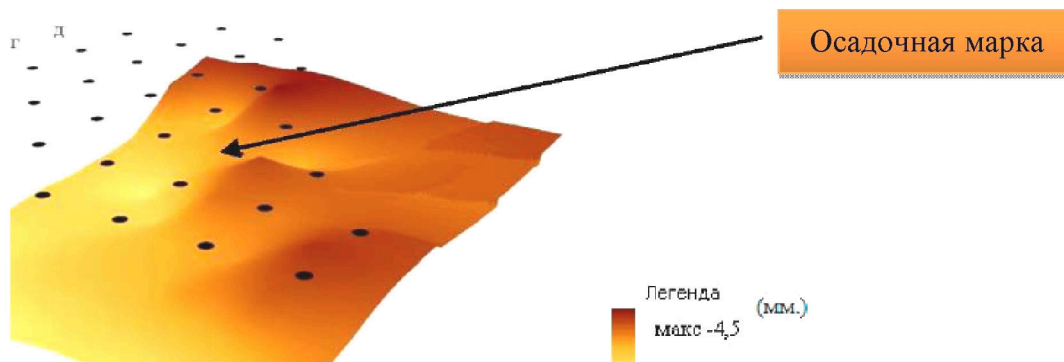


Рисунок 5 – Цифровая модель интерполяции осадок фундаментов инженерного сооружения (экспоненциальная модель)

Если нужно проанализировать точность построенных ЦМО проверку достоверности предлагается производить по схеме: изъять одно или несколько значений осадок марок и затем вычислить связанные с ними значения интерполяционной поверхности, используя данные в оставшихся марках, при учете параметров грунтов. Для всех марок взаимная проверка достоверности проводит сравнение измеренных и вычисленных значений. После завершения взаимной (перекрестной) проверки некоторые данные измерений могут быть признаны непригодными, что потребует нового подбора модели вариограммы. Проверка достоверности использует часть данных для оценки модели вариограммы, применяемой в интерполяции. Затем интерполяция по маркам с известными значениями сравнивается с данными реальных измерений.

Для более полного анализа моделей вариограмм была построена карта ошибок интерполяции, представленная на рисунке 6.

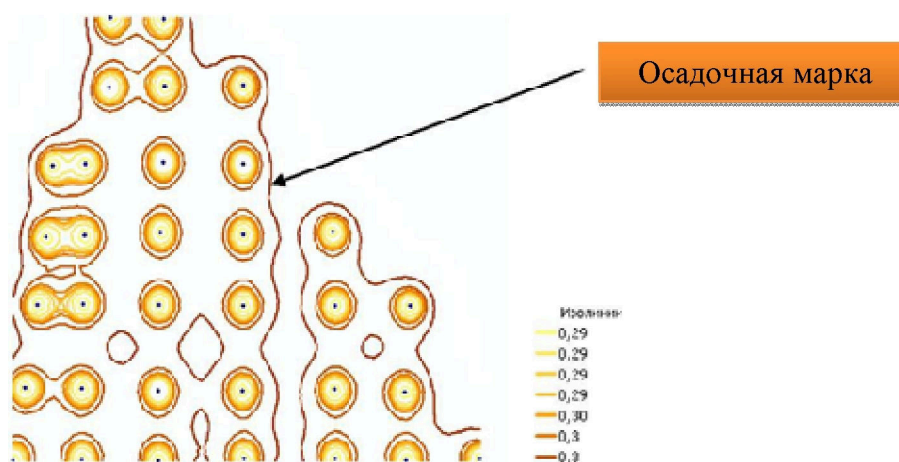


Рисунок 6 – Цифровая модель ошибок интерполяции осадок фундаментов инженерных сооружений (экспоненциальная модель)

Вывод: безусловно, осадка здания является важной проблемой, для решения которой нужны современные методы. Применение геостатистических методов интерполяции помогает точно представить в графическом растровом и векторном форматах данные, которые выражают пространственно-временное состояние фундаментов инженерных сооружений. Также эти методы позволяют выполнить детальный анализ количественных и качественных характеристик осадок фундаментов инженерных сооружений. Итак, возможность сравнить вычисленное значение и уравненное предоставляет полезную информацию о параметрах вариограммы. Преимуществом предложенной методики пространственно-временного анализа деформаций фундаментов является то, что получаемая цифровая модель осадок построена при условии оптимального поля или карты распределения ошибок интерполяции.

Литература:

1. <http://www.geodan.ru/osadka.shtml>
2. Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А. Определение смещений осадок сооружений с использованием поискового метода уравнивания // Новый университет. Серия: Технические науки. – 2013. – № 7 (17). – С. 37–40.
3. Желтко Ч.Н., Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Кузнецова А.А. Алгоритмоопределения координат при мониторинге сооружений с использованием поискового метода уравнивания // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 3. – С. 60–64.
4. Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Современные измерительные технологии на кафедре кадастра и геоинженерии в КубГТУ // Научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации Геопрофи. – 2012. – № 6. – С. 23–24.
5. Ляшенко П.А. Сопротивление и деформации глинистого грунта : монография. – Краснодар : КубГТУ, 2014. –161 с.
6. Абушенко С.С., Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Ильченко Е.С. Определение неперпендикулярности сооружения безотражательным тахеометром // В сборнике: Науки о Земле на современном этапе VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 98–102.
7. Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А. Метод определения смещений и осадок сооружений с учетом особенностей работ на строительной площадке // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – № 11. – С. 23–24.
8. Хорцев В.Л., Проскура Д.В., Шевченко Г.Г., Гура Д.А. Наблюдения за горизонтальными и вертикальными смещениями сооружений // В сборнике: Науки о Земле на современном этапе. VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 120–123.
9. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems в учебно-образовательном процессе КубГТУ. Выполнение хозяйственных работ // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 4. – С. 64–66.
10. Хорцев В.Л., Проскура Д.В., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Горизонтальные и вертикальные смещения сооружений и причины их возникновения. // В сборнике: Науки о Земле на современном этапе. – 2012. – С. 116–119.
11. Гитис В.Г. Основы пространственно временного прогнозирования в геоинформатике / В.Г. Гитис, Б.В. Ермаков. – М. : Физматлит, 2004.
12. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. – М. : МГУ, 2008. – 424 с.
13. Басаргин А.А. Геостатистический анализ результатов наблюдения за осадками фундамента инженерного сооружения // ГЕО-Сибирь-2007: сб. материалов науч. конгр. – Т. 1. – Ч. 1. – Новосибирск : СГГА, 2007. – С. 290–292.
14. Басаргин А.А. Анализ геостатистических методов обработки результатов наблюдений за осадками инженерных сооружений // ГЕО-Сибирь-2008: сб. материалов науч. конгр. – Т. 1. – Ч. 2. – Новосибирск : СГГА, 2008. – С. 231–235.
15. Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Желтко Ч.Н., Кравченко Э.В. Картография : Справочное пособие к лабораторным работам и контрольной работе для студентов всех форм обучения направления бакалавриата 120700 – «Землеустройство и кадастры» / ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014.

References:

1. <http://www.geodan.ru/osadka.shtml>
2. Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastukhov M.A. Opredelenie smeshcheniy osadok sooruzheniy s ispolzovaniem poiskovogo metoda uravnivaniya // Novyy universitet. Seriya: Tekhnicheskie nauki. – 2013. – № 7 (17). – P. 37–40.
3. Zheltko Ch.N., Shevchenko G.G., Gura D.A., Kuznetsova A.A. Algoritm opredeleniya koordinat pri monitoringe sooruzheniy s ispolzovaniem poiskovogo metoda uravnivaniya // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2013. – № 3. – P. 60–64.
4. Gura D.A., Shevchenko G.G. Sovremennye izmeritelnye tekhnologii na kafedre kadastra i geoinzhenerii v KubGTU // Nauchno-tekhnicheskii zhurnal pogeodezii, kartografii i navigatsii Geoprosfi. – 2012. – № 6. – P. 23–24.
5. Lyashenko P.A. Soprotivlenie i deformatsii glinistogo grunta : monografiya. – Krasnodar : KubGTU, 2014. –161 p.
6. Abushenko S.S., Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Ilchenko E.S. Opredelenie nevertikalnosti sooruzheniya bezotrazhatelnym takheometrom // V sbornike: Nauki o Zemle na sovremennom etape VI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. – 2012. – P. 98–102.

7. Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastukhov M.A. Metod opredeleniya smeshcheniy i osadok sooruzheniy s uchetom osobennostey rabot nastroitelnoy ploshchadke // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo. – 2012. – № 11. – P. 23–24.
8. Khortsev V.L., Proskura D.V., Shevchenko G.G., Gura D.A. Nablyudeniya za gorizontalnymi i vertikalnymi smeshcheniyami sooruzheniy // V sbornike: Nauki o Zemle na sovremennom etape. – 2012. – P. 120–123.
9. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. Opyt ispolzovaniya tekhnologiy i oborudovaniya Leica Geosystems v uchebno-obrazovatelnom protsesse KubGTU. Vypolnenie khozdogovornyykh rabot // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2013. – № 4. – P. 64–66.
10. Khortsev V.L., Proskura D.V., Gura D.A., Shevchenko G.G. Gorizontalnye i vertikalnye smeshcheniya sooruzheniy i prichiny ikh vozniknoveniya // V sbornike: Nauki o Zemle na sovremennom etape. – 2012. – P. 116–119.
11. Gitis V.G. Osnovy prostranstvenno vremennogo prognozirovaniya v geoinformatike / V.G. Gitis, B.V. Ermakov. – M. : Fizmatlit, 2004.
12. Lur'ye I.K. Geoinformatsionnoe kartografirovaniye / I.K. Lur'ye. – M. : MGU, 2008. – 424 p.
13. Basargin A.A. Geostatisticheskiy analiz rezul'tatov nablyudeniya za osadkami fundamenta inzhenernogo sooruzheniya // GEO-Sibir'-2007: sb. materialov nauch. kongr. – T. 1. – Ch. 1. – Novosibirsk : SGGA, 2007. – P. 290–292.
14. Basargin A.A. Analiz geostatisticheskikh metodov obrabotki rezul'tatov nablyudeniya za osadkami inzhenernykh sooruzheniy // GEO-Sibir'-2008: sb. materialov nauch. kongr. – T. 1. – Ch. 2. – Novosibirsk : SGGA, 2008. – P. 231–235.
15. Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Zheltko Ch.N., Kravchenko E.V. Kartografy : Handbook to laboratory works and examination for students of all forms of education of the direction of a bachelor degree 120700 – «Land management and inventories» / FGBOU VPO «KUBGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2014.

УДК 622.276.8

МОДЕРНИЗАЦИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СЕПАРАТОРОВ НА УРЕНГОЙСКОМ ГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

MODERNIZATION OF LOW-TEMPERATURE SEPARATOR AT URENGOY GAS AND CONDENSATE FIELD

Кусов Геннадий Владимирович

Кубанский государственный
технологический университет
de_france@mail.ru

Савенок Ольга Вадимовна

доктор технических наук, доцент,
доцент кафедры Нефтегазового дела
имени профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный
технологический университет
olgasavenok@mail.ru

Аннотация. Низкотемпературные технологические процессы применяются главным образом для обработки природных газов газоконденсатных месторождений с целью одновременной осушки и извлечения целевых компонентов – тяжёлых углеводородов и инертных газов при наличии их заметных количеств. В статье рассмотрена технологическая схема низкотемпературной сепарации газа, а также принцип работы аппарата по подготовке газа и его конструкция. Показана модернизация сепарационного оборудования. Приведён расчёт процесса дросселирования газа и расчёт низкотемпературного сепаратора очистки газа. Представлен расчёт экономического эффекта от модернизации низкотемпературных сепараторов.

Ключевые слова: низкотемпературная сепарация газа, подготовка природного газа к транспорту, установка низкотемпературной сепарации, аппарат по подготовке газа, модернизация сепарационного оборудования, расчёт процесса дросселирования газа, расчёт низкотемпературного сепаратора очистки газа.

Kusov Gennady Vladimirovich

Kuban State University of Technology
de_france@mail.ru

Savenok Olga Vadimovna

Doctor of the technical sciences,
Assistant professor, Assistant professor of
the pulp oil and gas deal of the name of
the professor G.T. Vartumyan,
Kuban State University of Technology
olgasavenok@mail.ru

Annotation. Low temperature processes are used mainly for the processing of natural gas condensate fields with the aim of simultaneous drying and extraction of target components – heavy hydrocarbons and inert gases in the presence of appreciable amounts. The article describes the process flow diagram of low-temperature gas separation, as well as the principle of operation of the apparatus for gas treatment and its design. It is shown that the modernization of separation equipment. The above calculation process throttling gas and calculation of the low-temperature gas cleaning separator. Presented calculation of economic benefit from the modernization of low-temperature separator.

Keywords: low-temperature separation of gas, preparation of natural gas to transport, installation of low-temperature separation, apparatus for gas treatment, modernization of separation equipment, calculation of gas throttling process, calculation of the low-temperature gas cleaning separator.

Уренгойское газоконденсатное месторождение находится на территории Пуровского района Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области (рис. 1).

Технологическая схема низкотемпературной сепарации газа

Установка комплексной подготовки газа (далее УКПГ) № 5В введена в эксплуатацию в феврале 1986 года. На УКПГ-5В применена типовая схема низкотемпературной сепарации газа.

УКПГ-5, дожимная компрессорная станция № 5 (далее ДКС-5) I ст., II ст., УКПГ-5В и ДКС УКПГ-5В входят в состав газоконденсатного промысла ГКП-5.

В феврале 2009 года на УКПГ-5В была реализована система регенерации метанола из раствора ВМР низкой концентрации.

Процесс подготовки газа происходит на четырёх технологических линиях (далее – т.л.) установки низкотемпературной сепарации (далее УНТС), оснащённых аппаратами трёхступенчатой сепарации газа ГП-643.00.000 производительностью 5,0 млн м³/сут.

На момент проведения обследования подготовка природного газа к транспорту осуществлялась по следующей технологической схеме (рис. 2).

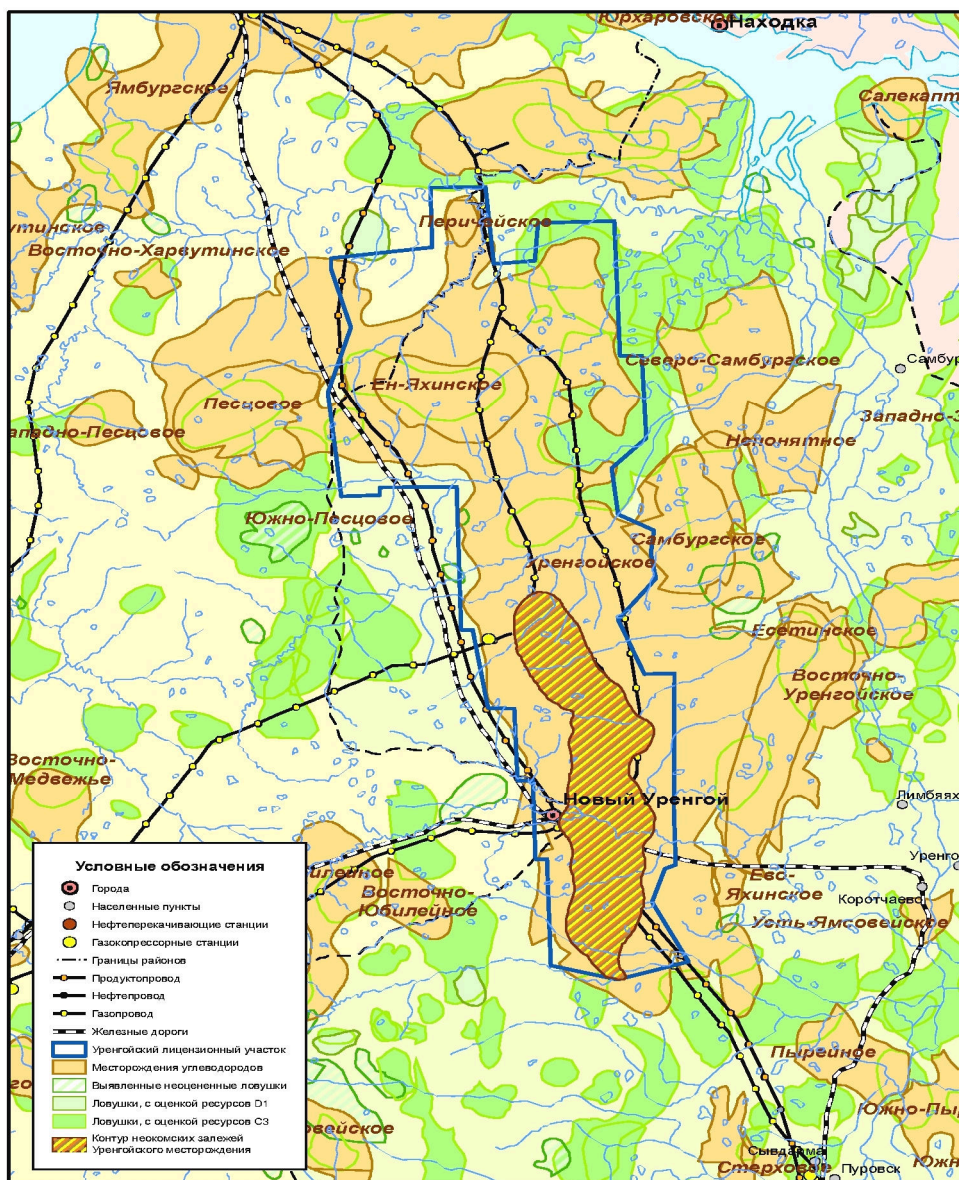


Рисунок 1 – Обзорная карта района работ

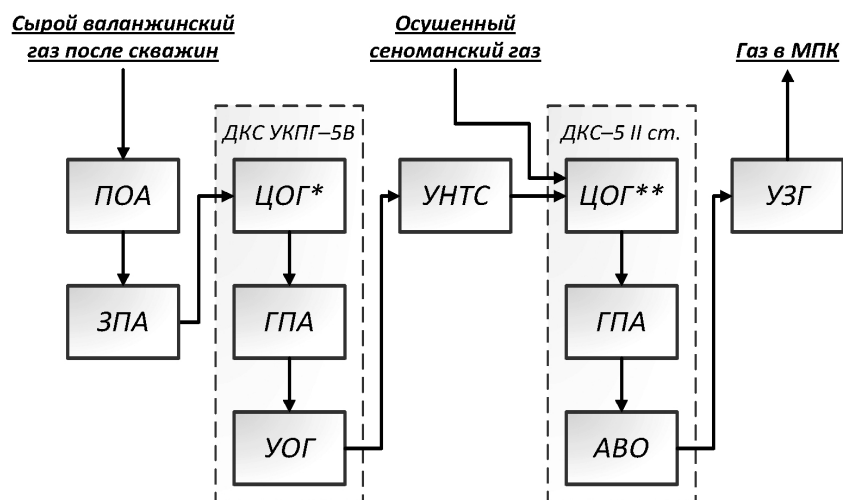


Рисунок 2 – Схема осушки валанжинского газа УКПГ-5В:

* – в работе находились две т.л. № 2 и 3 из имеющихся трёх т.л.

** – в работе находился фильтр-сепаратор Ф-202/1 т.л. № 7

Сырой газ со скважин проходит: газосборный коллектор (далее ГСК) → площадка отключающей арматуры (далее ПОА) → здание переключающей арматуры (далее ЗПА) → цех очистки газа (далее ЦОГ)* ДКС 5В → установка охлаждения газа (далее УОГ) → УНТС → ЦОГ** ДКС-5 ДКС II ст. → АВО II ст. → УЗГ → межпромысловый коллектор (далее МПК).

Из коллектора сырого газа $\varnothing 425 \times 22$ мм природная газоконденсатная смесь по трубопроводам $\varnothing 325 \times 16$ мм поступает параллельно на четыре технологические нитки установки низкотемпературной сепарации газа. Технологическая схема НТС и оборудование рабочих линий идентичны между собой, поэтому описание работы приводится для одной из них.

Установка низкотемпературной сепарации (НТС) обеспечивает разделение сырого газа (газоконденсатной смеси) на осушенный газ и нестабильный конденсат. Принцип действия установки заключается в том, что газовый поток проходит последовательно три ступени сепарации, отличающиеся условиями разделения (температура, давление). Параметры разделения в каждой ступени должны обеспечивать максимальную конденсацию и выделение жидкой фазы определённого состава (рис. 3).

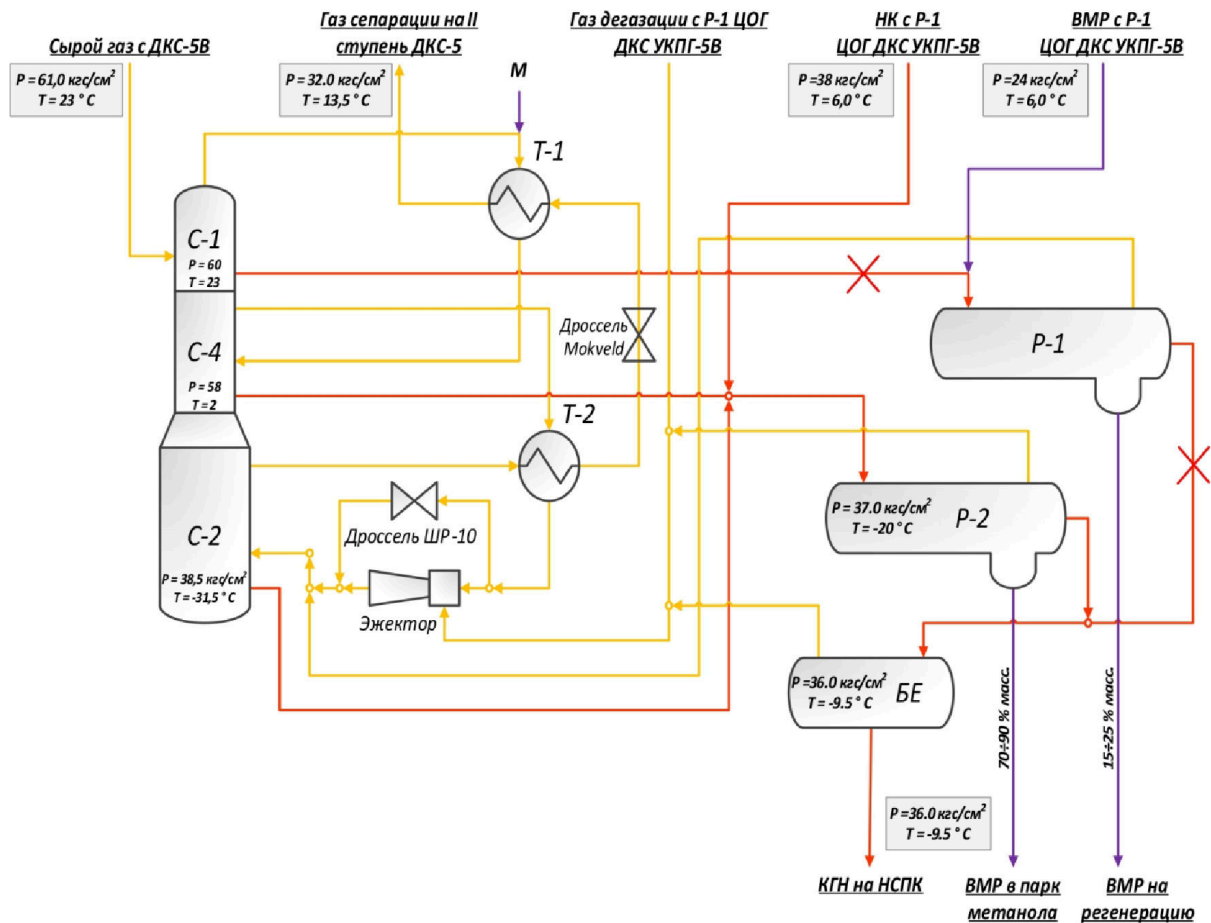


Рисунок 3 – Принципиальная схема УНТС на ГКП-5В

Сырая газоконденсатная смесь через входную пневмоприводную задвижку Ду 300, Ру 16 с температурой от 7 до 15 °С и давлением от 5,9 до 6,1 МПа поступает в блок первичного сепаратора С-201.

Давление сырого газа на входе в С-201 измеряется, сигнализируется поз. РІА (100.07-01) и регистрируется на АСУ ТП. Сырой газ входит в среднюю часть сепаратора С-201, который расположен в верхней части агрегата трёхступенчатой сепарации газа ГП 643.00.000. Сепаратор С-201 – вертикальный, жалюзийный, включает в себя отбойник жидкости на входе газа, сетчатый коагулятор и жалюзийную насадку. В нижней части се-

паратора находится сборник жидкости. В отбойнике расположенном на входе в аппарат отделяются крупные капли жидкости и механические примеси. Отделение мелких капель жидкости после коагуляции происходит в сетчатой и жалюзийной насадке. Жидкость собирается в нижней части сепаратора и выводится из сепаратора в разделитель. Уровень жидкости в разделительной емкости первичного сепаратора поддерживается автоматическим регулятором непрерывного действия поз. LC (100.09-03) и позиционным регулятором поз. LC (100.09-05). Предусмотрена сигнализация «максимум» и «минимум» уровней в С-201 поз. LIA (100.09-02).

Конденсат газа и метанольная вода выводятся в трёхфазный разделитель первой ступени Р-201.

Газ из первичного сепаратора С-201 с давлением от 5,9 до 6,1 МПа и температурой от 7 до 15 °С поступает в блок теплообменников Т-201 «газ – газ», где за счёт холода встречного потока осушенного газа охлаждается до температуры от минус 18 до минус 25 °С. Температура сырого газа поз. ТЕ (100.14-01) до теплообменников Т-201 выводится на мониторе АСУ ТП, после теплообменников на входе в С-204 поз. ТЕ (100.13-01). В теплообменнике Т-201 для предупреждения гидратообразования предусмотрен впрыск метанола или ВМР через форсунки.

Перепад давления, измеряемый и сигнализируемый на мониторе АСУ ТП поз. dPT (100.12-01) не должен превышать 0,15 МПа.

После теплообменников Т-201 сырой газ поступает в промежуточный сепаратор С-204, установленный в средней части аппарата трехступенчатой сепарации ГП 643. 00.000. Сепаратор С-204 центробежный, прямоточного типа, предназначенный для отделения капельной жидкости, сконденсировавшейся при охлаждении газа в Т-201.

Уровень жидкости в сепараторе С-204 поддерживается автоматическим регулятором непрерывного действия поз. LC 100.10.03 и позиционным регулятором поз. LC 100.10.05. Предусмотрена сигнализация «максимум» и «минимум» уровней в промежуточном сепараторе С-204 с выводом на монитор АСУ ТП поз. LIA (100.10-02).

Газ из С-204 поступает в блок теплообменников «газ – газ» Т-202, где за счёт холода встречного потока осушенного газа охлаждается до температуры от минус 18 до минус 25 °С. Температура на линии выхода газа из Т-202 измеряется преобразователем температуры поз. ТЕ (100.19.01) с выводом на монитор АСУ ТП.

Для предотвращения гидратообразования в трубный пучок теплообменников Т-202 предусмотрен впрыск метанола, регулируемый БРМ вручную, через форсунки в распределительной камере над перегородкой Т-202.

Перепад давления в распределительной камере над и под перегородкой Т-202 измеряется и сигнализируется на мониторе АСУ ТП поз. dPT (100.17-01) и не должен превышать 0,15 МПа.

Для более полного извлечения из природного газа углеводородного конденсата на установке предусматривается охлаждение газа с использованием дроссель-эффекта (эффект Джоуля-Томпсона). Эффект заключается в том, что при дросселировании газа на одну атмосферу температура его снижается в среднем на 0,3 °С.

В качестве дроссельного устройства служит штуцер регулирующий ШР-10 Ру 16 Ду 200.

Газ после теплообменников Т-202 с температурой от минус 18 до минус 25 °С проходит ШР-10, где дросселируется до давления от 4,7 до 5,3 МПа.

При дросселировании температура газа понижается от минус 25 до минус 30 °С.

Перед входом охлажденного газа в низкотемпературный сепаратор С-202 в его поток подаётся газ выветривания из разделителей Р-201.

Регулирование температуры в низкотемпературном сепараторе С-202 может производиться путем регулирования степени открытия ШР-10 по сырому газу клапаном регулятором «Mokveld» на входе сухого газа в межтрубное пространство Т-201 и байпасным краном Ду 300 с ручным управлением.

Давление в сепараторе С-202 поддерживается клапаном регулятором «Mokveld». Для защиты сепаратора С-202 от превышения давления на входном трубопроводе установлены два предохранительных клапана со сбросом газа на факел.

Уровень жидкости в нижней части сепаратора поддерживается регулятором непрерывного действия поз. LC (100.11.03). Предусмотрена сигнализация «максимум» и «минимум» уровня с выводом на монитор АСУ ТП поз. LIA (100.11.02). Жидкость через байпасную линию Т-203 «конденсат – конденсат» сбрасывается в разделитель второй ступени Р-202. Осушенный газ сепарации из низкотемпературного сепаратора С-202 последовательно проходит межтрубное пространство теплообменников Т-202, Т-201, нагревается встречным потоком сырого газа с температуры от минус 30 °С до температуры 0 °С минус 10 °С и поступает на замерную нитку, где с помощью сужающего устройства с камерной диафрагмой поз. FE (100.22.01) преобразователя температуры поз. TE (100.23-01), датчика разности давлений поз. dPT (100.22-02) и датчика давления поз. PT (100.22-03) производится расчёт количества осушенного газа с помощью программы расчёта газа на АСУ ТП Allen-Bradley и выводится на монитор АСУ ТП.

Осушенный газ с технологических ниток по трубопроводу $\varnothing 325 \times 16$ направляется в аппараты воздушного охлаждения (АВО), где при необходимости охлаждается до температуры от 0 °С до плюс 5 °С.

После АВО все трубопроводы осушенного газа объединяются в один межцеховой газовый коллектор $\varnothing 1020$, по которому газ подаётся в т.н. 7,8 ЦОГ и далее на II ст. ДКС УКПГ-5. Также для поддержания температуры минус 30 °С в летнее время газ может подаваться в 1, 3, 5 т.н. ЦОГ и далее на I ст. ДКС УКПГ-5. В аварийных ситуациях газ на КЦ-1, 2 подаётся через УЗГ (измерительный комплекс ROC-407).

Принцип работы аппарата по подготовке газа и его конструкция

Первичный сепаратор (рис. 4) предназначен для выделения основной массы жидкости из газового потока. Газ входит в среднюю часть сепаратора и ударяется в отбойное ребро. При этом резко изменяется направление и скорость газового потока.

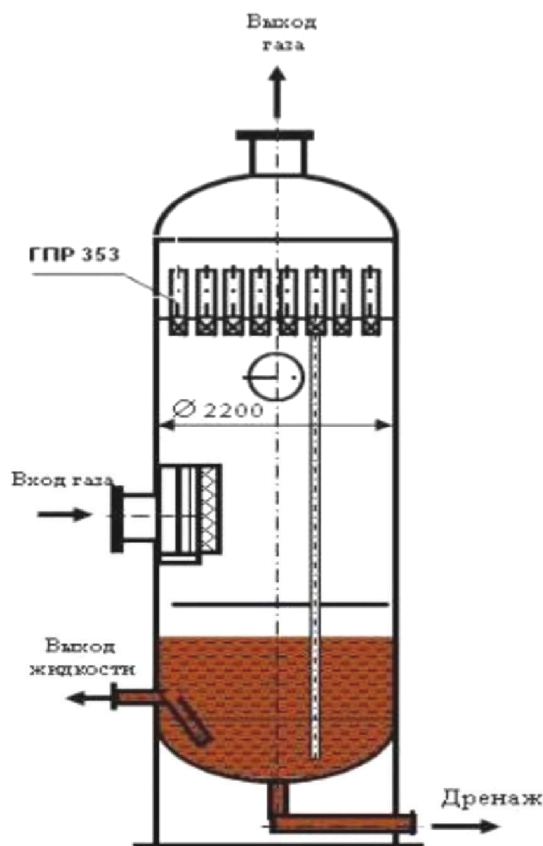


Рисунок 4 – Первичный сепаратор

За счёт изменения скорости газа происходит частичное выделение взвешенных в нём капель жидкости, которые стекают вниз по поверхности рёбер. Для более полно-

го выделения капель жидкости из газового потока служит жалюзийная насадка. Проходя через жалюзи насадки, газовый поток неоднократно изменяет свое направление, что приводит к выделению капель жидкости. Стекая по насадке, капли укрупняются, образуют плёнку и смачивают насадку. Затем жидкость попадает в сливные трубки, по которым стекает в сливные карманы, служащие гидрозатворами.

Из сливных карманов жидкость направляется в кубовую часть сепаратора с подогревом, где происходит выделение некоторого количества газа из отделившейся в сепараторе жидкости. Уровень жидкости в первичном сепараторе поддерживается с помощью регулятора непрерывного действия, также предусмотрена сигнализация максимум и минимум уровней, давление контролируется техническим манометром.

Охлаждённый газ из теплообменника Т-201 поступает в промежуточный сепаратор С-204, где из газового потока выделяется капельная жидкость, образовавшаяся при охлаждении сырого газа. Для интенсификации процесса отделения капель жидкости от газа на входе в сепаратор установлено завихрительное устройство. На выходе из завихрителя поток газа приобретает вращательное движение, капельки жидкости, имеющие большую, чем частички газа массу, отбрасываются к периферии потока, укрупняются и под действием силы тяжести оседают вниз. Жидкость собирается в нижней части аппарата, направляется в блок разделителя. Уровень жидкости в промежуточном сепараторе поддерживается автоматически регулятором непрерывного действия, фиксируются минимальная и максимальная величины уровней и сигнализируются на дисплее. Температура в промежуточном сепараторе измеряется термометром сопротивления, давление – техническим манометром.

Газ после ШР-10 и ЭГ-9 поступает в низкотемпературный сепаратор С-202, где происходит окончательное отделение капельной влаги из газа. На входе в низкотемпературный сепаратор находится отбойник капельной жидкости сетчатого типа. С целью предотвращения выноса капельной жидкости с потоком осушенного газа на выходе из сепаратора установлена ситчатая тарелка. Перепад давления на ситчатой тарелке сигнализируется на дисплее компьютера. Давление в сепараторе регистрируется на вторичном приборе поз. 265 и сигнализируется в операторной поз. 208. Температура регистрируется и сигнализируется на дисплее поз. 206.

Для защиты сепараторов от превышения давления установлены 2 СППК со сбросом газа на факел.

Модернизация сепарационного оборудования

Одним из актуальных вопросов при эксплуатации установок промышленной подготовки газа и газового конденсата в условиях постоянно снижающегося давления является поддержание достигнутого уровня добычи газа и газового конденсата. При этом необходимым условием остается обеспечение кондиций газа в соответствии с требованиями СТО 05751745-106 при минимальных потерях углеводородов и минимальных затратах материально-технических ресурсов.

На УКПГ валанжинских залежей в настоящее время обеспечивается безусловное соблюдение требований СТО 05751745-106.

С 1991 года по настоящее время проведены модернизации и их испытания на шести низкотемпературных сепараторах. Реконструкция сепаратора II ступени НТС т.н. N1 УКПГ-2В.

Для решения проблемы снижения общих потерь конденсата ООО «Газпром добыча Уренгой» совместно с ЦКБН проведена реконструкция сепаратора второй ступени НТС первой технологической линии на УКПГ-2В Уренгойского НГКМ, выполнена переобвязка этой линии для обеспечения подачи в сепаратор второй ступени конденсата из первой ступени сепарации с целью апробации модели процесса НТА и установлена взамен коагуляционной насадки сепарационная тарелка с элементами ГПР 515.

Низкотемпературный сепаратор серийной конструкции, установленный на УКПГ-2В, разработан в 1982 году. Сепаратор представляет собой вертикальный цилиндрический аппарат D 2400, внутри которого на входе установлен коагулятор 1 мелкодисперсного аэрозоля, служащий для укрупнения капель, и сетчатый отбойник перед шту-

ценом входа газа; уровень жидкости защищён от вторичного уноса просечно-вытяжным листом 3. Данная конструкция обеспечивает эффективную очистку газа при производительности до 208 тыс. м³/час в диапазоне изменения давления 5,5–7,5 МПа. При снижении рабочего давления ниже расчётного или увеличении производительности данная конструкция не обеспечивает качественной очистки газа, потери конденсата существенно увеличиваются. Для обеспечения эффективной очистки газа при повышенной производительности или снижении рабочего давления ниже 5,5 МПа необходима модернизация сепаратора С-2.

На основании выполненных ЦКБН опытных и экспериментальных работ была предложена модернизация серийного сепаратора на базе новых центробежных сепарационных элементов с рециркуляцией газа (рис. 5).

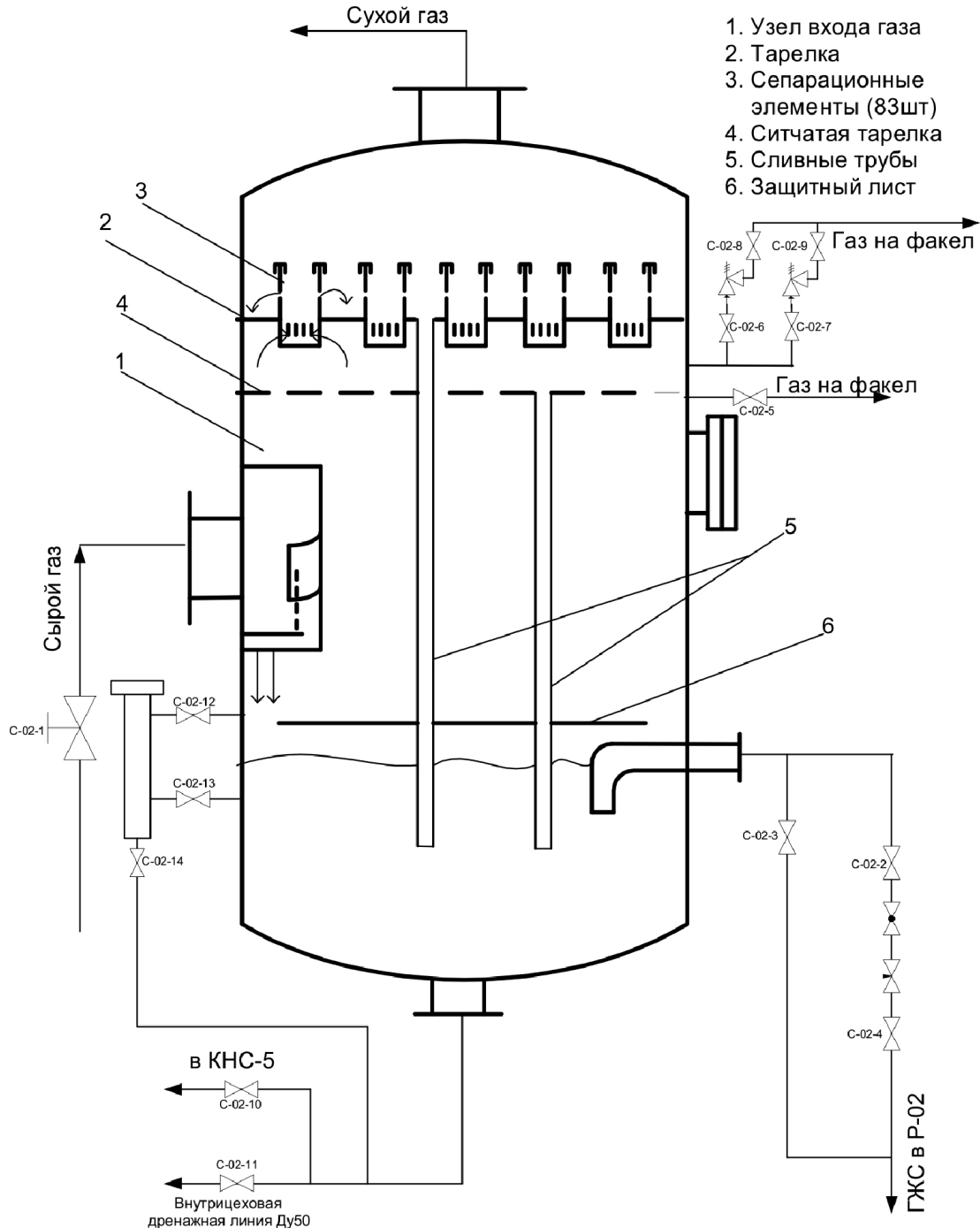


Рисунок 5 – Сепаратор С-2

Суть модернизации заключалась в следующем. В сепараторе, у входа газа в аппарат, установлен новый узел входа газа, обеспечивающий предварительный съём жидкости и последующую коагуляцию мелкодисперсного аэрозоля. Вместо сетчатого отбойника смонтирована тарелка с сепарационными элементами ГПР 515.00.000 в количестве 83 шт.

Под сепарационной тарелкой, на расстоянии 600 мм от неё, смонтирована ситчатая тарелка. Для подачи конденсата на ситчатую тарелку смонтирована труба. Каждая из тарелок оснащена трубами для слива конденсата в сборник жидкости; над уровнем вместо просечного листа смонтирован защитный лист.

Перед сепаратором установлен узел впрыска. Аппарат работает следующим образом. Газожидкостный поток попадает на узел входа, где происходит предварительная очистка газа. Предварительно очищенный газ поступает на коагулятор, где происходит укрупнение мелких капель жидкости.

Газ вместе с укрупнёнными каплями жидкости поступает в аппарат в тангенциальном направлении. За счёт вращения в полости аппарата часть капель жидкости переносится на стенку аппарата и стекает в сборник жидкости. Газожидкостный поток, уже с меньшим содержанием жидкости, поступает на ситчатую тарелку. Для улучшения контактирования предварительно очищенного газа на ситчатую тарелку подаётся конденсат в заданном количестве. Ситчатая тарелка работает в режиме барботажа, поэтому часть конденсата попадает на сепарационную тарелку, где происходит очистка газа. При работе в «сухом» режиме (без подачи конденсата) ситчатая тарелка выполняет роль распределителя, что для сепаратора не является обязательным. Отсепарированный в центробежных элементах конденсат, а также конденсат с ситчатой тарелки, по сливным трубам попадает в сборник жидкости, откуда выводится на дальнейшую обработку.

Проведены многочисленные исследования модернизированной технологической нитки N1 УКПГ-2В.

Целью проведённых работ являлось:

- 1) определение максимальной производительности сепаратора по газу при существующих условиях эксплуатации с подачей в газ конденсата с первой ступени сепарации и без неё;
- 2) определение места впрыска конденсата;
- 3) определение оптимального количества впрыскиваемого конденсата;
- 4) оценка количества дополнительно извлекаемого конденсата за счёт абсорбции.

Проведённые испытания показали следующее:

- 1) максимальная эффективная производительность сепаратора соответствует расходу газа 260 тыс. м³/час при давлении 5,8 МПа, с выносом $C_{5+в}$ не более 0,03 г/м³;
- 2) впрыск конденсата, осуществляемый в процессе испытаний в трубопровод перед С-2, не снижает эту величину производительности;
- 3) впрыск конденсата на ситчатую тарелку по результатам испытаний не представляется целесообразным из-за повышения выноса конденсата.

Испытаниями установлена максимальная производительность сепаратора 265 тыс. м³/час при давлении 5,8 МПа (283 тыс. м³/час при 6,9 МПа).

Фактическое увеличение производительности составляет 1,4 по сравнению с проектной величиной 208 тыс. м³/час.

Также были проведены исследования наработки низкотемпературного сепаратора, модернизированного по чертежу ГПР 743.00.000 ЦКБН на базе элементов 515.00.000 т.н. N1 УКПГ-2В.

Работа включала в себя исследование эффективности сепаратора по величине уноса в процессе эксплуатации в течение трёх лет:

- I этап – замеры после десяти месяцев эксплуатации;
- II этап – замеры после двадцати месяцев эксплуатации;
- III этап – замеры после трёх лет эксплуатации.

Замеры уноса проводились по методике и средствами НТЦ. Кроме замеров уноса, НТЦ выполнены замеры режимных параметров работы технологического оборудо-

вания технологической линии N1, а также были отобраны пробы для определения состава и плотности отсепарированного газа. Анализ режимов эксплуатации и выполненных замеров показали следующее:

- 1) производительность технологической линии N1 УКПГ-2В колебалась в пределах от 195 до 229 тыс. м³/час, давление от 5,1 до 5,6 МПа, температура газа от 27 до 30 °С;
- 2) содержание жидкости на входе в сепаратор до 170 см³/м³;
- 3) унос жидкости по всем замерам не превысил 0,03 г/м³.

Сепаратор и линия в целом работают стабильно, срывов и нарушений в процессе эксплуатации не наблюдалось.

Результаты исследований наработки модернизированного по чертежу ГПР 743.00.000 ЦКБН низкотемпературного сепаратора показали его эффективную работу с уносом до 0,03 г/м³ при существующих режимах эксплуатации.

В связи с неэффективностью работы схемы подачи части углеводородов на ситчатую тарелку С-2, тарелка была демонтирована.

Проведённые испытания после трёх лет наработки аппарата показали, что не произошло снижения характеристик работы аппарата данной конструкции т.н. N1 УКПГ-2В, что свидетельствует о принципиально правильном выборе конструкции модернизированного сепаратора С-2 с элементами ГПР 515.

После проведения комплексных испытаний на УКПГ-2В было принято решение о тиражировании модернизации по опробованной схеме на УКПГ валанжинских залежей.

Модернизация выполнена по технической документации ЦКБН, чертёж ГПР 743.00.000 и заключалась в следующем:

- в сепараторе вместо стандартного сепарационного устройства сетки установлена тарелка с центробежными сепарационными элементами ГПР 515.00.000 в количестве 98 шт.;
- вместо существующего узла входа газа в виде коагулятора из сетки смонтирован новый узел для предварительного отделения жидкости, коагуляции мелкодисперсного аэрозоля и тангенциального ввода газожидкостного потока в аппарат;
- над уровнем жидкости для исключения вторичного уноса установлен защитный лист (вместо просечно-вытяжного по проекту).

Тарелка с сепарационными элементами и защитный лист над уровнем жидкости снабжены лазами для обслуживания. Верхняя тарелка снабжена трубами Ду 50 для слива жидкости в сборник жидкости.

Проведённые после пуска в эксплуатацию т.н. N6 исследования показали, что низкотемпературный сепаратор на режиме 190 тыс. м³/час работал с уносом конденсата не превышающим 0,05 г/м³.

Сепараторы на УКПГ-1АВ проверены на эффективность средствами и по методике НТЦ. Одновременно при испытаниях сепаратора N6 лабораторией газоконденсатных исследований отобраны пробы газа для уточнения величины уноса хроматографическим способом. Результаты замеров приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Уточнённые величины уноса

Номер т.н.	Производительность, тыс. м ³ /час	Давление, МПа	Температура, °С	Содержание жидкости		
				на выходе см ³ /м ³	на входе, г/м ³	
					весовой метод	хроматографический метод
4	197	69	– 22, 0	83	до 0,02	–
6	166	68, 5	– 24, 2	88-94	1, 2	1, 05

Из таблицы 1 видно, что сепаратор N4 работает при производительности близкой к проектной, унос не превышает проектной величины.

Из сепаратора т.н. N6 наблюдается повышенный вынос конденсата, подтверждённый замерами по двум методикам.

Таким образом, низкотемпературный сепаратор т.н. N6 работает по данным замеров с низкой эффективностью, хотя исследования, проведённые после пуска техно-

логической нитки, показали его эффективную работу, т.е. за год эксплуатации эффективность работы сепаратора снизилась на порядок.

Рассмотрим модернизацию низкотемпературного сепаратора агрегата трёхступенчатой сепарации на УКПГ-5В.

Модернизация низкотемпературного сепаратора агрегата трёхступенчатой сепарации технологической линии N1 выполнена по чертежу ГПР 764.00.000 и заключалась в следующем:

- демонтирована штатная сетчатая насадка в верхней части аппарата;
- смонтированы опорные балки под тарелку для центробежных элементов;
- установлены полотна тарелки на штатные опорные уголки и опорные балки;
- зазоры у корпуса и у выходной трубы газа устранены накладными кольцами;
- к полотну тарелки приварены две сливные трубы Ду 50;
- на тарелке смонтированы центробежные элементы ГПР 515.00.000 в количестве 99 штук.

Защитный лист над уровнем жидкости и узел входа с коагулятором и устройством предварительного отделения сохранены штатными.

Плотность сварки полотен и приварки их к корпусу и трубе выхода газа контролировались визуально с подсветкой лампой, а также наливом воды. Неплотности устранены. Наблюдалась отдельные подтёки жидкости в виде запотевания стенки корпуса под полотном и нижней поверхности полотна в районе сварных швов.

В процессе подготовки аппарата к модернизации после пропарки оборудования из теплообменников «газ – газ» была удалена парафинистая масса.

Модернизация выполнена силами УКПГ-5В при курировании работ ЦКБН. Испытания выполнены ЦНИПР ПО УГП совместно с ЦКБН и персоналом УКПГ-5В. Замеры выполнены средствами и по методике на различных режимах работы аппарата.

В процессе испытаний замерялись:

- производительность, давление, температура – штатными приборами;
- унос конденсата – средствами;
- количество жидкости, поступающей в аппарат, – прямым замером накопления в аппарате за единицу времени.

Результаты испытаний показали следующее:

– начальное содержание жидкости на входе в сепаратор зависит от режима работы технологической линии и составляет от 190 до 200 см³/м³ при расходе газа 211 тыс. м³/час ($t = -30$ °С);

– унос жидкости из сепаратора составляет до 0,02 г/м³ при расходе 211 тыс. м³/час.

В течение пяти месяцев эксплуатации аппарат работал без замечаний к качеству сепарации. В последующем персоналом УКПГ обнаружен повышенный вынос конденсата с этой технологической нитки. Проведённые ИТЦ замеры подтвердили вынос $C_{5+в}$ в количестве до 2 г/м³.

Периодическое (ежегодное) обследование работы сепаратора на УКПГ-2В показало его проектную эффективность на текущих параметрах эксплуатации.

Проведённые испытания после трёх лет наработки аппарата показали, что не произошло снижения характеристик работы аппарата данной конструкции т.н. N1 УКПГ-2В, что свидетельствует о принципиально правильном выборе конструкции модернизированного сепаратора С-2 с элементами ГПР 515.

Проведённые испытания непосредственно после пуска технологических ниток N6 и N4 УКПГ-1АВ и N1 УКПГ-5В показали высокую эффективность их работы.

Технологические нитки N1 УКПГ-5В и N6 УКПГ-1АВ после полугода и года эксплуатации соответственно существенно ухудшили свою работу.

Таким образом, выбранный вариант модернизации низкотемпературных сепараторов принципиально верен.

Модернизация проводится с целью обеспечения надёжной и эффективной (уменьшение потерь конденсата) работы сепараторов НТС.

Цель модернизации – получить данные производственных испытаний, подтверждающих возможность отвода отсепарированной жидкости с полотна тарелки без наличия гидрозатвора сливных труб.

Расчёт процесса дросселирования газа

В данном расчёте определяем коэффициент Джоуля-Томсона, который показывает, что при изменении давления происходит изменение температуры, а также псевдокритические параметры (применяются для расчёта псевдокритических свойств природного газа подобно тому, как критические температуры и давления используются с той же целью для индивидуальных компонентов) $P_{пк}$ и $T_{пк}$ и молярную теплоёмкость смеси $C_{Рсм}^0$. Для этого составим таблицу зависимости параметров от доли каждого компонента в составе газа.

Таблица 2 – Исходные данные для расчёта

Компоненты	y_i	$T_{к}, ^\circ\text{K}$	$P_{к}, \text{МПа}$	$C_p^0, \text{Дж/кг}\cdot^\circ\text{K}$
CH_4	0,9030	190,5	2,7	2,22
C_2H_6	0,0487	206,0	4,9	1,79
C_3H_8	0,0220	369,0	4,3	1,56
C_4H_{10}	0,0108	420,0	3,8	1,49
C_5H_{12}	0,0155	470,2	3,4	1,45

Таблица 3 – Результаты расчётов

$T_{к} \cdot y_i$	$P_{к} \cdot y_i$	$C_p^0 \cdot y_i$
172,022	2,4381	2,00466
10,032	0,2386	0,08727
8,118	0,0946	0,03432
4,536	0,0410	0,01609
7,288	0,0527	0,02248

$$T_{пк} = \sum_{i=1}^n T_{ki} \cdot y_i, \quad (1)$$

где T_{ki} – критическая температура компонента; y_i – доля компонента в составе газа.

$$T_{пк} = 202 \text{ } ^\circ\text{K}.$$

$$P_{пк} = \sum_{i=1}^n P_{ki} \cdot y_i, \quad (2)$$

где P_{ki} – критическое давление компонента; y_i – доля компонента в составе газа.

$$P_{пк} = 2,87 \text{ МПа}.$$

$$C_{Рсм}^0 = \sum_{i=1}^n C_{pi} \cdot y_i, \quad (3)$$

где C_{pi} – теплоёмкость компонента; y_i – доля компонента в составе газа.

$$C_{Рсм}^0 = 2,16 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{K}.$$

По известным значениям $T_{пк}$ и $P_{пк}$ определим приведённые параметры газа $T_{пр}$ и $P_{пр}$ при рабочих условиях:

$$T_{пр}^p = \frac{T_p}{T_{пк}}, \quad (4)$$

где T_p – температура газа перед дросселированием; $T_{пк}$ – псевдокритический параметр.

$$T_{\text{пр}}^p = \frac{263}{202} = 1,3.$$

$$P_{\text{пр}}^p = \frac{P_p}{P_{\text{пк}}}, \quad (5)$$

где P_p – давление газа перед дросселированием; $P_{\text{пк}}$ – псевдокритический параметр.

$$P_{\text{пр}}^p = \frac{10}{2,87} = 3,48.$$

По графику зависимости C_p от приведённых параметров газа находим изометрическую поправку к теплоёмкости от давления ΔC_p :

$$\Delta C_p = 10,63 \text{ Дж/кг} \cdot \text{°К}.$$

По графику зависимости функции коэффициента Джоуля-Томсона от приведённого давления $P_{\text{пр}}$ и температуры $T_{\text{пр}}$ находим обобщённую функцию коэффициента

$$\text{Джоуля-Томсона} - \left[\frac{P_{\text{пк}}}{T_{\text{пк}}} \cdot D_i \cdot C_{\text{Рсм}} \right] = 0,6.$$

Вычислим коэффициент Джоуля-Томсона D_i (дроссель-эффект) для природного газа заданного состава:

$$D_i = \frac{\frac{T_{\text{пк}}}{P_{\text{пк}}} \cdot \left[\frac{P_{\text{пк}}}{T_{\text{пк}}} \cdot D_i \cdot C_{\text{Рсм}} \right]}{C_{\text{Рсм}}^0 + \Delta C_p}, \quad (6)$$

где $C_{\text{Рсм}}^0$ – молекулярная теплоёмкость смеси; $\Delta C_{\text{Рсм}}$ – изотермическая поправка молярной теплоёмкости смеси; $T_{\text{пк}}$ и $P_{\text{пк}}$ – псевдокритические параметры.

$$D_i = \frac{\frac{202}{2,87} \cdot 0,6}{2,16 + 10,63} = 3,3.$$

Так как коэффициент Джоуля-Томсона составляет 3,3, то при снижении давления на 0,1 МПа температура газа понизится на 3,3 °С. То есть для того чтобы получить требуемую температуру в низкотемпературном сепараторе (минус 28 °С), необходим перепад давления в 4,5 МПа.

Расчёт низкотемпературного сепаратора очистки газа

Расчёт сепарационной тарелки

Задачей настоящего расчёта является определение количества сепарационных элементов, расчёт гидравлического сопротивления аппарата. Расчётная схема аппарата приведена на рисунке 6.

Плотность газа ρ_p (кг/м³) при заданных температурах и давлении (рабочих условиях) определяется по уравнению:

$$\rho_p = \frac{\rho_0 \cdot Z_n \cdot P_p \cdot P}{P \cdot Z_p \cdot T_p}; \quad (7)$$

$$\rho_p = \frac{0,987 \cdot 0,99 \cdot 13,071 \cdot 1,013}{1,013 \cdot 0,75 \cdot 308,15} = 150,087 \text{ кг/м}^3.$$

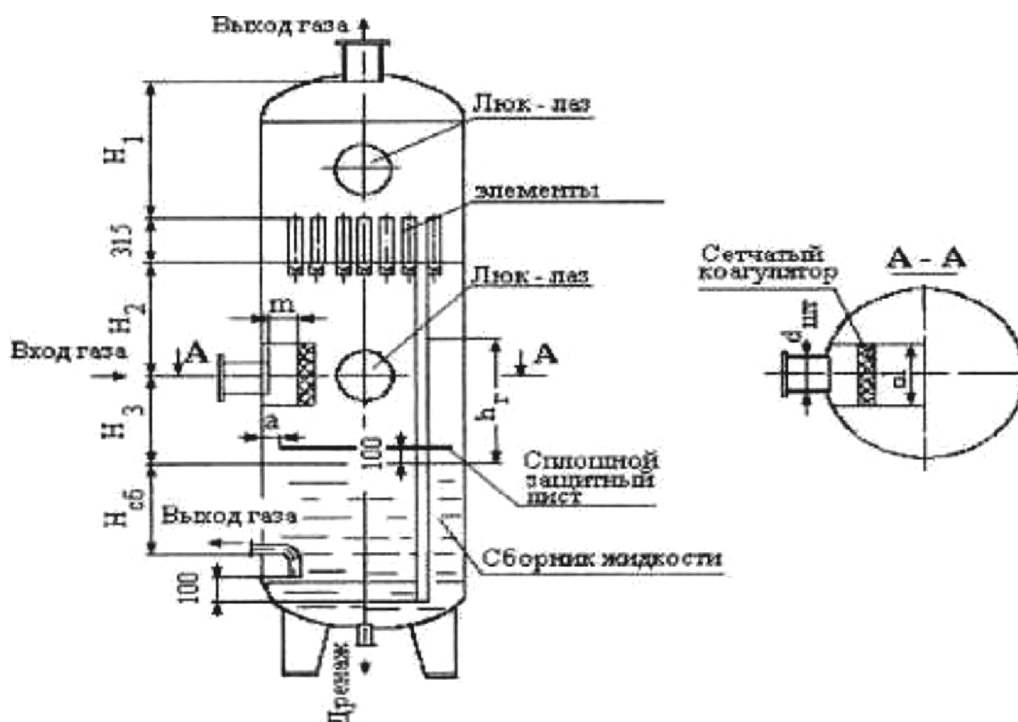


Рисунок 6 – Расчётная схема сепаратора ГП-569.05.01

Таблица 6 – Исходные данные для расчёта сепаратора ГП-569.05.01

Параметр	Значение
Производительность по газу $Q_{\text{ном}}$, млн м ³ /сут.	8,897
Давление рабочее P_p , МПа	13,071
Температура рабочая, °К	308,15
Плотность газа ρ_0 при $P = 1,013$ МПа и $t = 0$ °С, кг/м ³	0,987
Плотность жидкости $\rho_{\text{ж}}$, кг/м ³	727,6
Поверхностное натяжение жидкости при рабочих условиях σ_k , Н/м	$13 \cdot 10^{-3}$
Коэффициент сжимаемости при рабочих условиях Z_p	0,75
Коэффициент сжимаемости при нормальных условиях Z_H	0,99
Начальное содержание жидкости в газе $e_{\text{ж}}$, г/м ³	214,8
Диаметр штуцеров входа и выхода газа d_t , м ³	0,25

Критическая скорость газа в сепарационном элементе $W_{\text{кр}}$, м/с:

$$W_{\text{кр}} = T_s \cdot 4 \sqrt{\frac{g \cdot \sigma_k}{\rho_p}}, \quad (8)$$

где T_s – коэффициент структурных изменений газожидкостного потока ($T_s = 12,0$); σ_k – поверхностное натяжение жидкости при рабочих условиях; g – ускорение свободного падения.

$$W_{\text{кр}} = 12,0 \cdot 4 \sqrt{\frac{9,81 \cdot 13 \cdot 10^{-3}}{150,087}} = 2,05 \text{ м/с.}$$

Необходимая площадь сепарационных элементов F_c , м²:

$$F_c = \frac{q_c}{W_{\text{кр}}}, \quad (9)$$

где q_c – номинальная секундная производительность по газу в рабочих условиях, м³/с.

$$q_c = \frac{Q_{\text{НОМ}} \cdot P \cdot Z_p \cdot T_p}{86400 \cdot P_p \cdot P \cdot Z_H}; \quad (10)$$

$$q_c = \frac{8,897 \cdot 1,013 \cdot 0,75 \cdot 308,15}{86400 \cdot 13,071 \cdot 1,013 \cdot 0,99} = 0,677 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$F_c = \frac{0,677}{2,05} = 0,330 \text{ м}^2.$$

Площадь сечения элемента f_c , м²:

$$f_c = 0,785 \cdot d_c^2, \quad (11)$$

где d_c – внутренний диаметр сепарационного элемента ($d_c = 0,1$ м);

$$f_c = 0,785 \cdot 0,1^2 = 0,00785 \text{ м}^2.$$

Таким образом, необходимая площадь сепарационных элементов составляет 0,00785 м².

Количество сепарационных элементов n_c , шт.:

$$n_c = \frac{F_c}{f_c}; \quad (12)$$

$$n_c = \frac{0,330}{0,00785} = 42,04 \text{ шт.}$$

Конструкция принимается $n_c = 43$ шт.

Количество элементов уточняется по результатам испытаний и по согласованию может быть изменено.

Таким образом, количество сепарационных элементов составляет 43 шт.

Расчёт сборника жидкости

Производительность по жидкости $q_{\text{ж}}$, м³/с:

$$q_{\text{ж}} = \frac{e_{\text{ж}} \cdot Q_{\text{НОМ}}}{86400 \cdot \rho_{\text{ж}}}, \quad (13)$$

где $e_{\text{ж}}$ – начальное содержание жидкости в газе, г/м³; $\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости, кг/м³;

$$q_{\text{ж}} = \frac{214,8 \cdot 8,897 \cdot 10^3}{86400 \cdot 727,6} = 0,03 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Объём сборника жидкости $V_{\text{ж}}$, м³:

$$V_{\text{ж}} = 0,785 \cdot D^2 \cdot H_{\text{сб}}, \quad (14)$$

где D – диаметр сепаратора ($D = 1,8$ м); $H_{\text{сб}}$ – высота сборника жидкости ($H_{\text{сб}} = 1,2$ м).

$$V_{\text{ж}} = 0,785 \cdot 1,8^2 \cdot 1,2 = 3,052 \text{ м}^3.$$

Время пребывания жидкости в аппарате τ , мин.:

$$\tau = \frac{V_{\text{ж}}}{q_{\text{ж}} \cdot 60}. \quad (15)$$

Допустимое время пребывания жидкости в сепараторе $[\tau] = 3$ мин.:

$$\tau = \frac{3,052}{0,03 \cdot 60} = 1,7 \text{ мин.}$$

Таким образом, производительность по жидкости составляет $0,03 \text{ м}^3/\text{с}$; объём сборника жидкости $3,052 \text{ м}^3$; время пребывания жидкости в аппарате составляет $1,7 \text{ мин}$.

Расчёт сливных труб

Количество жидкости, стекающей в сборник жидкости по сливным трубам $q_{\text{сл}}$:

$$q_{\text{сл}} = 0,2 \cdot q_{\text{ж}}, \quad (16)$$

где $q_{\text{ж}}$ – производительность по жидкости ($q_{\text{ж}} = 0,03 \text{ м}^3/\text{с}$);

$$q_{\text{сл}} = 0,2 \cdot 0,03 = 0,006 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Необходимая площадь слива $F_{\text{сл}}$, м^2 :

$$F_{\text{сл}} = \frac{q_{\text{сл}}}{W_{\text{сл}}}, \quad (17)$$

где $W_{\text{сл}}$ – скорость слива самотёком ($W_{\text{сл}} = 0,25 \text{ м/с}$);

$$F_{\text{сл}} = \frac{0,006}{0,25} = 0,024 \text{ м}^2.$$

Диаметр трубы $d_{\text{сл}}$, м:

$$d_{\text{сл}} = 1,13 \cdot \sqrt{F_{\text{сл}}}; \quad (18)$$

$$d_{\text{сл}} = 1,13 \cdot \sqrt{0,024} = 0,17 \text{ м}.$$

Таким образом, принято 2 трубы $\varnothing 89 \text{ мм}$.

Расчёт гидравлического сопротивления аппарата

Гидравлическое сопротивление узла ввода газа $\Delta P_{\text{вх}}$, МПа:

$$\Delta P_{\text{вх}} = \zeta_{\text{вх}} \cdot \frac{W_{\text{г}}^2 \cdot \rho_{\text{г}}}{2 \cdot g \cdot 10^5}, \quad (19)$$

где $\zeta_{\text{вх}}$ – коэффициент гидравлического сопротивления узла ввода газа ($\zeta_{\text{вх}} = 1,2$);
 $W_{\text{г}}$ – скорость газа в штуцерах входа и выхода газа, м/с:

$$W_{\text{г}} = \frac{q_{\text{г}}}{0,785 \cdot d_{\text{г}}^2}, \quad (20)$$

где $d_{\text{г}}$ – диаметр штуцеров входа и выхода газа.

$$W_{\text{г}} = \frac{0,677}{0,785 \cdot 0,25^2} = 13,8 \text{ м/с};$$

$$\Delta P_{\text{вх}} = 1,2 \cdot \frac{13,8^2 \cdot 150,087}{2 \cdot 9,8 \cdot 10^5} = 0,0175 \text{ МПа}.$$

Гидравлическое сопротивление сепарационных элементов $\Delta P_{\text{с}}$, МПа:

$$\Delta P_{\text{с}} = \zeta_{\text{с}} \cdot \frac{W_{\text{с}}^2 \cdot \rho_{\text{г}}}{2 \cdot g \cdot 10^5}, \quad (21)$$

где $\zeta_{\text{с}}$ – коэффициент гидравлического сопротивления сепарационной тарелки ($\zeta_{\text{с}} = 9,0$).

Действительная скорость газа в сепарационных элементах W_c , м/с:

$$W_c = \frac{q_c}{F_d}, \quad (22)$$

где F_d – действительная площадь сепарационных элементов, м²:

$$F_d = f_c \cdot n_c; \quad (23)$$

$$F_d = 0,00785 \cdot 43 = 0,338 \text{ м}^2;$$

$$W_c = \frac{0,677}{0,338} = 2,003 \text{ м/с};$$

$$\Delta P_c = 9,0 \cdot \frac{2,003^2 \cdot 150,087}{2 \cdot 9,8 \cdot 10^5} = 0,0028 \text{ МПа.}$$

Гидравлическое сопротивление узла выхода газа:

$$\Delta P_{\text{вых}} = \zeta_{\text{вых}} \cdot \frac{W_g^2 \cdot \rho_p}{2 \cdot g \cdot 10^5}, \quad (24)$$

где $\zeta_{\text{вых}}$ – коэффициент гидравлического сопротивления штуцера выхода газа ($\zeta_{\text{вых}} = 0,5$).

$$\Delta P_{\text{вых}} = 0,5 \cdot \frac{13,8^2 \cdot 150,087}{2 \cdot 9,8 \cdot 10^5} = 0,0073 \text{ МПа.}$$

Полное гидравлическое сопротивление аппарата ΔP , МПа:

$$\Delta P = \alpha \cdot (\Delta P_{\text{вх}} + \Delta P_c + \Delta P_{\text{вых}}), \quad (25)$$

где $\alpha = 1,1$ – коэффициент неучтённых потерь.

$$\Delta P = 1,1 \cdot (0,0175 + 0,0028 + 0,0073) = 0,0303 \text{ МПа.}$$

Выполнен технологический расчёт сепаратора ГП-569.05.01.
Результаты расчёта приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты расчёта сепаратора ГП-569.05.01

Параметр	Значение
Количество сепарационных элементов n_c , шт.	43
Площадь сепарационных элементов F_c , м ²	0,330
Критическая скорость газа $W_{кр}$, м/с	2,05
Объём сборника жидкости $V_{ж}$, м ³	3,052
Полное гидравлическое сопротивление аппарата ΔP , МПа	0,0303

Расчётное значение гидравлических сопротивлений аппарата допускаемого технической характеристикой.

Следует отметить, что около 60 % всех гидравлических потерь происходит в узле входа газа, в то время как в самих центробежных элементах потери давления составляют всего около 9 % от общих потерь в аппарате.

Расчёт экономического эффекта от модернизации низкотемпературных сепараторов

Рассмотрим модернизации низкотемпературного сепаратора технологических линий N4, N6 и N3 УКПГ-5В.

Модернизации выполнены по технической документации ЦКБН (чертёж ГП 643.00.000) и заключалась в следующем:

- в сепараторе вместо стандартного сепарационного устройства сетки установлена тарелка с центробежными сепарационными элементами ГПР 362.00.000 в количестве 98 шт.;
- вместо существующего узла входа газа в виде коагулятора из сетки смонтирован новый узел для предварительного отделения жидкости, коагуляции мелкодисперсного аэрозоля и тангенциального ввода жидкостного потока в аппарат;
- над уровнем жидкости, для исключения вторичного уноса, установлен защитный лист (вместо просечно-вытяжного по проекту).

Тарелка с сепарационными элементами и защитный лист над уровнем жидкости снабжены лазами для обслуживания. Верхняя тарелка снабжена трубами Ду 50 для слива жидкости в сборник жидкости.

Модернизация сепараторов выполнена силами УКПГ-5В.

В качестве эталона для сравнения принимаются технико-экономические показатели работы низкотемпературных сепараторов до модернизации.

Экономический эффект от проведения модернизации достигается за счёт сокращения потерь нестабильного конденсата ($C_{3+в}$) с газами сепарации.

Таблица 8 – Исходные данные для расчёта

Наименование	до внедрения	после внедрения
Объём внедрения, т.н.	3	3
Расход газа сепарации, тыс. м ³ /час		
т.н. N6	172	172
т.н. N4	168	168
т.н. N3	175	175
Потери нестабильного конденсата $C_{3+в}$, г/м ³ газа		
т.н. N6	2, 2	1, 2
т.н. N4	2, 0	0, 2
т.н. N3	2, 0	0, 9
Цена нестабильного конденсата, руб./тонн		8900
Себестоимость добычи конденсата, руб./тонн		6123
Условно-постоянная часть себестоимости добычи конденсата, тыс. руб.		72456524
Объём добычи газового конденсата, тонн		3623344
Фактические сроки наработки, месяц:		
по т.л. N3	12	12
по т.л. N4	10	10
по т.л. N6	12	12

Объём до уловленного нестабильного конденсата $C_{3+в}$ (V), тыс. м³:

$$V = Q_T \cdot (V_1 - V_2) \cdot T,$$

где Q_T – объём добытого на т.н. газа в году; V_1 – потери $C_{3+в}$ до модернизации, г/м³; V_2 – потери $C_{3+в}$ после модернизации, г/м³; T – время наработки технологической нитки за год, мес.

т.н. N6:

$$V = 172 \cdot 24 \cdot 30 \cdot (2,2 - 1,2) \cdot 12 = 1486080 = 1486,08 \text{ тонн};$$

т.н. N4:

$$V = 168 \cdot 24 \cdot 30 \cdot (2,2 - 0,2) \cdot 10 = 2419200 = 2419,2 \text{ тонн};$$

т.н. N3:

$$V = 175 \cdot 24 \cdot 30 \cdot (2,2 - 0,9) \cdot 12 = 1965\,600 = 1965,6 \text{ тонн.}$$

Суммарное дополнительное извлечение нестабильного конденсата по трём технологическим линиям составило:

$$V_{\text{сумм}} = 1486,08 + 2419,2 + 1965,6 = 5870,88 \text{ тонн.}$$

Расчёт экономического эффекта проводился согласно «Методическим рекомендациям по определению экономической эффективности капитальных вложений ООО «Газпром добыча Уренгой».

Если на основе использования результатов инноваций на предприятии обеспечивается увеличение объёмов продукции, прирост прибыли образуется за счёт снижения себестоимости продукции (экономия на условно-постоянной части затрат).

Расчёт экономии текущих затрат за счёт дополнительного производства продукции определяется по формуле:

$$E_{\text{уп}} = C_{\text{уп}} \cdot \frac{A_2 - A_1}{A_1} - Z_{\text{т}} = C_{\text{уп}} \cdot \frac{A}{A_1} - Z_{\text{т}} \cdot E_{\text{н}},$$

где $E_{\text{уп}}$ – экономия на условно-постоянной части себестоимости, тыс. руб.; A_1 и A_2 – объём продукции, производимой с использованием базовой и новой техники; $C_{\text{уп}}$ – годовая сумма условно-постоянной части текущих затрат, тыс. руб.; $Z_{\text{т}}$ – фактические затраты на внедрение мероприятия в году; $E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капвложения ($E_{\text{н}} = 0,15$).

Затраты на модернизацию низкотемпературных сепараторов на УКПГ-5В (т.н. N3, N4 и N6) согласно плана реконструкции, техперевооружения и поддержания действующих мощностей объектов, скорректированные на индекс инфляции, составили:

$$Z_{\text{т}} = 71584 \cdot 4,693 = 335\,943,71 \text{ тыс. руб. ;}$$

$$E_{\text{уп}} = 72\,456\,524 \cdot \frac{5870,88}{3\,623\,344} - (335\,943,71 \cdot 0,15) = 67\,009 \text{ тыс. руб.}$$

Литература:

1. Бекиров Т.М., Шаталов А.Т. Сбор и подготовка к транспорту природных газов. – М. : Недра, 1986. – 261 с.
2. Бекиров Т.М., Ланчаков Г.А. Технология обработки газа и конденсата. – М. : Недра, 1999. – 596 с.
3. Гриценко А.И., Истомина В.А., Кульков А.Н., Сулейманов Р.С. Сбор и промысловая подготовка газа северных месторождений России. – М. : Недра, 1999. – 473 с.
4. Злотников Л.Г., Колосков В.А., Матвеев Ф.Р. Анализ хозяйственной деятельности предприятия нефтяной и газовой промышленности. – 3-е изд., перераб. и дополн. – М. : Недра, 2009. – 204 с.
5. Зайцев Н.Л. Экономика, организация и управление предприятием (2-е изд., доп.). – М. : Инфра-М, 2008. – 455 с.
6. Коротаев Ю.П., Ширковский А.И. Добыча, транспорт и подземное хранение газа. – М. : Недра, 1984. – 490 с.
7. Коротаев Ю.П., Маргулов Р.Д. Добыча, подготовка и транспорт природного газа и конденсата. Справочное руководство. – М. : Недра, 1984. – 288 с.
8. Куцын П.В. Охрана труда в газовой и нефтяной промышленности. – М. : Недра, 1982. – 246 с.
9. Ланчаков Г.А., Кульков А.Н., Зиберт Г.К. Технологические процессы подготовки природного газа и методы расчёта оборудования. – М. : Недра, 2000. – 279 с.
10. Лутошкин Г.С. Сбор и подготовка нефти, газа и воды: учебник для вузов. – 3-е изд., стереотипное. – М. : ООО ТИД Альянс, 2005. – 319 с.

11. Молоканов Ю.К. Процессы и аппараты нефтегазопереработки: учебник для техникумов. – М. : Химия, 1980. – 408 с.
12. Правила безопасности в нефтедобывающей промышленности. – М. : 1991.
13. Р Газпром 2-1.19-419-2010. Планирование по охране окружающей среды в ОАО «Газпром».
14. Низкотемпературная сепарация газа на Уренгойском месторождении. – URL : http://knowledge.allbest.ru/manufacture/3c0a65625a2bc69a4d43b89421306c37_0.html

References:

1. Bekirov T.M., Shatalov A.T. Collection and preparation for transport of natural gases. – M. : Subsoil, 1986. – 261 p.
2. Bekirov T.M., Lanchakov G.A. Tekhnology of handling of gas and condensate. – M. : Subsoil, 1999. – 596 p.
3. Gritsenko A.I., Istomin V.A., Kulkov A.N., Suleymanov R.S. Collection and trade preparation of gas of northern fields of Russia. – M. : Subsoil, 1999. – 473 p.
4. Zlotnikov L.G, Cones V.A, Matveev F.R. Analysis of economic activity of the entity of the oil and gas industry. – 3rd prod., reslave. – M. : Subsoil, 2009. – 204 p.
5. Zaycev N.L. Ekonomik's hares, organization and enterprise management (2nd prod., additional). – M. : Infra-M, 2008. – 455 p.
6. Korotayev Yu.P., Shirkovsky A.I. Production, transport and underground gas storage. – M. : Subsoil, 1984. – 490 p.
7. Korotayev Yu.P., Margulov R.D. Production, preparation and transport of natural gas and condensate. Reference guide. – M. : Subsoil, 1984. – 288 p.
8. Kutsyn P.V. Labor protection in the gas and oil industry. – M. : Subsoil, 1982. – 246 p.
9. Lanchakov G.A., Kulkov A.N., Zibert G.K. Engineering procedures of preparation of natural gas and methods of calculation of the equipment. – M. : Subsoil, 2000. – 279 p.
10. Lutoshkin G.S. Collection and preparation of oil, gas and water: the textbook for higher education institutions. – 3rd prod., stereotypic. – M. : LLC TID Alyans, 2005. – 319 p.
11. Molokanov Yu.K. Processes and devices of oil and gas processing : the textbook for technical schools. – M. : Chemistry, 1980. – 408 p.
12. Safety rules for the oil-extracting industry. – M. : 1991.
13. Р Газпром 2-1.19-419-2010. Planning on environmental protection in JSC Gazprom.
14. Low-temperature separation of gas on the Urengoy field. – URL : http://knowledge.allbest.ru/manufacture/3c0a65625a2bc69a4d43b89421306c37_0.html

УДК 330.101.8

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ И АНАЛИТИЧЕСКИЙ
ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
В ОБЛАСТИ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ
ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА**

**ENERGY EFFICIENCY ANALYSIS AND ANALYTICAL OVERVIEW OF
THE CURRENT STATE OF SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD OF
RESOURCE SAVING AT THE ENTERPRISES OF FUEL-ENERGY COMPLEX**

Яковлев Алексей Леонидович
Директор департамента проектирования,
ООО «КНГК-Групп»
yakovlev@i-npz.ru

Шамара Юрий Алексеевич
Первый вице-президент,
ООО «КНГК-Групп»

Аннотация. Самый эффективный источник энергии – нефть – не является возобновляемым природным ресурсом. Прогнозы экспертов говорят о том, что к 2030 году уровень потребления этого топлива превысит уровень его запасов в недрах Земли. Второе место по эффективности занимает природный газ. Однако не стоит забывать, что топливная промышленность – главный загрязнитель природной среды. Поэтому вопросы ресурсоэнергосбережения и снижения вредного воздействия промышленных, в частности, добывающих предприятий, на окружающую природную среду выходят на первый план. Развитие и внедрение новых технологий в деятельность предприятий позволит повысить уровень экологичности при извлечении природных энергетических ресурсов. Одним из организационно-экономических инструментов, позволяющих повысить ресурсоэнергоэффективность производства, является разработка ресурсоэнергосберегающих экологически безопасных технологий переработки добываемого сырья и организация управления техногенными образованиями (или управления отходами предприятий). Одним из инструментов повышения ресурсоэнергоэффективности предприятий является многоуровневая комплексная методология разработки ресурсоэнергосберегающих экологически безопасных технологий переработки промышленных отходов на предприятиях нефтегазохимического комплекса с использованием концепций ресурсоэнергосберегающей (или «зелёной») логистики.

Ключевые слова: топливо-энергетический комплекс, критерии эффективности энергоресурсов, предмет и объекты ресурсосбережения, модели инвестиционного механизма ресурсо-сбережения, безотходная технологическая система, вторичные материальные ресурсы, окружающая природная среда.

Yakovlev Alexej Leonidovich
Head of the Design Department,
LLC «KNGK-Group»
yakovlev@i-npz.ru

Shamara Yury Alexeevich
First vice-president,
LLC «KNGK-Group»

Annotation. The most effective source of energy – oil – is not a renewable natural resource. Expert forecasts suggest that by 2030, the level of fuel consumption will exceed the level of its reserves in the bowels of the Earth. Second place in the efficiency of natural gas occupies. But do not forget that the fuel industry – a major polluter of the environment. Therefore questions the economy of resources and reduce the harmful effects of industry, particularly mining companies, come to the fore on the environment. The development and introduction of new technologies in the activity of enterprises will improve the environmental performance when extracting natural energy resources. One of the organizational and economic tools to improve resource and energy efficiency production is the development of environmentally sound technologies resource and energy saving processing of extracted raw materials and the organization of management of technogenic formations (or waste management companies). One of the tools for improving resource and energy efficiency of enterprises is a multi-level integrated development methodology resource and energy saving environmentally sound technologies for processing industrial waste at the enterprises of petrochemical complex using of resource and energy saving concepts (or «green») logistics.

Keywords: fuel and energy complex, energy efficiency criterions, object and objects of resource saving, models of investment mechanism to resource saving, non-waste technology system, secondary material resources, the natural environment.

Аналитический обзор современного состояния запасов энергоресурсов в России

Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) – сложная межотраслевая система добычи и производства топлива и энергии, их транспортировки, распределения и использования.

В состав комплекса входит три крупных взаимосвязанных части:

- 1) топливная промышленность (добыча и переработка нефти, газа, угля и т.п.);
- 2) электроэнергетика;
- 3) транспортировка топлива и продуктов его переработки, тепла и электроэнергии (нефтепроводы, газопроводы, продуктопроводы, линии электропередачи) [1].

Без энергии немыслима современная жизнь. Энергия используется во всех отраслях современной экономики, энергия необходима нашему обществу каждый день в бесперебойном режиме. В настоящее время основным источником энергии являются углеродные ископаемые. По данным компании «British Petroleum», в 2010 году объём потребления первичных энергоресурсов составил 12,1 млрд тонн нефтяного эквивалента, из них 33,6 % пришлось на нефть, 29,6 % на уголь, 23,8 % на газ, 6,5 % – гидроэнергия, 5,2 % – атомная энергия. Вклад альтернативных источников энергии (кроме дерева) пока остаётся незначительным. Таким образом, энергия углеродных ископаемых является основой мировой энергетики. На долю угля, нефти и газа приходится 87 % от всего объёма потребления первичных энергоресурсов [2].

Базой ТЭК России являются крупнейшие в мире запасы энергетических ресурсов. Роль ТЭК в народном хозяйстве огромна. На долю ТЭК приходится 1/4 стоимости всей промышленной продукции, значительная часть валютных поступлений России. От уровня развития ТЭК в значительной степени зависит вся экономика страны. Кроме того, хозяйство стран СНГ также зависит от поставок нефти и газа из России. Поэтому ТЭК тесно связан с транспортным комплексом. Например, весь трубопроводный транспорт перевозит продукцию ТЭК, на долю последнего приходится 1/3 грузопотока железных дорог России, 1/2 перевозок морского транспорта.

Наибольшее значение в топливной промышленности России принадлежит трём отраслям – нефтяной, газовой и угольной [1].

Угольная промышленность

Угольная промышленность – важное звено ТЭК, даёт 14 топливных ресурсов, 75 % добытого угля используется как топливо и 25 % как сырьё для химической промышленности и чёрной металлургии.

По общим геологическим запасам угля (6421 млрд тонн) Россия занимает второе место в мире после Китая, но размещение запасов угля по площади очень неравномерно – в основном они находятся в слабо освоенных районах Сибири и Дальнего Востока (76 %). Добыча угля открытым способом возможна в Канско-Ачинском бассейне, в Кузбассе, на Урале, Дальнем Востоке. Наиболее глубокое залегание угля характерно для европейской части России (Печорский, Донецкий бассейны).

Каменные угли преобладают в европейской части России и в Сибири, а на Урале – бурые. Но основная масса ресурсов сосредоточена в нескольких крупнейших бассейнах – Тунгусском, Ленском, Канско-Ачинском, Кузнецком.

Угольная промышленность значительно превосходит все остальные отрасли топливной промышленности по численности работающих; среди отраслей ТЭК угольная находится в наиболее кризисном состоянии [1].

Согласно теории смены технологических укладов (ТУ), разработанной С.Ю. Глазьевым, Ю.В. Яковцом и другими, уголь, ознаменовавший второй ТУ, позже был замещён на более эффективный источник энергии – нефть, использование которой положило начало четвёртому ТУ (табл. 1). Фундаментально смена технологических укладов зависит от эффективности существующих и используемых энергоресурсов.

Как было сказано выше, нефть явилась источником нового (четвёртого) ТУ, поскольку она энергетически плотнее угля, и поэтому эффективнее.

Таблица 1 – Хронология и характеристика технологических укладов по С. Ю. Глазьеву

ТУ	Период	Ключевой энергоресурс	Ключевой фактор	Несущие отрасли
Первый	1770–1830	Вода, ветер, дрова	Текстильные машины	Текстильная промышленность, обработка железа, водяной двигатель
Второй	1830–1880	Уголь	Паровой двигатель	Паровоз, железнодорожное строительство, транспорт, машиностроение, чёрная металлургия
Третий	1880–1930	Электроэнергия, электростанции работающие на угле	Электродвигатель	Электротехническое, тяжёлое машиностроение, производство и прокат стали, линии электропередач
Четвёртый	1930–1970	Нефть	Двигатель внутреннего сгорания	Автомобилестроение, авиастроение, цветная металлургия
Пятый	1970–2010	Электроэнергия: нефть, уголь, газ, уран, гидро	Вычислительные машины	Микроэлектронная и компьютерная промышленность, создание программного обеспечения, связь и телекоммуникации, роботостроение, комплексы автоматизации производства

Нефтяная и газовая промышленность

Нефтяная и газовая промышленность – основа современного хозяйства. Роль нефти и газа в топливно-энергетическом балансе (ТЭБ) очень сильно изменилась: в 1950 году главенствующую роль (более 60 %) занимал уголь, а сейчас более 70 % приходится на газ и нефть.

По запасам нефти (более 20 млрд тонн – 13 % мировых) Россия занимает второе место в мире после Саудовской Аравии, а по запасам газа (160 трлн м³ – 45 % мировых запасов) – первое место в мире.

Однако не стоит забывать, что нефть не является возобновляемым источником энергии. Следовательно, её добыча в последние годы постоянно снижалась. Сейчас добывается около половины от уровня добычи конца 80-х годов.

В СССР сложилось несколько районов добычи нефти. До сороковых годов нефть добывалась в основном на Северном Кавказе, с семидесятых годов на первое место в стране вышел Волго-Уральский район, начали активно разрабатываться месторождения Тимано-Печорской провинции и Западной Сибири.

В настоящее время основной район добычи нефти в России – Западная Сибирь (свыше 70 % общероссийской добычи нефти и газа), к тому же сибирская нефть имеет высокое качество.

Продолжается также разработка месторождений Волго-Уральского бассейна, Тимано-Печорской провинции, на Дальнем Востоке, в Калининградской области.

Потенциальные ресурсы нефти выявлены в Восточной Сибири, в Якутии, а также на шельфе Охотского, Берингова, Чукотского морей.

Основная часть нефти перекачивается по нефте- и нефтепродуктопроводам; их протяжённость составляет около 62 тыс. км. Нефть России экспортируется в страны СНГ, Восточной и Западной Европы.

В настоящее время уровень добычи нефти падает, а добычи газа – возрастает, доля газа составляет около 50 % в ТЭБ [1].

Газовая промышленность – самая молодая и самая эффективная отрасль ТЭК.

Газовые месторождения находятся, как правило, вблизи нефтяных. Наряду с природным добывается также попутный газ – вместе с нефтью на нефтяных месторождениях (11–12 % общей добычи газа). Основная доля природного газа добывается на чисто газовых месторождениях Западной Сибири, Северного Кавказа, Урала, Нижнего Поволжья, в Республике Коми, в Якутии, на Сахалине. До 90 % природного газа добывают сейчас в восточных районах Сибири.

Газовая промышленность отличается от нефтяной тем, что природный газ, в отличие от твёрдого и жидкого топлива, должен сразу отправляться потребителям. По-

этому добыча, транспортировка и потребление газа – очень тесно связанные этапы одного процесса.

В России сложилась Единая Система Газоснабжения (ЕСГ), включающая месторождения, сеть газопроводов и компрессорных установок, газохранилищ и т.д. Общая протяжённость газопроводов в России составляет около 230 тыс. км.

Итак, Россия – великая держава, обладающая огромными запасами источников энергии, занимающая одни из лидирующих позиций по количеству угля, нефти и газа. Однако при этом необходимо помнить, что эти ресурсы исчерпаемы, поэтому их использование должно быть наиболее эффективным и с минимальным вредным воздействием на окружающую природную среду (ОПС).

Критерии эффективности энергоресурсов в топливной промышленности

Существует множество критериев сравнения эффективности энергоресурсов [3], среди которых можно выделить три наиболее важных:

1. Агрегатное состояние

Каждый энергоресурс существует либо в жидком, газообразном или твёрдом виде, и бывает, что вообще не имеет формы накопления (гидро-, ветровая, солнечная энергия). Для современного уровня развития технологий энергоресурс в жидком виде является наиболее предпочтительным. Жидким энергоресурсом можно заменить любой другой в какой угодно отрасли без потери эффективности, тогда как твёрдым далеко не всегда можно заменить жидкий, например, топливо для самолётов. Таким образом, из ископаемых энергоресурсов – угля, газа и нефти, нефть как жидкий энергоресурс является наиболее эффективным.

2. EROEI

EROEI (Energy Returned On Energy Invested) – рентабельность производства или добычи энергоресурса, посчитанная в энергетических единицах [4]. Известно, что любое производство должно приносить доход: выручка от деятельности должна быть больше, чем полная себестоимость. Процентное отношение этой разности называется «рентабельность». Применительно к добыче энергоресурсов и дальнейшему производству топлива, помимо денежного дохода, процесс должен быть выгоден энергетически, это очевидно: затраты энергии на добычу, транспорт и переработку сырья должны быть меньше энергии, получаемой от добытых ресурсов. Это можно назвать «энергетической рентабельностью», или EROEI:

$$EROEI = \frac{\text{Энергия полученная}}{\text{Энергия, затраченная на добычу (производство)}}.$$

Впервые эту идею предложил в 70-х годах прошлого века американский учёный Чарльз Холл.

Когда EROEI = 1 – это значит, что на одну единицу полученной энергии из добытого сырья пришлось затратить на добычу количество энергии равное полученной, то есть производство энергии состоялось с нулевым результатом и является по сути бессмысленным. Когда значение меньше единицы – это значит, что добыча энергоресурсов является энергетически убыточной и потому неприемлемой. Когда значение больше единицы – это значит, что производство приносит дополнительную, «прибыльную» энергию (табл. 2).

Таблица 2 – EROEI для некоторых видов энергоресурсов (по расчётам Ч. Холла)

Энергоресурс	EROEI
Уголь	80
Нефть и газ	35
Ядерная энергия	15
Битуминозные пески	2–4
Этанол из сахарного тростника	0,8–10
Кукурузный этанол	0,8–1, 6
Биодизель	1,3

Согласно данному критерию, уголь является самым эффективным, затем идут нефть и газ. В данном случае следует обратить внимание на крайне низкий EROEI биотоплива. В связи с этим некоторые учёные и эксперты, в том числе Роберт Хирш, высказывают мнение, что биотопливо не будет играть значимой роли в будущем, и для замены нефти как жидкого энергоресурса в первую очередь следует совершенствовать технологии GTL и CTL [2].

3. Плотность энергии на единицу объёма и массы

Важным критерием эффективности является плотность энергии на единицу массы и объёма. Принцип здесь следующий: чем больше плотность – тем лучше энергоресурс, потому что большая плотность энергии требует меньше места для хранения в конструкции машин и оборудования, использующих данный энергоресурс. Переход от дров к углю был эффективен, так как плотность энергии на единицу объёма при той же массе у угля примерно в 2 раза выше, чем у дров.

Точно таким же эффективным был переход от угля к нефти. Нефть энергетически плотнее угля и поэтому эффективнее.

Аналитический обзор современного состояния научных исследований в области ресурсосбережения на предприятиях топливо-энергетического комплекса

Несмотря на рыночные преобразования, отношение к использованию ресурсов в России до настоящего времени остаётся расточительным. Это связано, прежде всего, с высоким уровнем обеспеченности российской экономики природными ресурсами, и привело к значительному отклонению в пользу развития отраслей добывающей промышленности.

Концентрация усилий на поддержание добывающего и распределяющего производственного потенциала российского топливо-энергетического комплекса усугубляет разрыв между растущим спросом на инвестиции и возможностями удовлетворения этого спроса. Остроту проблемы усиливает то обстоятельство, что не менее 30–35 % российского энергопотребления является избыточным. Кроме того, в условиях усиления интеграции в мировое хозяйство субъекты российского рынка должны быть способны выдерживать конкуренцию на мировом рынке и, в первую очередь, минимизировать затраты. Концепция устойчивого развития, провозглашённая в качестве базовой для современной экономики, также ограничивает дальнейшее экстенсивное развитие и должна быть воспринята субъектами российского рынка.

Топливо-энергетический комплекс – основа современного хозяйства любой страны. В то же время топливная промышленность – один из главных загрязнителей природной среды. Особенно сильное разрушительное воздействие на природные комплексы оказывают добыча угля открытым способом и нефтедобыча, а также передача нефти и нефтепродуктов.

Ввиду стратегической важности отраслей топливо-энергетического комплекса в обеспечении энергетической безопасности страны создание предпосылок для их устойчивого и ресурсосберегающего развития является важной народнохозяйственной задачей. На современном этапе развития ТЭК определяющим фактором эффективности функционирования комплекса во взаимосвязи с потребляющими его продукцию отраслями становится ресурсосбережение.

Для снижения негативного воздействия необходимо внедрять новые, более современные технологии. Поэтому сегодня особенно актуальными становятся вопросы разработки и внедрения экологически безопасных и ресурсоэнергосберегающих технологий в топливную промышленность, разработки современных подходов к управлению деятельностью предприятий на основе ресурсоэнергосбережения и охраны ОПС.

С точки зрения Косович Т.А. [5], для раскрытия внутренней природы ресурсосбережения целесообразно представить это экономическое явление как систему, логическими характеристиками которой являются следующие элементы:

- предмет ресурсосбережения;
- объекты ресурсосбережения;
- место применения ресурсосбережения;
- цели ресурсосбережения.

При такой постановке можно дать следующее определение: ресурсосбережение – это система мероприятий, направленных на оптимизацию совокупных затрат ресурсов на всех стадиях ресурсного цикла и жизненного цикла произведенного продукта с целью получения максимально полезного эффекта от использования ресурсов при условии безопасности страны, экосистемы, регионов, фирм, человека.

Анализ современного состояния отраслей ТЭК позволил выделить следующие негативные процессы в комплексе:

- 1) качественное ухудшение сырьевой базы отраслей ТЭК;
- 2) незрелый конкурентный рынок;
- 3) перекосы и диспропорции в ценовой политике;
- 4) тарифное субсидирование предприятий и населения;
- 5) несовершенство налоговой политики;
- 6) высокая зависимость от конъюнктуры мирового рынка;
- 7) нестабильное финансовое положение;
- 8) дефицит инвестиций;
- 9) технологическое отставание отраслей ТЭК от мирового уровня;
- 10) высокая аварийность как следствие высокого износа основных фондов;
- 11) высокая энергоёмкость экономики;
- 12) высокая нагрузка на окружающую среду.

Перечисленные проблемы выдвигают необходимость осуществления целенаправленной политики ресурсосбережения в ТЭК страны, в первую очередь направленной на сбережение энергетических ресурсов.

Детальный анализ расхода энергоресурсов на производство продукции в газовой промышленности показал, что основным энергоносителем в отрасли является природный газ – его затраты составляют в среднем по видам деятельности 95 % от общего потребления энергетических носителей. Резервы энергосбережения сосредоточены, в первую очередь, в экономии этого вида энергетических ресурсов. Основной причиной повышенной энергоёмкости газового хозяйства является высокая проектная энергоёмкость используемых в отрасли основных производственных фондов в результате оптимизации их параметров при чрезвычайно низких ценах на энергоресурсы и жёстком ограничении материальных ресурсов.

В [5] в качестве стратегически приоритетного элемента механизма ресурсосбережения определён инвестиционный механизм. В данном случае под инвестиционным механизмом понимается система взаимодействующих элементов экономической структуры, форм и методов управления, а также правовых норм, при помощи которых осуществляются инвестиционные процессы. Применительно к ресурсосбережению, инвестиционный механизм можно определить как механизм реализации мер по внедрению ресурсосберегающих проектов.

Суть представленной концепции разработки модели инвестиционного механизма ресурсосбережения состоит в определении величины и направленности инвестиционных вложений в ресурсосберегающие проекты отраслей ТЭК на основе соблюдения принципа устойчивости их функционирования в тесной взаимосвязи с другими отраслями экономики, которые определяют оптимизацию расхода ресурсов. Разработанная модель позволяет обосновать величину и направленность инвестиционных вложений при соблюдении условий устойчивости функционирования отраслей ТЭК в составе региональной экономики.

Модель инвестиционного механизма ресурсосбережения состоит из следующих этапов:

- 1) создание математической модели, описывающей межотраслевые отношения в региональной экономике;
- 2) прогнозирование эффективности инвестиционных вложений в ресурсосберегающие проекты отраслей ТЭК как составляющей части региональной экономики;
- 3) определение вектора инвестиционных вложений в заданные дискретные моменты времени, при котором оптимально удовлетворяется спрос на продукцию;
- 4) анализ инвестиционных вложений в произвольные моменты времени.

Реализация задач ресурсосбережения во многом зависит от эффективности функционирования инвестиционного механизма ресурсосбережения, который должен обеспечивать своевременное вложение финансовых ресурсов в ресурсосберегающие проекты и отдачу по мере их реализации.

Автором исследования предложен механизм разработки отраслевой программы ресурсосбережения на предприятиях ТЭК на примере газовой промышленности. В качестве основных характеристик программы отраслевого энергосбережения выделены интенсивность и малозатратность. Требование интенсивности вытекает из необходимости неотложной компенсации сложившегося дефицита ресурсов газа. Требование малозатратности связано с дефицитом финансовых ресурсов, не позволяющим использовать дорогие энергосберегающие мероприятия.

В основе разработки программы энергосбережения рассмотрены три важнейших направления:

- 1) снижение удельных расходов энергоресурсов на единицу продукции (работ) за счёт ускорения внедрения мероприятий научно-технического прогресса;
- 2) замещение традиционных видов топлива и энергии более эффективными аналогами, вторичными ресурсами и деловыми отходами производства, дающими не только экономический, но и экологический эффект;
- 3) целенаправленные структурные сдвиги в производстве, опережающий рост менее энергоёмких технологий, видов работ.

Таким образом, модель управления ресурсосбережением заключается в регулировании инвестиционных потоков. Концепция разработки модели инвестиционного механизма ресурсосбережения основана на принципе устойчивости функционирования отраслей ТЭК в тесной взаимосвязи с другими отраслями экономики, определяющей оптимизацию расхода ресурсов [5].

Однако прогресс не стоит на месте. Ресурсосбережение и экологическая безопасность ОПС выходят на первый план. Человечество всё больше изучает возможные способы применения инновационных технологий, позволяющих бережно относиться к истощающимся природным ресурсам и природе в целом.

Это направление развития промышленности не оставило равнодушным Богатырёва А.В. [6]. Он считает, что главным условием перехода России к экономике нового типа, основанной на знаниях, является формирование современной национальной инновационной системы. Это означает практическую реализацию комплексного подхода к формированию как самих субъектов, так и механизмов взаимодействия науки, образования, малого инновационного бизнеса, крупных промышленных корпораций, соответствующих финансовых институтов и т.д.

Одной из ключевых целей формируемой национальной инновационной системы должно стать поддержание и развитие работ в области ресурсосбережения. Ресурсосбережение при этом должно рассматриваться как совокупность методов и средств, обеспечивающих снижение ресурсопотребления при создании продукции, её производстве и использовании (эксплуатации). Одним из наиболее эффективных средств решения проблемы ресурсосбережения является применение ресурсосберегающих технологий, позволяющих получать экономию материальных, энергетических и трудовых ресурсов. При этом в зависимости от этапов жизненного цикла продукции может быть достигнута прямая и косвенная экономия ресурсов. Ресурсосберегающие технологии могут рассматриваться с двух позиций: с одной стороны как технологии, решающие экономию всех видов ресурсов, улучшения качества, повышения долговечности и надёжности объектов производства, а с другой как средство повышения экологичности этих производств, усиления их природоохранных и средозащитных функций.

В основу реализации концепции ресурсосбережения положено использование механизма реализации создания малоотходных производств и снижения материалоемкости промышленной продукции.

Под безотходной технологией понимается идеальная модель производства, которая в большинстве случаев не может быть реализована в полной мере, но с развитием технического прогресса всё больше приближается к идеальной. Более конкретно под без-

отходной технологической системой (БТС) следует понимать такое производство, в результате деятельности которого не происходит выбросов в окружающую среду. Безотходное производство представляет совокупность организационно-технических мероприятий, технологических процессов, оборудования, материалов, обеспечивающих максимальное и комплексное использование сырья и позволяющих свести к минимуму отрицательное воздействие отходов на окружающую среду.

Безотходное производство можно характеризовать всемерно возможной утилизацией образовавшихся в прямых технологических процессах отходов. Малоотходная технология представляет собой промежуточную ступень безотходной и отличается от неё тем, что обеспечивает получение готового продукта с не полностью утилизируемыми отходами. Отходы представляют собой побочные продукты промышленного производства, выделяющиеся в процессе производства основных видов продукции и характеризующиеся определёнными физико-химическими свойствами. Отходы производства и потребления, пригодные для переработки в товарную продукцию, относятся к вторичным материальным ресурсам (ВМР).

Эти ВМР являются сырьём для предприятий, использующих их в производстве своей готовой продукции (ГП). Имея метод расчёта дополнительного выпуска, зная нормы расхода на единицу изделия можно обоснованно корректировать в сторону снижения потребляемые объёмы ВМР, материалов и комплектующих изделий. Это необходимо при составлении плана материально-технического снабжения по предприятию, а также при организации новых производств.

Стратегический вопрос здесь заключается в том, каким образом можно снижать интенсивность использования ресурсов при опережающем росте спроса – противоположно направленной тенденции.

Отчасти ответ связан с экологизацией методов добычи и переработки сырья (например, с помощью сокращения применения искусственных удобрений и пестицидов в сельском хозяйстве или сокращения заготовки древесины методом сплошных рубок), а отчасти связан с «дематериализацией» производства и с изменением структуры потребления [6].

Проблема ресурсоэнергосбережения и сокращения количества отходов и их повторного использования подробнее рассмотрена в трудах Мешалкина В.П. [7].

В начале XXI века ограниченность запасов природных ресурсов, особенно топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), и глобальные проблемы охраны окружающей природной среды (ОПС) от загрязнений выдвигают на первый план актуальную задачу обеспечения долговременного устойчивого социально-экономического развития человечества.

Принципиальное повышение энергоресурсоэффективности экономики России возможно только на основе модернизации предприятий, рационального использования сырья и ТЭР, применения инновационных энергоресурсосберегающих экологически безопасных производственных операций и технологических процессов.

Ресурсосбережение – это взаимосвязанная совокупность научно-методологических, технологических, инженерно-технических, организационно-технических, экономических и организационно-хозяйственных мероприятий, направленных при производстве разнообразных продуктов на сбережение и рациональное использование природных ресурсов; на значительное повышение степени переработки и резкое сокращение потерь материальных ресурсов, наиболее полную рекуперацию вторичных материальных ресурсов и отходов, что приводит к существенному росту экономической эффективности промышленного производства и предотвращает его вредное воздействие на окружающую среду. Ресурсосбережение в химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей, металлургической и металлообрабатывающей промышленности является важнейшим фактором обеспечения истинного перехода к устойчивому развитию [8].

Ресурсосбережение позволяет не только сберечь природные и материальные ресурсы для будущих поколений, растянуть на значительно более длительные сроки их рациональное использование и обеспечить охрану окружающей среды, но также открывает широчайшие возможности для увеличения объёма выпуска высококачественной продукции при тех же или даже меньших затратах общественного труда и экономии капитальных вложений.

Важнейшим организационно-управленческим инструментом реализации стратегии перехода к устойчивому развитию является деятельность Всемирного совета бизнеса по устойчивому развитию (World Business Council for Sustainable Development – WBCSD), который стремится выработать позитивный корпоративный подход к вопросам развития предпринимательства с учётом проблем охраны окружающей природной среды – «через бизнес и в интересах бизнеса». В 1997 году членами Совета WBCSD было опубликовано важное заявление, составленное на основе проходивших в WBCSD дискуссий, названное «Экологическая эффективность», или «Экоэффективность».

Экоэффективность – это обобщённая характеристика уровня воздействия на ОПС промышленных производств и продукции, а также степени рационального использования природных ресурсов.

В заявлении «Экоэффективность» определяется совокупностью шести основных показателей:

- 1) удельная материалоёмкость продукции и услуг;
- 2) удельная энергоёмкость продукции и услуг;
- 3) удельные объёмы выбросов токсичных веществ и твёрдых отходов;
- 4) удельные показатели вторичной переработки материалов (вторичных материальных ресурсов), в том числе использование вторичных энергоресурсов;
- 5) степень использования возобновляемых ресурсов;
- 6) продление срока службы и повышение интенсивности использования экологически безопасных конечных продуктов.

Выполнение этих показателей экоэффективности позволит компаниям добиться конкурентных преимуществ в условиях глобализации, но только в том случае, если к ним не будут относиться как к какому-то дополнению к привычным формам ведения бизнеса. Экоэффективность требует внесения глубоких изменений в теорию и практику организации основных видов деятельности и бизнес-процессов компании. Подобно ранним манифестам тейлоризма и фордовской научной организации труда, это заявление по «Экоэффективности» предлагало совершенно новую точку зрения на организацию и управление производством с учётом воздействия на ОПС. WBCSD стал новым важным участником движения, цель которого – включение экологических вопросов в процесс перехода к устойчивому индустриальному развитию.

Все вышеуказанные составляющие показатели экоэффективности направлены на достижение «нулевых отходов» (Zero Waste) на предприятии и цепи поставок (ЦП) в целом. «Нулевые отходы» – это один из комплексных показателей экоэффективности. Очевидно, что обеспечение максимальной экоэффективности возможно при достижении на предприятии нуля аварий, нуля отходов и нуля выбросов на основе использования инновационных ресурсоэнергосберегающих технологий, научных принципов управления и организации производства, вероятностно-статистических методов стратегии «6 сигма», а также стратегии «стройного» производства и «стройной» ЦП конечной продукции, создания специальной системы управления отходами. Для управления ресурсоэффективностью и экоэффективностью предприятий необходимо использовать концепцию всеобщего управления качеством (Total Quality Management – TQM).

Крупные компании начали устанавливать для себя «нулевые» контрольные показатели. Компании «Bell Canada», «Kimberley Clark», «Du Pont», «Honda», «Xerox», «Toyota», «Hewlett Packard», «Ricoh Group», «Interface Carpets» и др. поставили перед собой задачу добиться «нуля отходов». Так, например, цель деятельности компании «Херох» – «безотходные продукты на безотходных предприятиях». Следуя этой цели, корпорация «Херох» установила контрольные показатели по снижению объёмов твёрдых и опасных отходов, выбросов и стоков, а также по снижению потребления энергии. Компанией «Херох» предусмотрено, что в деталях и упаковочных материалах переработанное вторичное сырьё будет составлять 25 %. Растёт число фирм, установивших для себя среднесрочные контрольные показатели по сокращению отходов на уровне 50 % и выше. При этом такие фирмы действуют параллельно с предприятиями коммунально-бытового сектора.

К концу 1990-х годов показатели экоэффективности стали одним из признанных ключевых инструментов конкуренции в условиях глобализации. «Экологически чистое»

ресурсоэнергосберегающее (или «зелёное») производство – это один из важнейших организационно-структурно-экономических факторов обеспечения высоких показателей экоэффективности и ресурсоэнергоэффективности, роста конкурентоспособности компании.

Указание WBCSD «сокращать рассеивание токсичных материалов» – самый «слабый» из его шести составляющих показателей экоэффективности, и он отражает активность, с которой некоторые секторы химической промышленности выступали в защиту своей продукции, несмотря на её общеизвестную токсичность. Однако требования общественности разработать «зелёные» (т.е. экологически безопасные) химикаты и альтернативные нетоксичные продукты становились всё более настойчивыми и всё более успешными. Борьба общественности за «экологическую чистоту» привела к постепенному вытеснению некоторых токсичных продуктов, например, свинцовых присадок в бензин, хлор-фтор-углеродов и хлорированных углеводородов. Стокгольмская Конвенция по стойким органическим загрязнителям «нацелилась» ещё на исключение из потребления 12 хлорсодержащих органических веществ.

Одновременно велась разработка новых «зелёных» продуктов – альтернатив запрещённым и приближающимся к ним веществам (примером может служить влажная химическая чистка в качестве альтернативы сухой; чернила и красители на растительной основе; краски, не содержащие свинца, а также значительное расширение «органического» и «беспашотного» сельского хозяйства). Стокгольмская Конвенция, которая распространяется лишь на 12 из 70 000 используемых в настоящее время химических веществ, активизирует деятельность по созданию более «зелёных» экологически чистых производств, деятельность по вытеснению токсичных материалов, какова бы ни была их экономичность, а это означает, что весь мир будет стремиться контролировать экологическую безопасность всех химических веществ.

В настоящее время развитием Стокгольмской Конвенции является законодательство Евросоюза по «регистрации, оценке и проверке (разрешению) химикатов» («Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals» – REACH-законодательство). Законодательство REACH, вступившее в действие с июня 2007 года, требует, чтобы все химикаты, производимые и продаваемые в ЕС в количестве более 1 т/год, проходили регистрацию в Европейском Химическом Агентстве в г. Хельсинки. Регистрация предполагает подачу подробных досье, содержащих среди прочих обязательную оценку опасности химикатов.

Реализация концепций устойчивого развития и показателей экоэффективности должна обеспечить комплексное решение следующих глобальных проблем человечества:

- рост народонаселения;
- источники сырья, ТЭР и новые виды топлива;
- пища и питьевая вода;
- истощение природных ресурсов;
- глобальные изменения климата (глобальное потепление и кислотные дожди, смог);
- загрязнения почвы, водных систем и воздуха;
- ограничения производства и потребления вредных продуктов.

Необходимо особо подчеркнуть, что концепции устойчивого развития и показатели экоэффективности весьма тесно взаимосвязаны с принципами «зелёной» (или «ресурсоэнергосберегающей экологически чистой») химии.

Перечислим 12 принципов «зелёной» химии, которые были сформулированы профессорами Anastas Paul T. и Warner John C. с целью определения того, насколько химические реакции, химико-технологические производства (ХТП) и химико-технологические системы (ХТС) соответствуют понятию «зелёный», т.е. «экологически безопасный ресурсоэнергосберегающий»:

1. Предотвращение образования отходов.
2. Экономия атомов (оптимизация методов химического синтеза веществ). Методы химического синтеза конечного продукта должны быть разработаны с учётом максимальной степени превращения всех исходных веществ в химическом процессе в конечный продукт.

3. Выбор наиболее безопасного маршрута химического синтеза молекул целевых веществ, которые наименее ядовиты (или вообще химически безопасны) для здоровья человека и ОПС.

4. Разработка более безопасных химических продуктов с учётом уменьшения их токсичности, взрывоопасности, пожароопасности и экологической опасности при сохранении их полезных свойств.

5. Использование более безопасных растворителей и вспомогательных веществ.

6. Эффективное использование энергии.

7. Использование возобновляемого, а не истощаемого сырья.

8. Уменьшение промежуточных этапов химического синтеза и исключение промежуточных продуктов.

9. Применение катализаторов. Катализаторы (селективные насколько это возможно) приоритетны для проведения химических процессов.

10. Безопасное превращение и преобразование продуктов после использования их по назначению, т. е. химическая продукция должна быть разработана так, чтобы после окончания срока её использования она не причиняла вред ОПС.

11. Предотвращение и непрерывный контроль загрязнений.

12. Использование действительно безопасных веществ для предотвращения химических аварий и несчастных случаев [8].

Таким образом, ресурсосбережение позволяет решить такие глобальные проблемы человечества, как:

- поиск источников сырья, ТЭР и новых видов топлива;
- истощение природных ресурсов;
- загрязнения почвы, водных систем и воздуха.

Эти проблемы относятся к числу стратегически важных направлений развития науки, техники и технологии при реализации концепции устойчивого развития современного общества. Следовательно, ресурсосбережение является одним из главных условий перехода мировой экономики на путь устойчивого развития.

Ресурсоэнергосбережение на предприятиях нефтегазохимического комплекса

Принципиальное повышение энергоресурсоэффективности экономики России возможно только на основе модернизации предприятий, рационального использования сырья и ТЭР, применения инновационных энергоресурсосберегающих экологически безопасных производственных операций и технологических процессов.

Обеспечить рациональное потребление сырья и ТЭР при сокращении вредного воздействия на ОПС предприятий нефтегазохимического комплекса (НГХК) можно только на основе всестороннего анализа и оптимизации входящих в структуру предприятий ХТС с полным учётом их взаимного влияния в структуре производственного комплекса; разработки «зелёных» цепей поставок исходного сырья и ТЭР, полупродуктов и конечной продукции; совершенствования механизмов контроля загрязнений и управления качеством ОПС.

Нефте- и газоперерабатывающие заводы, входящие в структуру НГХК, потребляют для производства разнообразных товарных продуктов нефте- и газопереработки огромные количества нефти и газа, представляющие собой в настоящее время практически незаменимый ограниченный и невозобновляемый природный ресурс. Важнейшим показателем экономической эффективности и снижения уровня вредного воздействия на ОПС технологий нефте- и газопереработки является ресурсоэнергосбережение.

Действующие нефте- и газоперерабатывающие заводы являются основными объектами НГХК, заинтересованными во внедрении стратегии ресурсосбережения в свою производственно-хозяйственную деятельность.

Предприятия данной отрасли представляют собой различного уровня сложности химико-технологические системы (ХТС). ХТС – это целенаправленная совокупность процессов, аппаратов и машин химической технологии, которая обеспечивает

проведение требуемых технологических операций химической и физической переработки сырья в продукты потребления и в промежуточные продукты. Различного уровня сложности ХТС соответствуют либо технологическим блокам и технологическим узлам, входящим в состав технологических установок, либо технологическим установкам в целом или производствам химической, нефтеперерабатывающей, газоперерабатывающей, нефтехимической и биохимической промышленности [9].

Стратегия ресурсосбережения в отраслях НГХК выдвигает на первый план такие задачи, как разработка инновационных технологий нефте- и газопереработки, а также проектирование сложных ресурсоэнергосберегающих ХТС и химико-энерготехнологических систем (ХЭТС). Дадим определение этих понятий.

Ресурсосберегающая экологически безопасная ХТС – это ХТС, не оказывающая вредного воздействия на окружающую среду и обеспечивающая минимальную материалоёмкость выпускаемых продуктов заданного количества и требуемого качества [8].

Здесь рассматриваются ресурсосберегающие ХТС, которые в антропогенных экологически безопасных глобальных ресурсных циклах относятся только к этапу химической переработки материальных ресурсов в продукты, не включающему переработку отходов и разнообразные способы утилизации этих продуктов либо после их использования по прямому назначению, либо после их морального и физического старения. Ресурсосберегающие экологически безопасные ХТС представляют собой сложные многоконтурные ХТС, в структуру которых входят высокоэффективные ХТП и высокоинтенсивные аппараты химической технологии. Важнейшим классом ресурсосберегающих и малоотходных ХТС являются химико-энерготехнологические системы.

Химико-энерготехнологические системы (ХЭТС) – это такие ХТС, в которых различные ХТП, осуществляющие химические и физические преобразования веществ с выделением и поглощением большого количества теплоты, тесно взаимодействуют с определёнными теплотехническими и теплоэнергетическими процессами, что обеспечивает требуемый выпуск высококачественной химической продукции с желаемыми технологическими показателями, а также эффективное использование разнообразных ТЭР и охрану окружающей среды от загрязнений.

При оценке результатов функционирования действующих нефте- и газоперерабатывающих заводов, представляющих собой различного уровня сложности ХТС, а также при оценке результатов разработки инновационных технологий нефте- и газопереработки, а также проектирования сложных ресурсоэнергосберегающих ХТС и химико-энерготехнологических (ХЭТС) в отраслях НГХК необходимо использовать характеристики результативности и эффективности.

Результативность (эффект) характеризует совокупность требуемых конечных результатов (эффектов, итогов) явления, процесса или вида деятельности, функционирования ХТС или ХЭТС предприятия НГХК или экономики в целом.

Эффективность – это обобщающая характеристика качества экономического роста. Количественные показатели эффективности определяются соотношением между показателями результативности (эффектом) и затратами или потребляемыми ресурсами. Повышение эффективности производства выражается в увеличении конечных результатов при абсолютном или относительном (в расчёте на единицу результатов) сокращении затрат. Во многих случаях при расчёте показателей эффективности результаты сопоставляются с используемыми ресурсами – объёмом потребляемых материальных ресурсов и основных фондов, численностью работников, площадью сельскохозяйственных угодий.

Принято различать технологическую, экономическую и социальную эффективность производства, которые полностью соответствуют трём основным группам прогрессивных индексов (или индикаторов) устойчивого развития (экономические, экологические и социальные индикаторы). При определении величины технологической и экономической эффективности в качестве результата (итога деятельности) используют величину выпуска (объёма продукции) или объёма национального дохода.

Технологическая эффективность производства – характеристика производства, которая в натуральном выражении определяет оптимальное сочетание факторов производства продукции при некотором заданном уровне выпуска.

Экономическая эффективность производства – это одна из характеристик производства, определяющая при данном объёме выпуска продукции такое оптимальное сочетание факторов производства, которое минимизирует затраты.

При определении социальной эффективности показателями могут служить улучшение условий труда, сокращение рабочего времени, сохранение среды обитания человека.

Для количественной оценки технологической и экономической эффективности производств и предприятий НГХК необходимо использовать различные показатели и критерии эффективности (КЭ). При исследовании и проектировании сложных ресурсо-энергосберегающих ХТС в зависимости от поставленных целей необходимо использовать как экономические, так и технологические КЭ.

Важнейшим технологическим КЭ функционирования ресурсоэнергосберегающих ХТС и ХЭТС является показатель ресурсоэнергоэффективности (или критерий ресурсоэнергоэффективности), который равен удельной ресурсоёмкости продукции, т. е. расходным нормам по сырью и ТЭР на выпуск единицы продукции.

Основные организационно-управленческие этапы обеспечения (назначение, реализация и поддержание) оптимальной ресурсоэнергоэффективности на всех этапах жизненного цикла (ЖЦ) предприятия НГХК (проектирование; производство и монтаж оборудования; строительство предприятий; эксплуатация предприятий) представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Основные организационно-управленческие этапы обеспечения оптимальной ресурсоэнергоэффективности на химических, нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях

Понятие ресурсоэнергоэффективности тесно взаимосвязано с понятием «экологической эффективности» (или «экоэффективности») промышленных предприятий и любых видов предпринимательской деятельности.

Инновационным организационно-управленческим фактором повышения ресурсоэнергоэффективности и минимизации отходов промышленных предприятий и цепей поставок НГХК является использование стратегий логистики ресурсоэнергосбережения (или «зелёной» логистики) и передовых методов управления цепями поставок предприятий НГХК.

Для поиска оптимальных решений проблемы ресурсоэнергосбережения в химической, нефтеперерабатывающей, нефтехимической и биохимической промышленности необходимо использовать методы прикладной экономики, теории управления, теории менеджмента, теории организации сложных систем, стратегии и методы логистики.

Научные основы обеспечения ресурсоэнергосбережения на всех этапах ЖЦ производств и предприятий НГХК перечислены на рисунке 2.

Итак, как было сказано выше, нефте- и газоперерабатывающие заводы, входящие в структуру НГХК, потребляют для производства разнообразных товарных продуктов нефте- и газопереработки огромные количества нефти и газа, представляющие собой в настоящее время практически незаменимый ограниченный и невозобновляемый природный ресурс. Поэтому именно предприятия НГХК являются приоритетными для внедрения стратегии ресурсоэнергосбережения в их производственно-хозяйственную деятельность, при этом основной целью применения стратегии ресурсоэнергосбережения является по-

вышение экономической эффективности деятельности предприятий и снижение уровня вредного воздействия на ОПС технологий нефте- и газопереработки [8].



Рисунок 2 – Научные основы обеспечения ресурсоэнергосбережения на всех этапах ЖЦ производств и предприятий НГХК

Логистика ресурсоэнергосбережения (или «зелёная» логистика) как организационно-управленческий фактор повышения ресурсоэнергоэффективности и экологической безопасности предприятий НГХК

В настоящее время развивается новое научное направление в промышленной логистике – логистика ресурсоэнергосбережения (или «зелёная» логистика). Важнейшими направлениями логистики ресурсоэнергосбережения являются создание и применение:

- 1) методов организации и управления проектированием инновационной продукции с оптимальной удельной ресурсоэнергоёмкостью;
- 2) методов организации и управления разработкой ресурсоэнергосберегающих производственных технологий и производств для выпуска инновационной высококачественной продукции;
- 3) организационно-управленческих методов, способов и средств снижения материало-, ресурсо- и энергоёмкости продукции в промышленности и в сфере услуг во всех звеньях ЦП «материально-техническое обеспечение (МТО) – производство – распределение продукции»;
- 4) методов разработки экономически эффективной организационно-функциональной структуры (ОФС) ресурсоэнергосберегающих экологически безопасных (или «зелёных») цепей поставок предприятий НГХК на основе глубокого изучения физико-химической сущности всех ХТП и использования концепций логистики;
- 5) методов минимизации товарно-материальных запасов (ТМЗ) и методов разработки «стройных» промышленных производств и ЦП;
- 6) методов оптимального планирования и управления потребностями в материалах, сырье и ТЭР при производстве продукции;
- 7) методов организации проектирования и управления оптимальными системами водопотребления на производстве, методов минимизации сточных вод и организации замкнутого водооборота на предприятиях;
- 8) разработка методологии организации переработки и управления движением обратных потоков отходов (отходопотоков), образующихся во всех звеньях «прямой» ЦП, и разработка ОФС «обратной» ЦП;
- 9) методов оптимального управления технологическими, экологическими и предпринимательскими рисками при проектировании и эксплуатации ЦП высококачественной продукции;
- 10) методов всеобщего управления качеством всех ХТП и бизнес-процессов, а также всех материалопотоков и отходопотоков во всех звеньях ЦП и всех видов продукции (изделий и услуг);

11) методов интегрированного экономико-экологического управления предприятиями ЦП и методов компьютерной оценки воздействия на ОПС как отдельных предприятий НГХК, так и цепей поставок в целом;

12) методов стратегического и оперативно-тактического управления корпоративным сотрудничеством между всеми предприятиями, входящими в ЦП, на основе концепции «долевого разделения прибыли» (концепции «WIN-WIN» – «Моя прибыль – Твоя прибыль») для обеспечения устойчивого развития и конкурентоспособности ЦП в целом.

Одним из важнейших физико-химических и организационно-управленческих способов повышения ресурсоэнергоэффективности производств, интенсификации технологических процессов и охраны ОПС от загрязнений на предприятиях НГХК является разработка ресурсоэнергосберегающих экологически безопасных технологий переработки и организация управления техногенными образованиями (или управления отходами предприятий). Под техногенными образованиями понимаются, прежде всего, отходы и сточные воды промышленных предприятий по производству некоторой продукции. Согласно стандарту ИСО 14040-99 [10], отходы (waste) – это любой выходной поток из производственной системы, который удаляется из этой системы, поэтому в дальнейшем нами для названия любых техногенных образований предприятий НГХК используется обобщённый термин «отходы».

Ресурсоэнергосберегающие экологически безопасные ХТС и «зелёные» цепи поставок являются объективным организационно-экономическим фактором устойчивого развития, интенсификации технологий и обеспечения конкурентоспособности предприятий НГХК. Для практической реализации концепции устойчивого развития особую важность приобретает решение задач эколого-экономического анализа и оптимизации воздействия промышленных предприятий на ОПС.

«Зелёная ЦП» (или «ресурсоэнергосберегающая экологически безопасная ЦП») – это замкнутая система с обратной связью, которая представляет собой совокупность «прямой» ЦП, обеспечивающей движение и преобразование прямого материалопотока («сырьё» – «готовый конечный продукт») (рис. 3), и «обратной» ЦП, обеспечивающей движение и преобразование обратного отходопотока (рис. 4).

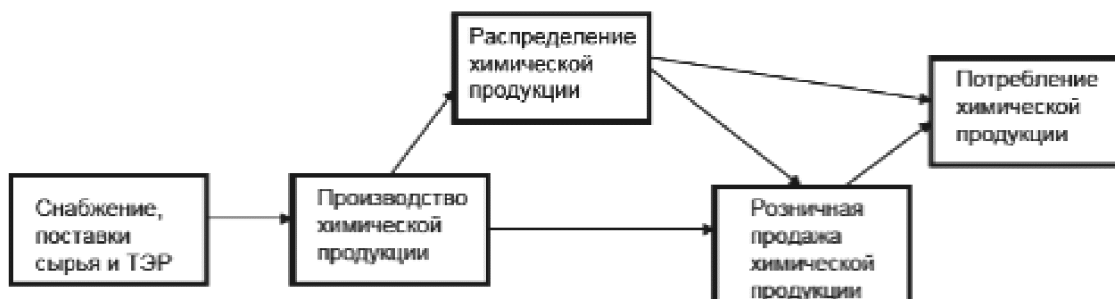
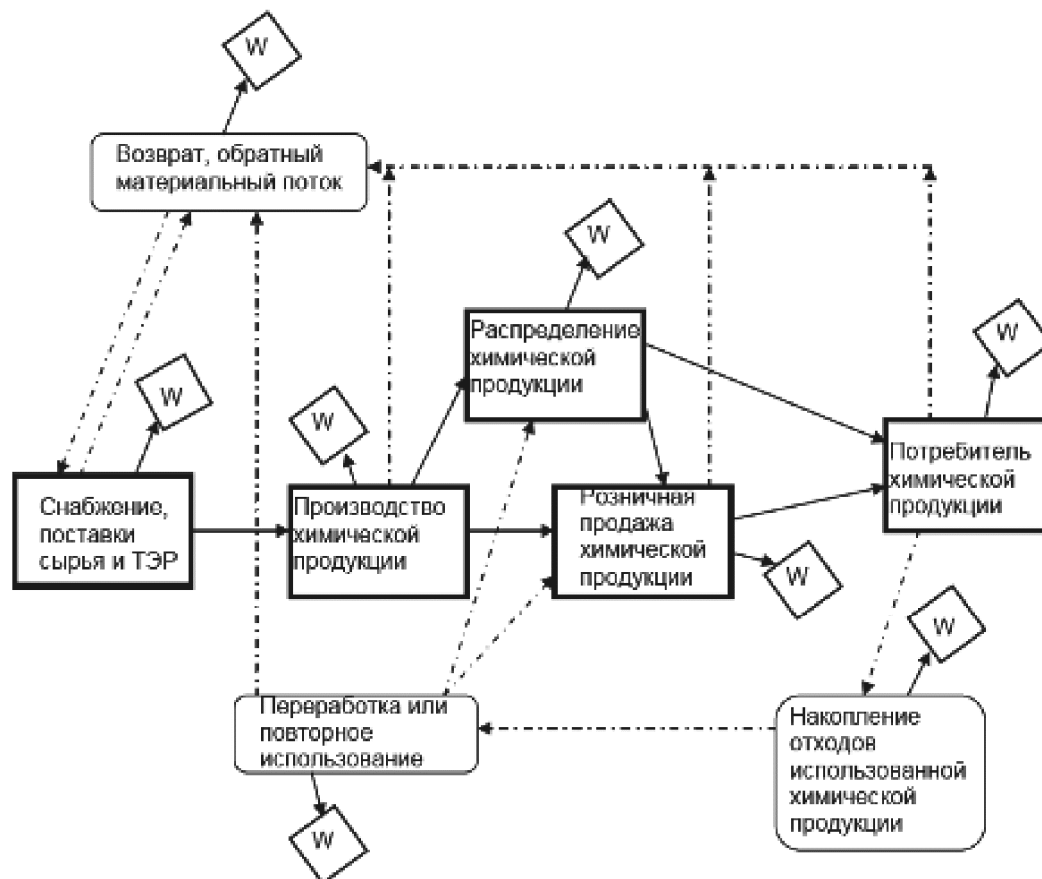


Рисунок 3 – Упрощённая блок-схема традиционной цепи поставок химического предприятия



Рисунок 4 – Упрощённая блок-схема обратной цепи поставок, обеспечивающей перемещение и преобразование потока отходов(отходопотока) за счёт операций повторного использования, повторного производства и повторного цикла переработки отходов

Это такая замкнутая ЦП головного предприятия, ОФС (рис. 5) и режимы эксплуатации которой обеспечивают высокие показатели ресурсоэнергоэффективности во всех звеньях ЦП, предотвращение образования всех видов отходов, переработку образующихся отходов при выполнении всех технологических процессов и бизнес-процессов, логистических операций и логистических функций внутри ЦП, а также других вторичных ресурсов, возникающих в ЦП [8].



* Символом «W» на схеме обозначены отходы (от англ. «Waste»)

Рисунок 5 – Обобщённая блок-схема организационно-функциональной структуры ресурсоэнергосберегающей экологически безопасной цепи поставок (или «зелёной» цепи поставок) предприятий нефтегазохимического комплекса

Общая упрощённая интегральная формула «зелёной» ЦП может быть записана в виде:

$$\begin{aligned} & \text{Прямая цепь поставок товаропотоков производственной системы} + \\ & \quad + \text{ прямая цепь распределения товаропотоков} + \\ & \quad + \text{ обратная цепь поставок отходопотоков} = \\ & = \text{ замкнутая «зелёная» цепь поставок материалопотоков.} \end{aligned}$$

При решении задач разработки и управления эксплуатацией ресурсоэнергосберегающих экологически безопасных ХТС и ХЭТС необходимо использовать основные термодинамические, химические, инженерно-технологические принципы «зелёной» химии. Практическая промышленная реализация ряда из этих принципов возможна только на основе применения организационно-технологических и организационно-управленческих методов логистики ресурсоэнергосбережения (или «зелёной» логистики).

При разработке рациональной ОФС «зелёных» цепей поставок предприятий НГХК и методологии ситуационного управления эксплуатацией «зелёных» ЦП необходимо широко использовать не только принципы «зелёной» химии (см. выше), но также международные стандарты серии ISO-9000, ISO-14000, ISO-19000 и OHSAS-18000, и, кроме того, учитывать мероприятия по реализации программы «Ответственная забота» («Responsible Care») и «REACH»-законодательство.

Для создания ресурсоэнергосберегающих экологически безопасных новых технологий и совершенствования существующих технологий переработки и утилизации отходов целесообразно применение многоуровневой комплексной методологии разработки ресурсоэнергосберегающих экологически безопасных технологий переработки промышленных отходов на предприятиях НГХК с использованием концепций «зелёной» логистики, состоящей из трёх взаимосвязанных уровней:

- 1) информационно-аналитического и физико-химического уровня – уровня изучения генезиса и характеристик отходов;
- 2) химико-технологического уровня – уровня разработки физико-химических и инженерно-технологических способов переработки отходов;
- 3) организационно-логистического уровня – уровня планирования, организации и управления переработкой, использованием и движением промышленных отходов в замкнутых «зелёных» ЦП предприятия-источника отходов.

Кратко рассмотрим цели, задачи и сущность каждого из трёх уровней предлагаемой комплексной методологии.

На информационно-аналитическом и физико-химическом уровне предлагаемой методологии необходимо проводить фундаментальные и прикладные научные исследования, гарантирующие надёжность и достоверность определения качественного и количественного состава отхода с учётом диапазона возможных изменений в производственной системе предприятия и в ЦП предприятия. Полнота и достоверность знаний о «качестве» отхода необходимы далее для проведения маркетинговых исследований по анализу наличия и доступности потребителей отходов, а также существующих и прогнозируемых требований потребителей к характеристикам отходов. Ключевым исходным параметром логистики распределения отходов и возможных технологий переработки отходов является класс опасности отхода. Этот параметр важен как для организации сбыта, так и для размещения отхода на полигоне, поскольку требования к деятельности полигонов, установленные проектными нормативами, а также лицензионные требования и условия по разрешению приёма на полигон отходов устанавливаются, прежде всего, с учётом класса опасности отхода. Таким образом, управление расходом потоков отходов (или отходопотоков) и изменениями состава отходов являются важнейшими средствами воздействия в логистике «распределения» отходов и управления в «зелёной» ЦП.

Для сложных техногенных образований предприятий металлургической промышленности, нефтегазохимического и топливо-энергетического комплексов идентификация истинного состава отходов является трудоёмким эволюционным процессом. При этом причины эволюционной коррекции состава техногенных образований дискретны во времени и в пространстве, так как они могут находиться в различных звеньях логистической цепи (или ЦП) материалопотоков – от поставщиков сырья, энергоносителей, вспомогательных материалов, оборудования и комплектующих деталей до конечных потребителей отходопотоков, включая эмиссию загрязнений в ОПС. Поэтому определение химического состава отхода невозможно изолировать от его прогнозирования на основе целенаправленных и системно упорядоченных физико-химических исследований в границах ЦП предприятия-источника отхода.

Последующие процедуры комплексной методологии относятся к химико-технологическому уровню и представляют собой процедуры модификации существующих производственных ХТС, создания новых ресурсоэнергосберегающих экологически безопасных технологий и ХТС. Ключевые компоненты отходов, влияющие на принятие научно-обоснованных решений при разработке ресурсоэнергосберегающих технологий переработки отходов, определяются по свойствам токсичности отходов и ценности отходов как вторичных материальных ресурсов. Приоритетными физико-химическими и инженерно-технологическими решениями в отношении опасных ключевых компонентов отходов является исключение их из оборота или максимально возможное сокращение применения этих компонентов отходов, включая замену технологических операций переработки отходов, ресурсоэнергосберегающие экологически безопасные технологии использования, переработки или обезвреживания отходов, которые должны быть разработаны, прежде всего, для процессов выделения, использования или целевого преобразования ключевых компонентов отходов.

На организационно-логистическом уровне комплексной методологии необходимо учитывать основную особенность отходов – более высокую по сравнению с традиционными материалопотоками нестабильность их номенклатуры и состава. Поэтому важным условием устойчивой эксплуатации ресурсоэнергосберегающих технологий переработки отходов должна являться гибкость технологий, обеспечивающих их способность перерабатывать отходы переменного состава и номенклатуры, работать на альтернативном сырье для головного предприятия «зелёной» ЦП и с различными вспомогательными материалами. Таким образом, логистические системы переработки отходов должны быть устойчивы к изменениям режимов функционирования ЦП предприятий, генерирующих отходы.

Таким образом, ресурсоэнергосберегающие экологически безопасные ХТС и «зелёные» цепи поставок являются объективным организационно-экономическим фактором устойчивого развития, интенсификации технологий и обеспечения конкурентоспособности предприятий НГХК. Для практической реализации концепции устойчивого развития особую важность приобретает решение задач эколого-экономического анализа и оптимизации воздействия промышленных предприятий на ОПС.

Для создания ресурсоэнергосберегающих экологически безопасных новых технологий и совершенствования существующих технологий переработки и утилизации отходов целесообразно применение многоуровневой комплексной методологии разработки ресурсоэнергосберегающих экологически безопасных технологий переработки промышленных отходов на предприятиях НГХК с использованием концепций «зелёной» логистики, состоящей из трёх взаимосвязанных уровней.

Проведён подробный анализ научных разработок в области управления ресурсами на основе стратегии ресурсоэнергосбережения, ключевые положения которого представлены в таблице 3.

В заключении следует сказать, что тема «пика добычи нефти» всё чаще обсуждается в мировой геологической и экономической науке. По мнению многих экспертов, пик добычи нефти будет достигнут в ближайшие 10 лет, при этом объём добываемой нефти не поднимется выше отметки 90–95 млн барр. в день при ожидаемом спросе 116 млн барр. в день в 2030 году.

Согласно показателю EROEI, нефть является самым энергоэффективным источником энергии на сегодняшний день. Второе место по данному критерию занимает природный газ.

Газ, как первичный источник энергии, ещё не исчерпал себя. По оценкам старшего эксперта по газу Международного энергетического агентства (IEA) Анн-Софи Корбо, общий объём запасов газа на планете составляет 920 триллионов кубометров. Это в 300 раз больше нынешнего годового спроса на топливо. Это означает, что мировых запасов газа хватит на 250 лет [11]. Здесь необходимо понимать, что точные цифры определить достаточно сложно, потому как многое зависит от развития технологий, цен и доступности запасов.

Однако, как показывает практика, поиск газовых месторождений уже ведётся в малоосвоенных районах со сложными климатическими условиями и практическим отсутствием хозяйственно-транспортной инфраструктуры и на шельфе арктических морей. Природа севера очень чувствительна к внешним воздействиям. Поэтому при освоении новых мест добычи следует относиться бережно и безопасно с точки зрения экологичности.

Учитывая выше сказанное, вопросы ресурсоэнергосбережения выходят на первый план. Развитие и внедрение новых технологий в деятельность предприятий НГХК позволит повысить уровень экологичности при извлечении природных энергетических ресурсов.

Одним из организационно-экономических инструментов, позволяющих повысить ресурсоэнергоэффективность производства, является разработка ресурсоэнергосберегающих экологически безопасных технологий переработки добываемого сырья и организация управления техногенными образованиями (или управления отходами предприятий). Для управления отходами предприятий целесообразно использовать многоуровневую комплексную методологию разработки ресурсоэнергосберегающих экологически безопасных технологий переработки промышленных отходов на предприятиях НГХК с использованием концепций ресурсоэнергосберегающей (или «зелёной») логистики.

Таблица 3 – Результаты системного анализа развития научных подходов к управлению ресурсосбережением

Год исследования	Базовые определения	Особенности научного подхода	Предлагаемая система управления ресурсосбережением на предприятии
2002	<p>2</p> <p>Ресурсосбережение – это система мероприятий, направленных на оптимизацию совокупных затрат ресурсов на всех стадиях ресурсного цикла и жизненного цикла произведенного продукта с целью получения максимального полезного эффекта от использования ресурсов при условии безопасности страны, экосистемы, регионов, фирм, человека.</p> <p>В качестве стратегически приоритетного элемента механизма ресурсосбережения определен инвестиционный механизм. Тогда инвестиционный механизм можно определить как механизм реализации мер по внедрению ресурсосберегающих проектов</p>	<p>3</p> <p>– Системный подход к определению сущности ресурсосбережения.</p> <p>– Ресурсосберегающая политика должна быть направлена в первую очередь на снижение энергоёмкости.</p> <p>– Модель инвестиционного механизма ресурсосбережения, суть которой состоит в определении величины и направленности инвестиционных вложений в ресурсосберегающие проекты отраслей ТЭК на основе соблюдения принципа устойчивости их функционирования в тесной взаимосвязи с другими отраслями экономики (рассматривается на региональном уровне). Состоит из следующих этапов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) создание математической модели, описывающей межотраслевые отношения в региональной экономике; 2) прогнозирование эффективности инвестиционных вложений в ресурсосберегающие проекты отраслей ТЭК как составляющей части региональной экономики; 3) определение вектора инвестиционных вложений в заданные дискретные моменты времени, при котором оптимально удовлетворяется спрос на продукцию; 4) анализ инвестиционных вложений в произвольные моменты времени 	<p>4</p> <p>– Создание в структуре предприятия специализированного подразделения, занимающегося разработкой и реализацией ресурсосберегающей политики;</p> <p>– Ведение учёта и отчётности в части обеспечения информацией о расходе ресурсов и реализации ресурсосберегающих мероприятий;</p> <p>– Внедрение нормативно-методического обеспечения в целях введения научно-обоснованных норм расхода ресурсов;</p> <p>– Установление ценовой и торговой политики на основе утверждённых нормативов расхода ресурсов.</p> <p>– Снижение удельных расходов энергоресурсов на единицу продукции (работ) за счёт ускорения внедрения мероприятий научно-технического прогресса;</p> <p>– Замещение традиционных видов топлива и энергии более эффективными аналогами, вторичными ресурсами и деловыми отходами производства, дающими не только экономический, но и экологический эффект;</p> <p>– Целенаправленные структурные сдвиги в производстве, опережающий рост менее энергоёмких технологий, видов работ.</p>
2004	<p>Ресурсосбережение представляет собой рациональное использование материальных ресурсов, т.е. производственное потребление сырья, энергии и материалов на конкурентоспособном уровне</p>	<p>– Выделяется ещё один вид конкурентной борьбы, основанной на рациональном использовании МР. Этот вид является комбинацией ценовой и неценовой конкуренции. Рациональное использование МР, с одной стороны, направлено на снижение издержек на производство единицы продукции, что даёт возможность использовать ценовой метод конкурентной борьбы, а с другой стороны – при ресурсосбережении большое значение уделяется совершенствованию изделия, повышению его качества и т.д., что напрямую связано с неценовой конкуренцией. Т.е. рациональное использование МР является одним из важнейших конкурентных преимуществ предприятия.</p>	<p>– Управление ресурсосбережением, кроме управления качеством продукции, предусматривает управление транспортировкой и хранением, экологией. Современные условия требуют строгого соответствия ресурсосберегающей деятельности экологическим требованиям.</p> <p>– Для управления ресурсосбережением может быть приемлемым типовой перечень функций управления: планирование, регулирование, учёт, контроль, анализ.</p> <p>– Основным звеном организационно-экономического механизма является жесткий контроль расхода материалов на предприятии, основным инструментом чего является нормирование.</p> <p>– Основными объектами мониторинга используемых ресурсов являются материалоёмкость продукции или</p>

1	2	3	4
	<p>Ресурсосбережение рассматривается как совокупность методов и средств, обеспечивающих снижение ресурсопотребления при создании продукции, ее производстве и использовании (эксплуатации). Безотходное производство представляет совокупность организационно-технических мероприятий, технологических процессов, оборудования, материалов, обеспечивающих максимальное и комплексное использование сырья и позволяющих свести к минимуму отрицательное воздействие отходов на ОПС.</p> <p>Малоотходная технология представляет собой промежуточную ступень безотходной технологии и отличается от нее тем, что обеспечивает получение готового продукта с не полностью утилизируемыми отходами. Отходы представляют собой побочные продукты промышленного производства, выделяющиеся в процессе производства основных видов продукции с определенными физико-химическими свойствами</p>	<p>– В рамках предприятия разрабатывается система ресурсосбережения на новом организационно-экономическом уровне, в том числе на основе использования принципов и методов логистики.</p> <p>– Оптимизации закупок выступает как базисный элемент организационно-экономического механизма ресурсосбережения, определяющего рациональное использование МР на всем протяжении производственного цикла.</p> <p>– Контроль расхода ресурсов на предприятии осуществляется при помощи введения норм расхода. Работа по нормированию расхода материальных ресурсов предусматривает мониторинг уровня расхода предприятий-конкурентов и сопоставление с величиной своего расхода, что необходимо для корректировки организационно-технологического уровня производства.</p> <p>– Для нормирования расхода материальных ресурсов целесообразно использовать следующие методы: метод нормирования по аналогии; метод нормирования с помощью динамических коэффициентов; метод нормирования по типовому представителю; статистический метод; расчётно-аналитический метод. С помощью этих методов разрабатываются практические нормы, которые корректируются рынком до конкурентного уровня</p>	<p>расход материальных ресурсов на единицу продукции, который становится нормой расхода тогда, когда его величина равна конкурентоспособному уровню</p>
2010	<p>Ресурсосбережение рассматривается как совокупность методов и средств, обеспечивающих снижение ресурсопотребления при создании продукции, ее производстве и использовании (эксплуатации). Безотходное производство представляет совокупность организационно-технических мероприятий, технологических процессов, оборудования, материалов, обеспечивающих максимальное и комплексное использование сырья и позволяющих свести к минимуму отрицательное воздействие отходов на ОПС.</p> <p>Малоотходная технология представляет собой промежуточную ступень безотходной технологии и отличается от нее тем, что обеспечивает получение готового продукта с не полностью утилизируемыми отходами. Отходы представляют собой побочные продукты промышленного производства, выделяющиеся в процессе производства основных видов продукции с определенными физико-химическими свойствами</p>	<p>– Главное условие перехода России к экономике нового типа, основанной на знаниях – формирование современной национальной инновационной системы, где ключевой целью должно стать поддержание и развитие работ в области ресурсосбережения.</p> <p>– Применение ресурсосберегающих технологий, позволяющих получать экономию материальных, энергетических и трудовых ресурсов. При этом в зависимости от этапов жизненного цикла продукции может быть достигнута прямая и косвенная экономия ресурсов</p>	<p>– Применению ресурсосберегающих технологий, которые могут рассматриваться с двух позиций:</p> <p>1) как технологии, решающие экономию всех видов ресурсов, улучшения качества, повышения долговечности и надёжности объектов производства;</p> <p>2) как средство повышения экологичности этих производств, усиления их природоохранных и средозащитных функций.</p> <p>– В основе реализации концепции ресурсосбережения лежит создание малоотходных производств и механизм снижения материалоемкости промышленной продукции.</p> <p>– Отходы производства и потребления, пригодные для переработки в товарную продукцию, относятся к вторичным материальным ресурсам (ВМР). Эти ВМР являются сырьем для предприятий, использующих их в производстве своей ГП</p>

1 2011	<p>2</p> <p>Ресурсосбережение – это взаимосвязанная совокупность научно-методологических, технологических, инженерно-технических, организационно-технических, экономических и организационно-хозяйственных мероприятий, направленных при производстве разнообразных продуктов на сбережение и рациональное использование природных ресурсов; на значительное повышение степени переработки и резкое сокращение потерь МР, наиболее полную рециркуляцию ВМР и отходов, что приводит к существенному росту экономической эффективности промышленного производства и предотвращает его вредное воздействие на окружающую среду.</p> <p>«Зелёная ЦП», или «ресурсоэнергосберегающая экологически безопасная ЦП» – это замкнутая система с обратной связью, которая представляет собой совокупность «прямой» ЦП, обеспечивающей движение и преобразование прямого материального потока («сырьё» – «готовый конечный продукт», и «обратной» ЦП, обеспечивающей движение и преобразование обратного отходопотока. Это такая замкнутая ЦП головного предприятия, ОФС и режимы эксплуатации которой обеспечивают высокие показатели ресурсоэнергосбереженности во всех звеньях ЦП, предотвращение образования всех видов отходов, переработку образующихся отходов при выполнении всех технологических процессов и бизнес-процессов, логистических операций и логистических функций внутри ЦП, а также других вторичных ресурсов, возникающих в ЦП</p>	<p>3</p> <p>– Достижение «нулевых отходов» (Zero Waste) на предприятии и цепи поставок в целом. – Обеспечение рационального потребления сырья и ТЭР при сокращении вредного воздействия на ОПС предприятия НГХК возможно только на основе всестороннего анализа и оптимизации входящих в структуру предприятий ХТС с полным учётом их взаимного влияния в структуре производственного комплекса; разработка «зелёных» ЦП исходного сырья и ТЭР, полупродуктов и конечной продукции; совершенствования механизмов контроля загрязнений и управления качеством ОПС. – Многоуровневая комплексная методология разработки ресурсоэнергосберегающих экологически безопасных технологий переработки промышленных отходов на предприятиях НГХК с использованием концепций «зелёной» логистики, состоящей из трех взаимосвязанных уровней: 1) информационно-аналитического и физико-химического уровня – уровня изучения генезиса и характеристик отходов; 2) химико-технологического уровня – уровня разработки физико-химических и инженерно-технологических способов переработки отходов; 3) организационно-логистического уровня – уровня планирования, организации и управления переработкой, использованием и движением промышленных отходов в замкнутых «зелёных» ЦП предприятия-источника отходов</p>	<p>4</p> <p>Для создания ресурсоэнергосберегающих экологически безопасных новых технологий и совершенствования существующих технологий переработки и утилизации отходов целесообразно применение многоуровневой комплексной методологии разработки ресурсоэнергосберегающих экологически безопасных технологий переработки промышленных отходов на предприятиях НГХК с использованием концепций «зелёной» логистики. При реализации этой методологии обязательное участие инженеров-химиков для выявления состава отходов, маркетологов для поиска рынков сбыта полученных отходов и управленцев-логистиков для организации распределительно-сбытового процесса отходов предприятия</p>
-----------	---	--	---

Литература:

1. Топливо-энергетический комплекс. – URL : <http://www.freesession.ru/tochnye/geografiya/52-geografiya-hozyaistva-rossii/234-toplivno-energeticheskij-kompleks.html>
2. Соколов А.Н. Эффективность энергоресурсов и смена технологических укладов // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2011. – № 5. – С. 416–427.
3. Голоскоков А.Н. Критерии сравнения эффективности традиционных и альтернативных энергоресурсов // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2011. – № 1. – С. 285–299. – URL : http://www.ogbus.ru/authors/Goloskokov/Goloskokov_5.pdf
4. Сафронов А.Ф., Голоскоков А.Н. EROEI как показатель эффективности добычи и производства энергоресурсов // Бурение и нефть. – 2010. – № 12. – С. 48–51. – URL : <http://burneft.ru/archive/issues/2010-12/13>
5. Косович Т.А. Совершенствование организационно-экономического механизма ресурсосбережения на предприятиях топливо-энергетического комплекса: дисс. ... канд. экон. наук. – Краснодар, 2002.
6. Богатырёв А.В. Теория и методология организационно-экономического обеспечения ресурсосбережения на промышленных предприятиях: дисс. ... канд. экон. наук. – Н. Новгород, 2010.
7. Мешалкин В.П. Ресурсосбережение как условие перехода экономики на путь устойчивого развития.
8. Мешалкин В.П., Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А. Основы энергоресурсоэффективных экологически безопасных технологий нефтепереработки. – Харьков, 2011. – 801 с.
9. Мешалкин В.П., Дови В., Марсанич А. Принципы промышленной логистики. – М.–Генуя : «РХТУ», 2002. – 727 с.
10. ГОСТ Р ИСО 14040-99. Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Принцип и структура. – М. : Издательство стандартов, 1999.
11. Мировых запасов газа хватит на 250 лет // Электронное периодическое издание «Лента.Ру» интернет-газета (LENTA.RU). – URL : <https://lenta.ru/news/2011/01/21/gas/>
12. Яковлев А.Л. Проектирование «зелёной» цепи поставок природного газа на примере предприятия ООО «Газпром добыча Ноябрьск» // Сборник публикаций Научно-информационного центра «Знание» по материалам VII международной заочной научно-практической конференции «Развитие науки в XXI веке» (30 октября 2015 года, г. Харьков). – Д. : научно-информационный центр «Знание», 2015. – С. 15–18. – URL : http://nic-znanie.org.ua/images/docs/Kharkiv_october_2015.pdf
13. Разработка «зелёной» цепи поставок природного газа предприятия ООО «Газпром добыча Ноябрьск». – URL : http://knowledge.allbest.ru/physics/2c0b65635a2ad78a4d43b89421306d36_0.html

References:

1. Fuel and energy complex. – URL : <http://www.freesession.ru/tochnye/geografiya/52-geografiya-hozyaistva-rossii/234-toplivno-energeticheskij-kompleks.html>
2. Sokolov A.N. Efficiency of energy resources and change of technological ways//Electronic scientific magazine «Oil and Gas Case». – 2011. – No. 5. – P. 416–427.
3. Goloskokov A.N. Criteria of comparison of efficiency of traditional and alternative energy resources // Electronic scientific magazine «Oil and Gas Case». – 2011. – No. 1. – P. 285–299. – URL : http://www.ogbus.ru/authors/Goloskokov/Goloskokov_5.pdf
4. Safronov A.F., Goloskokov A.N. EROEI as performance indicator of extraction and production of energy resources // Drilling and oil. – 2010. – No. 12. – P. 48-51. – URL : <http://burneft.ru/archive/issues/2010-12/13>
5. Kosovich T.A. Enhancement of the organizational and economic mechanism of resource-saving at the entities of fuel and energy complex: dissertation work for degree of Candidate of Economic Sciences. – Krasnodar, 2002.
6. Bogatyryov A.V. The theory and methodology of organizational and economic ensuring resource-saving on industrial enterprises: dissertation work for degree of Candidate of Economic Sciences. – Nizhny Novgorod, 2010.
7. Meshalkin V.P. Resource-saving as a condition of transition of economy on the way of a sustainable development.
8. Meshalkin V.P., Tovazhnyansky L.L., Kapustenko P. A. Bases energoresursoeffektivnykh of ecologically safe technologies of oil processing. – Kharkiv, 2011. – 801 p.
9. Meshalkin V.P., Dovi V., Marsanich A. Principles of industrial logistics. – M–Genoa : «RHTU», 2002. – 727 p.

10. GOST P ISO 14040-99. Management of environment. Lifecycle assessment. Principle and structure. – M. : Standards Publishing House, 1999.

11. There will last world gas reserves for 250 years // Electronic periodical «Лента.Ру» online newspaper (LENTA.RU). – URL : <https://lenta.ru/news/2011/01/21/gas/>

12. Yakovlev A.L. Designing of a «green» supply chain of natural gas on an example of the entity of LLC Gazprom dobycha Noyabrsk//the Collection of publications of Znaniye Scientific information center on materials V II the international correspondence scientific and practical conference «Development of Science in the 21st Century» (on October 30, 2015, Kharkiv). – D. : Znaniye scientific information center, 2015. – P. 15–18. – URL : http://nic-znanie.org.ua/images/docs/Kharkiv_october_2015.pdf

13. Development of a «green» supply chain of natural gas of the entity of LLC Gazprom dobycha Noyabrsk. – URL : http://knowledge.allbest.ru/physics/2c0b65635a2ad78a4d43b89421306d36_0.html

УДК 528

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

SOFTWARE FOR DATA ENGINEERING – GEODETIC SURVEY

Шевченко Г.Г.

Кубанский государственный
технологический университет

Ремигайло В.С.

Кубанский государственный
технологический университет
v.remigilo@gmail.com

Юровников Д.В.

Кубанский государственный
технологический университет

Ватолин В.А.

Кубанский государственный
технологический университет

Шамшурин Е.А.

Кубанский государственный
технологический университет

Аннотация. Рассмотрены особенности работы с инженерно-геодезическими программами. Описаны современные методы работы с приборами и обработки данных полученных в результате работы. Приведены примеры классификации программ и их пользовательских интерфейсов. Затронуты современные проблемы, стоящие перед программами для обработки данных инженерно-геодезических изысканий.

Ключевые слова: геодезия, программное обеспечение, обработка данных, набор программ, оборудование, интерфейс.

Shevchenko G.G.

Kuban State University of Technology

Remigaylo V.S.

Kuban State University of Technology
v.remigilo@gmail.com

Yurovnikov D.V.

Kuban State University of Technology

Vatolin V.A.

Kuban State University of Technology

Shamshurin E.A.

Kuban State University of Technology

Annotation. The features work with engineering and geodetic applications. The modern methods of work with the devices and processing the data obtained as a result of the work. Examples of classification of programs and their user interfaces. Touched upon contemporary issues facing the software for processing geodetic survey data.

Keywords: geodesy, software, data processing, a set of programs, equipment and interface.

С каждым годом, геодезические предприятия все чаще сталкиваются с требованием от заказчиков предоставлять материалы работ в виде электронных планов [1]. Стараясь насколько это возможно, не изменять технологию придерживаются следующего плана: выполняются полевые работы в своей традиционной форме, создаются топопланы при помощи тахеографов, после чего план на бумаге при помощи сканеров и дигитайзера переносится в электронный вид [5]. Конечно такой метод позволяет быстро воспроизвести электронный план, но теряется точность за счет отрисовки ручным способом, сканирования и векторизации. Есть и свои вполне ощутимые плюсы такого метода, например в том, что это самый доступный и быстрый способ переноса в электронный формат уже старый существующих планов. В процессе редактирования работ удобен комбинированный метод, когда бумажный план остается в виде растрового изображения, дополняется новыми объектами, которые были вычислены отдельно и в последствии добавляются. На западе и в нашей стране существуют немало программ способствующих помощи в автоматизации процессов вычисления, но в отличие

от запада российские геодезисты с неохотой пользуются новым и уже давно зарекомендовавшим себя ПО [2]. Дело даже совсем не в том, что приобретение оборудования и программ это затраты и некоторые решают сэкономить. Большинство просто привыкло считать при помощи калькулятора и это им кажется более привычным быстрым и понятным. И их можно понять ведь многие разработчики просто переносят нужные формулы в программу, совсем не заботясь о пользовательском интерфейсе, удобстве использования и обучения с нуля. Основные причины, по которым предпочитают избегать:

– Данные перед вводом в программу нужно самостоятельно упорядочить, что уже создает лишнюю работу.

– Отсутствие возможности редактирования ранее введенных данных и при нахождении ошибки придется либо вводить все заново, либо переделывать большую часть работы

– Отсутствие возможности решения комплексных задач. К примеру: задача Пантенота, Ганзена и др.

Зарубежные же аналоги редко бывают пригодны по причине расхождения норм и технологий из-за чего использование их становится практически бесполезным. Все же современные требования к скорости и точности обязывают применять и разбираться в новых технологиях. Любой, кто сталкивался или же столкнется с поиском подходящего ПО сразу же наткнется гигантов этой индустрии: LEICA GEO OFFICE, комплекс программ от компании Carlson, большой набор от компании CREDO-DIALOGUE, компания Trimble со своим многочисленным набором модулей для решения разнообразных задач и др [7]. Естественно помимо гигантов в этой индустрии с каждым годом появляются все новые и новые игроки предлагающие свои решения всё более сложным задачам, которые сейчас стоят перед современной геодезией [11].

С появлением программного обеспечения в геодезии стало возможно:

● обрабатывать «сырые» данные ручным вводом из полевого журнала в электронные таблицы;

● импортировать данные с цифровых приборов;

● наносить точки и описывать их атрибуты на электронной карте;

● создавать по линейным и угловым измерениям дополнительные точки относительно уже имеющихся;

● на основе цифрового классификатора карты создавать линейные, площадные, точечные объекты и подписи в соответствии с существующими условными знаками;

● формировать комплект документов и осуществлять ввод атрибутивных данных по стандарту Росземкадастра;

● подготавливать и редактировать цифровые классификаторы для крупномасштабных планов;

● производить настройку шаблонов отчетных документов;

● формировать горизонталы по пикетам ;

● выполнять векторизацию (оцифровку) планшетов по их растровому изображению;

● создавать нарезку электронной карты на планшеты указанного масштаба [9];

● формировать крупномасштабные планы по электронному абрису полевой съемки, где в качестве исходной информации используются пикеты, дата съемки, альбом съемки и полевой код;

● в соответствии с требованиями крупномасштабным топографическим планов, выполнять формирование зарамочного оформления планшетов

● подготавливать планы к печати.

Классифицировать геодезическое ПО можно по некоторым критериям:

– По виду обработки данных (данные со спутников, тахеометрические измерения и др.);

– По области применения (тахеометрическая съемка, топографическая съемка и др.);

– По структурным элементам (модульная, интегрированная и др.).

В основном покупатели ищут «золотую середину», что очень редко удается найти [4]. Скорее всего, большая часть функционала большой дорогой программы никогда не будет использована по причине либо ненужности, не знания всех возможностей или, как часто бывает, применения других узконаправленных программ, заточенных под конкретные цели [10]. По-возможности разработчики геодезического ПО стараются привести свои программы к единому стандарту. К примеру, данные с оптических приборов обрабатываются совместно с расчетами для получения трехмерных моделей. В основном разработчики создают программы для широко используемых приборов и работы с ними, этапы развития напрямую зависят от новинок в геодезическом оборудовании [9]. Основная задача всех технических программ состоит в том, чтобы автоматизировать весь ручной труд и повысить производительность [12].

При выборе программ для работы, прежде всего, нужно определиться с задачами, которые могут быть поставлены, проверить наличие сертификатов качества, проверка надежности поставщика, наличие русского интерфейса, возможность обновления через интернет. И немаловажной характеристикой является цена, поэтому подходить к выбору нужно ответственно.

Литература:

1. http://www.cadmaster.ru/magazin/articles/cm_03_rgs_classical_and_modern_geodesical_solutions.html
2. <http://www.intergeo.ru/catalog.php?cid=15>
3. Желтко Ч.Н., Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Олейникова Л.А. Учебная геодезическая практика : Справочное пособие по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений: 120700 – Землеустройство и кадастры, 270800 – Строительство, 130500 – Нефтегазовое дело, 271101 – Строительство уникальных зданий сооружений / ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, – 2014.
4. Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Желтко Ч.Н., Кравченко Э.В. Картография : Справочное пособие к лабораторным работам и контрольной работе для студентов всех форм обучения направления бакалавриата 120700 – «Землеустройство и кадастры» / ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014.
5. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G. Experimental investigations of the errors of measurements of horizontal angles by means of electronic tachometers // Measurement Techniques. – 2014. – V. 57. – № 3. – С. 277–279.
6. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems в учебно-образовательном процессе КубГТУ. Выполнение хозяйственных работ // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 4. – С. 64–66.
7. Осенняя А.В., Осенняя Е.Д., Хахук Б.А., Гура Д.А., Коломыцев А.А. Совершенствование институционально-экономического механизма оценки земель в современных условиях. – Краснодар, 2013.
8. Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Желтко С.Ч., Желтко Ч.Н. Учебная геодезическая практика : Методические указания по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений 120700 Землеустройство и кадастры, 130500 Нефтегазовое дело, 270800 Строительство, 271101 Строительств уникальных зданий и сооружений. – Краснодар, 2012. – Ч. 2 «Топографические съемки».
9. Гура Д.А., Гура Т.А. Обзор инженерно-геодезических задач, решаемых с использованием современных электронных тахеометров // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 111–113.
10. Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А. Метод определения смещений и осадок сооружений с учетом особенностей работ на строительной площадке // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – № 11. – С. 23–24.
11. Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Современные измерительные технологии на кафедре кадастра и геоинженерии в КубГТУ // Научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации Геопрофи. – 2012. – № 6. – С. 23–24.
12. Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Желтко С.Ч., Бердзенишвили С. Г., Нелюбов Ю. С. Геодезические работы при ведении кадастра : Методические указания к практическим занятиям для студентов всех форм обучения специальности 120303 Городской кадастр и направления 120700.62 Землеустройство и кадастры. – Краснодар, 2011.

References:

1. http://www.cadmaster.ru/magazin/articles/cm_03_rgs_classical_and_modern_geodesical_solutions.html
2. <http://www.intergeo.ru/catalog.php?cid=15>
3. Zheltko Ch.N., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Oleynikova L.A. Educational geodetic practice : Handbook on the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the directions: 120700 – Land management and inventories, 270800 – Construction, 130500 – Oil and gas case, 271101 – Construction of unique buildings of CONSTRUCTIONS / FGBOU VPO of «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2014.
4. Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Zheltko Ch.N., Kravchenko E.V. Kartografy : Handbook to laboratory works and examination for students of all forms of education of the direction of a bachelor degree 120700 – Land management and inventories / FGBOU VPO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2014.
5. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G. Experimental investigations of the errors of measurements of horizontal angles by means of electronic tachometers // Measurement Techniques. – 2014. – V. 57. – №. 3. – P. 277–279.
6. Osennya A.V., Osennyya E.D., Hakhuk B.A., Gura D.A., Kolomytsev A.A. Enhancement of the institutional and economic mechanism of an assessment of lands in modern conditions. – Krasnodar, 2013.
7. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. Experience of use of technologies and equipment Leica Geosystems in educational and educational process of KubGTU. Accomplishment hozdogovornykh of works // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2013. – No. 4. – P. 64–66.
8. Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Zheltko S.Ch., Zheltko Ch.N. Educational geodetic practice : Methodical instructions for the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the Land management directions 120700 and inventories, 130500 Oil and gas case, 270800 Construction, 271101 Construction of unique buildings and constructions. – Krasnodar, 2012. – Chast 2 «Surveys».
9. Gura D.A., Gura T.A. The overview of the engineering and geodetic tasks solved with use of modern electronic tacheometers // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 110–113.
10. Abushenko S.S., Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Ilchenko E.S. Determination of not vertical position of a construction the bezotrazhatelny tacheometer // In the collection: Sciences about Earth at the present stage. VI International scientific and practical conference. – 2012. – P. 98–102.
11. Gura D.A., Shevchenko G.G. Modern measuring technologies at department of the inventory and geoengineering in KUBGTU // Scientific and technical magazine on geodesy, cartography and navigation of the Geopro. – 2012. – No. 6. – P. 23–24.
12. Karelov S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Zheltko S.Ch., Berdzenishvili S.G., Nelyubov Yu.S. Geodetic works when maintaining the inventory : Methodical instructions to a practical training for students of all forms of education of specialty 120303 the City inventory and the Land management directions 120700.62 and inventories. – Krasnodar, 2011.

УДК 528

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ GPS-ПРИЕМНИКОВ

THE SOFTWARE FOR DATA HANDLING OF GPS RECEIVERS

Холодов Я.Д.

Кубанский государственный
технологический университет
yaroslaw.holodow2015@gmail.com

Рубан А.Г.

Кубанский государственный
технологический университет

Головко М.С.

Кубанский государственный
технологический университет

Оганесян С.Р.

Кубанский государственный
технологический университет

Вершинин А.Е.

Кубанский государственный
технологический университет

Ермолов И.С.

Кубанский государственный
технологический университет

Грибова И.С.

Кубанский государственный
технологический университет

Аннотация. Развитие вычислительной техники и геоинформатики, оснащение государственных органов мощными компьютерами, периферийными устройствами, средствами цифровой картографии, появление систем автоматизированного проектирования существенно изменили содержание и технологию кадастровых работ. Для решения большинства задач в области геодезии необходимо создание единого информационного пространства, включающего данные по обработке полевых измерений, графические, пространственные и описательные компоненты, электронной базы по межевым планам и объектам недвижимости. Программное обеспечение – это набор командных программ, с помощью которых решаются различные геодезические задачи. Программное обеспечение позволяет получить интерпретацию GPS-наблюдений.

Ключевые слова: программное обеспечение, GPS, кадастр, картография, вычислительная техника.

Kholodov J.D.

Kuban State University of Technology
yaroslaw.holodow2015@gmail.com

Ruban A.G.

Kuban State University of Technology

Golovko M.S.

Kuban State University of Technology

Hovhannisyan S.R.

Kuban State University of Technology

Vershinin A.E.

Kuban State University of Technology

Ermolov I.S.

Kuban State University of Technology

Gribova I.S.

Kuban State University of Technology

Annotation. The development of computer technology and Geoinformatics, the equipment of state bodies, powerful computers, peripheral devices, digital cartography, the emergence of computer-aided design have significantly changed the content and technology of cadastral works. For most purposes in the field of geodesy it is necessary to create single information space, including data processing of field measurements, graphical, spatial and descriptive components, electronic database on boundary plans and real estate. Software is a set of command programs, which is used to solve various surveying tasks. The software allows you to obtain the interpretation of GPS observations.

Keywords: Software, GPS, cadastre, cartography, computer science.

В наше время современные строительные, геодезические и изыскательные работы выполняются с применением новейших технологий сбора и последующей обработки информации, для чего и служит GPS оборудование. На начальных этапах строительства GPS оборудование применяется при привязки контрольных точек, разбивки тахеометрических и теодолитных ходов и множестве других геодезических задач. При использовании GPS оборудования снижаются сроки геодезических работ, т.к. идет одновременный сбор и последующая обработка координатных данных. Геодезическое GPS-оборудование применяется в основном для создания опорных сетей и развития съемочного обоснования, особенно в тех местах, где имеется редкая сеть исходных пунктов. Определение координат пользователя производится с помощью специальных спутниковых приемников, измеряющих либо время прохождения сигнала от нескольких спутников до приемника, либо фазу сигнала на несущей частоте (рис. 1.) [1–7].



Рисунок 1 – GPS-приемники

При помощи геодезических приемников стало возможно определение координат с точностью до миллиметров. Но для того, чтобы применять данные, полученные при съеме координат точек, нужно обработать, полученные GPS приемником, данные. А вот ПО навигационных приемников GPS позволяет экспортировать данные с приемника на внешние устройства, и импортировать в него необходимые данные о траекториях и маршрутах.



Рисунок 2 – Передача данных

Программное обеспечение

Для чего нужно программное обеспечение при выполнении разных геодезических задач? На самом деле программное обеспечение (ПО) визуализирует снятые на GPS приемниках данные (рис. 2). Существуют программы, созданные специально для корректировки данных, например, можно уравнивать координатное поле или удалять, при необходимости, координаты.

Выбор ПО и его разновидности, при обработке данных GPS

При выборе программного обеспечения следует знать, что разное ПО выполняет различные функции. Например, при использовании геодезических приемников ПО позволяет предварительно производить разбивку, иначе говоря: планировать съёмку, создавать цифровые карты, перемещать данные с приемника на компьютер и т.д.

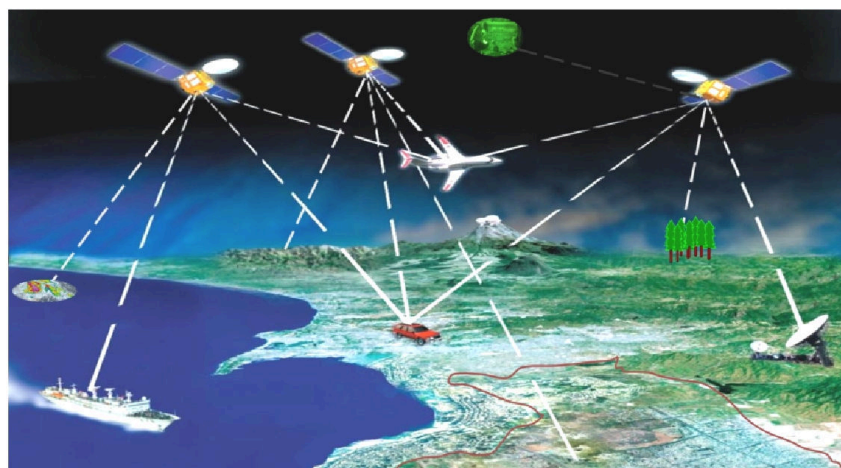


Рисунок 3 – Навигационные приемники

Программное обеспечение, входящее в комплект ГИС приемников, выполняет следующие функции: вводит дифференциальные поправки в координаты пунктов; создает цифровые карты с атрибутивной информацией; обеспечивает экспорт данных в различные ГИС пакеты для дальнейшей обработки. [8–10] В навигационных приемниках используется навигационное программное обеспечение, позволяющее находить искомые пункты, прокладывать маршруты, записывать траектории во время движения (рис. 3).

Возможности программного обеспечения GPS оборудования

На примере полевого инструмента, компании Leica Geosystems, SmartStation рассмотрим возможности его ПО. SmartStation (рис. 4.) представляет собой соединенный электронный тахеометр TPS1200 и двухчастотный GPS приемник. Уникальность его заключается в том, что он особо эффективен там, где съемочное обоснование недостаточно развито или отсутствует.

Второй его уникальной чертой является новая версия внутреннего ПО тахеометров Leica TPS1200 (firmware 3.0). Оно позволяет записывать «сырые» спутниковые измерения

Обработка данных GNSS и TPS измерений производится в едином многофункциональном программном обеспечении **Leica Geo Office**. Возможность совместной обработки данных полезна, когда нет доступа к исходному пункту, и базовая точка устанавливается рядом с ним. Достаточно один раз настроить Leica Geo Office, чтобы потом использовать его на всех этапах обработки данных.

Leica Geo Office содержит все необходимые инструменты для управления, визуализации, обработки, импорта и экспорта данных измерений. Программа основана на платформе Windows™ с многозадачной средой, что делает ее очень простой в изучении и удобной в работе. Встроенная система помощи содержит необходимые инструкции и советы по применению программы. Leica Geo Office состоит из базового программного пакета и опций, которые открываются в программе пользователя при наличии ключа аппаратной защиты. [14-15]

К таким опциям относятся:

- постобработка GPS/ГЛОНАСС измерений;
- преобразование координат из WGS84 или ПЗ-90 в локальную систему координат;
- импорт данных в формате RINEX;
- уравнивание сети;
- экспорт данных в GIS/CAD форматах и многие другие опции.

Таким образом, итогом работы является предоставление основной информации об программном обеспечении обработке GPS-данных, а также основных видах таких ПО и их основных характеристиках.

Литература:

1. <http://cyberleninka.ru/article/n/prezentatsiya-novogo-gps-oborudovaniya-kompanii-leica-geosystems> (06/07/2016).
2. <http://www.studfiles.ru/preview/3988240> (06/07/2016).
3. <http://www.intergeo.ru/catalog.php?cid=15> (06/07/2016).
4. <http://elibrary.ru/item.asp?id=24808369>
5. Гура Д.А., Карслян А.М. Особенности съемки подземных коммуникаций для составления технического плана на примере города Рязани // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 3. – С. 99–109.
6. Гура Д.А., Алкачев Т.Э. Создание 3D кадастра объекта недвижимости для постановки на кадастровый учет на примере железнодорожного вокзала адлерского района г. Сочи // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2015. – № 11. – С. 362–369.



Рисунок 4 – SmartStation

7. Желтко Ч.Н., Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Олейникова Л.А. Учебная геодезическая практика : Справочное пособие по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений: 120700 – Землеустройство и кадастры, 270800 – Строительство, 130500 – Нефтегазовое дело, 271101 – Строительство уникальных зданий сооружений / ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014.

8. Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Желтко Ч.Н., Кравченко Э.В. Картография : Справочное пособие к лабораторным работам и контрольной работе для студентов всех форм обучения направления бакалавриата 120700 – «Землеустройство и кадастры» / ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014.

9. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Алкачев Т.Э. Анализ полученных данных методом лазерного сканирования для выполнения периодического мониторинга на примере здания расположенного в г. Краснодаре // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2014. – № 4. – С. 77–83.

10. Желтко Ч.Н., Бердзенишвили С.Г., Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Пастухов М.А. Учебная геодезическая практика : Методические указания по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений 120700 Землеустройство и кадастры, 130500 Нефтегазовое дело, 270800 Строительство, 271101 Строительство уникальных зданий и сооружений. – Краснодар, 2013. – Ч. 3 «Решение геодезических задач».

11. Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Желтко С.Ч., Желтко Ч.Н. Учебная геодезическая практика : Методические указания по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений 120700 Землеустройство и кадастры, 130500 Нефтегазовое дело, 270800 Строительство, 271101 Строительство уникальных зданий и сооружений. – Краснодар, 2012. – Ч. 1 «Создание съёмочного обоснования».

12. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems в учебно-образовательном процессе КубГТУ. Выполнение хозяйственных работ // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 4. – С. 64–66.

13. Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Современные измерительные технологии на кафедре кадастра и геоинженерии в КубГТУ // Научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации Геопрофи. – 2012. – № 6. – С. 23–24.

14. Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий : Методические указания по выполнению контрольной работы для студентов заочной, дистанционной форм обучения и МИППС специальности 120303 Городской кадастр. – Краснодар, 2010.

15. Рудик Е.А., Гура Д.А. Проведение топографической съёмки с применением спутниковых систем и электронных тахеометров // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 118–120.

References:

1. <http://cyberleninka.ru/article/n/prezentatsiya-novogo-gps-oborudovaniya-kompanii-leica-geosystems> (06/07/2016).
2. <http://www.studfiles.ru/preview/3988240> (06/07/2016).
3. <http://www.intergeo.ru/catalog.php?cid=15> (06/07/2016).
4. <http://elibrary.ru/item.asp?id=24808369>
5. Gura D.A., Karslyan A.M. Features of shooting of underground communications for creation of the technical plan on the example of the city of Ryazan // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 3. – P. 99–109.
6. Gura D.A., Alkachev T.E. Creation of the 3D inventory of a real estate object for statement on the cadastral registration on the example of the railway station of Adlersky District of Sochi // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2015. – No. 11. – P. 362–369.
7. Zheltko Ch.N., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Oleynikov L.A. Educational geodetic practice : The handbook on the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the directions: 120700 – Land management and inventories, 270800 – Construction, 130500 – Oil and gas case, 271101 – Construction of unique buildings of constructions / FGBOU VPO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing house – South, 2014.
8. Berdzenishvili S.G., Gura D. =A., Zheltko Ch.N., Kravchenko E.V. Kartografy : The handbook to laboratory works and examination for students of all forms of training of the direction of a bachelor degree 120700 – «Land management and inventories» / FGBOU VPO «KUBGTU». – Krasnodar : Publishing house – South, 2014.

9. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Alkachev T.E. The analysis of the obtained data by method of laser scanning for accomplishment of periodic monitoring on the example of the building located in Krasnodar // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2014. – No. 4. – P. 77–83.
10. Zheltko Ch.N., Berdzenishvili S.G., Korelov S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Shepherds M.A. Educational geodetic practice: Methodical instructions for the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the Land management directions 120700 and inventories, 130500 Oil and gas case, 270800 Construction, 271101 Construction of unique buildings and constructions. – Krasnodar, 2013. – P. 3 «Solution of geodetic tasks».
11. Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Zheltko S.Ch., Zheltko Ch.N. Educational geodetic practice: Methodical instructions for the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the Land management directions 120700 and inventories, 130500 Oil and gas case, 270800 Construction, 271101 Construction of unique buildings and constructions. – Krasnodar, 2012. – P. 1 «Creation of film-making reasons».
12. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. Experience of use of technologies and equipment Leica Geosystems in educational and educational process of KUBGTU. Accomplishment hozdogo-vornyk of works // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2013. – No. 4. – P. 64–66.
13. Gura D.A., Shevchenko G.G. Modern measuring technologies at department of the inventory and geoenineering in KUBGTU // the Scientific and technical magazine on geodesy, cartography and navigation of the Geopro. – 2012. – No. 6. – P. 23–24.
14. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Shevchenko G.G. Fotogrammetriya and remote sounding of territories : Methodical instructions on performance of examination for students of the correspondence, remote forms of education and MIPPS of specialty 120303 the City inventory. – Krasnodar, 2010.
15. Rudik E.A., Gura D.A. Carrying out survey with use of satellite systems and electronic tacheometers // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 118–120.

УДК 656.073

МЕТОДЫ РАСЧЕТА СЕБЕСТОИМОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ ПРОДУКЦИИ

METHODS OF CALCULATING THE COST OF TRANSPORT OF PRODUCTS

Коновалова Татьяна Вячеславовна

Кубанский государственный
технологический университет

Надирян София Леоновна

Кубанский государственный
технологический университет
sofi008008@yandex.ru

Миронова Мария Петровна

Кубанский государственный
технологический университет

Миронова Юлия Петровна

Кубанский государственный
технологический университет

Аннотация. В данной статье мы рассмотрим методы расчета себестоимости транспортной продукции. Изучение себестоимости продукции имеет важное значение для автотранспортного предприятия. Разработка и реализация управленческих решений базируется на соответствующей информации о состоянии в различных функциональных областях деятельности предприятия. Так, данные учета издержек производства и калькулирования себестоимости транспортной продукции являются важным средством выявления производственных резервов, постоянного контроля за использованием материальных, трудовых и финансовых ресурсов с целью повышения экономической эффективности производства. Это определяет, что участок издержек производства и калькулирования себестоимости транспортной продукции занимает наиболее важное место в организационно-управленческой системе предприятия.

Ключевые слова: автотранспортное предприятие, транспортные затраты, себестоимость, расходы, фонд оплаты труда, калькулирования.

Konovalova Tatiana Vyacheslavovna
Kuban State University of Technology

Nadiryan Sofiya Levonovna
Kuban State University of Technology
sofi008008@yandex.ru

Mironova Mariya Petrovna
Kuban State University of Technology

Mironova Yuliya Petrovna
Kuban State University of Technology

Annotation. In this article we will discuss the costing methods of the transport of products. A study of production costs is important for trucking companies. Development and implementation of management decisions based on relevant information about the state in various functional areas of the enterprise. Thus, the data of the account of production costs and calculation of cost of transportation of goods are an important tool for the identification of production reserves, constant control over the use of material, labor and financial resources to improve the economic efficiency of production. This specifies that the plot of production costs and calculation of cost of transportation of products is the most important place in the organizational and managerial system of the enterprise.

Keywords: transportation company, transportation charges, cost, expenses, payroll, calculation.

Изучение себестоимости продукции имеет важное значение для автотранспортного предприятия. Разработка и реализация управленческих решений базируется на соответствующей информации о состоянии в различных функциональных областях деятельности предприятия. Так, данные учета издержек производства и калькулирования себестоимости транспортной продукции являются важным средством выявления производственных резервов, постоянного контроля за использованием материальных, трудовых и финансовых ресурсов с целью повышения экономической эффективности производства [1, 2]. Это определяет, что участок издержек производства и калькулирования себестоимости транспортной продукции занимает наиболее важное место в организационно-управленческой системе предприятия.

Себестоимость продукции относится к числу важнейших качественных показателей, отражающих все стороны производственно-хозяйственной деятельности автотранспортного предприятия, его достижений и недостатков. Уровень себестоимости связан с объемом и качеством продукции, использованием рабочего времени, сырья, материалов,

оборудования, расходом фонда оплаты труда и т.д. Себестоимость является основой определения цен и тарифов на транспортную продукцию. Ее снижение приводит как к увеличению суммы прибыли так и уровня конкурентоспособности [3, 4]. Для того, чтобы добиваться снижения себестоимости, необходимо четко осознавать состав, структуру и факторы ее динамики, а также методы калькуляции себестоимости.

В общем смысле себестоимость транспортной продукции можно определить, как совокупность денежных средств, которые тратит предприятие на производство транспортных услуг. Рассмотрим теперь это понятие подробнее.

Себестоимость – это стоимостная оценка используемых в процессе производства транспортной продукции топлива, энергии, основных фондов, трудовых ресурсов и других затрат на её производство и реализацию.

Себестоимость – это затраты на производство транспортной продукции. Как правило, себестоимость составляют расходы, непосредственно относящиеся к перевозке грузов (пассажиров), но возможен и вариант расчета себестоимости, при котором административно-управленческие расходы также распределяются на стоимость транспортной продукции.

Себестоимость – это затраты предприятия на производство транспортной продукции, выраженные в денежной форме.

Перечисленные определения себестоимости имеют различный экономический смысл, но все они предполагают, что производство и реализация транспортной продукции требуют определённых затрат ресурсов: материальных, трудовых и информационных. Для оценки эффективности автотранспортного предприятия требуется оценка данных затрат в стоимостном выражении. Себестоимость является качественным показателем, поскольку она характеризует уровень использования всех ресурсов, которые использует автотранспортное предприятие [5, 6]. А также она выполняет такие функции как: учет и контроль всех затрат на производство и реализацию транспортной продукции; является базой для формирования цены и тарифов на продукцию предприятия; определяет рентабельность и прибыльность предприятия; а также является экономическим обоснованием принятия управленческих решений.

Продукцией транспорта является перевозка грузов (пассажиров), которая не имеет вещественной формы, именно поэтому в расходах автотранспортных предприятий отсутствуют затраты на сырье [7]. Вследствие этого, структура эксплуатационных расходов транспортных предприятий по элементам затрат существенно отличается от структуры затрат промышленных предприятий.

Себестоимость продукции автотранспортного предприятия (АТП) принято рассчитывать по следующим статьям (рис. 1):

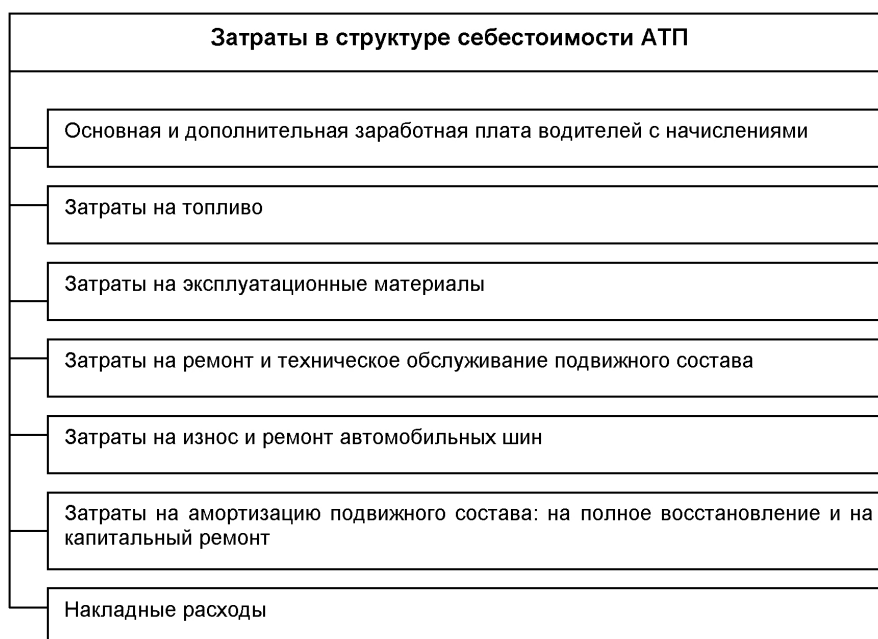


Рисунок 1 – Структура себестоимости транспортной продукции

Существуют различные методы расчета себестоимости. Основными из них являются методы, представленные на рисунке 2.

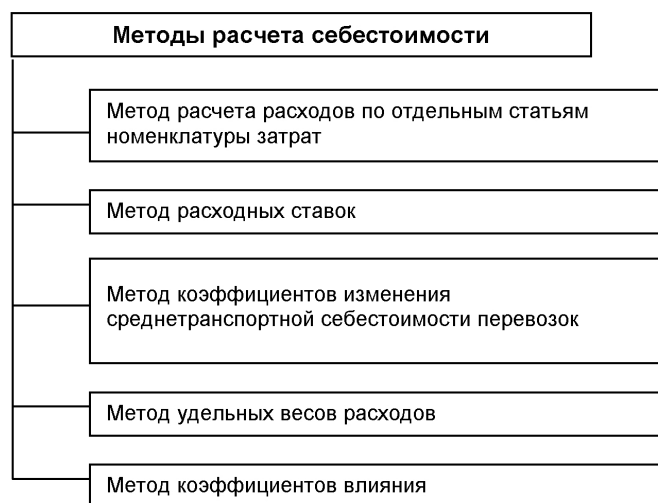


Рисунок 2 – Методы расчета себестоимости

Метод расчета по отдельным статьям номенклатуры расходов основан на связи отдельных статей или группы статей в части зависящих расходов с измерителями работы автомобильного транспорта. При этом методе количество измерителей не ограничивается, что позволяет более точно отразить изменение расходов в конкретных условиях, но приводит к существенному увеличению объема расчетов [7, 8].

Метод расходных ставок более прост и поэтому широко используется в технико-экономических расчетах. Он основывается на применении особой системы калькуляционных (расчетных) измерителей. Для сокращения расчетов в данном методе количество измерителей ограничивается.

С помощью метода коэффициентов изменения среднетранспортной себестоимости перевозок определяют среднетранспортные расходы, которые связаны с калькуляционными измерителями, рассчитываются затраты калькуляционных измерителей в конкретных условиях и определяется коэффициент изменения среднетранспортной себестоимости.

Метод удельных весов расходов заключается в выделении из себестоимости доли, приходящейся на отдельные измерители или группы статей в процентах от общей величины расходов.

Следующий метод – метод коэффициентов влияния. Он применяется для определения себестоимости перевозок или экономии эксплуатационных расходов при изменении качественных показателей использования подвижного состава.

Вышеперечисленные методы возможно применять при расчете затрат, относимых на себестоимость транспортной продукции.

Литература:

1. Выбор способов повышения эффективности системы транспортного обслуживания промышленных предприятий / Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Недашковская А.О. // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2015. – № 4. – С. 81–84.
2. Методика выбора системы транспортного обслуживания производственных предприятий / Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Недашковская А.О. // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2015. – № 11–2. – С. 38–40.
3. Особенности системы транспортного обслуживания производственных предприятий в регионе / Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Недашковская А.О. // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2015. – № 3. – С. 120–122.
4. Особенности финансово-экономического анализа деятельности автотранспортных предприятий / Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Ненастин С.В. // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2015. – № 3. – С. 137–141.

5. Особенности финансово-экономического анализа деятельности автотранспортных предприятий / Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Ненастин С.В. // Вестник транспорта. – 2016. – № 1. – С. 10–12.

6. Панкратова Лилия Борисовна. Экономическое обоснование уровня переменных затрат на железнодорожном транспорте в современных условиях : Дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05. – М., 1999. – 166 с.

7. Разработка методов учета логистических затрат автотранспортного предприятия / Коновалова Т.В. : Дисс. ... канд. экон. наук / Ростовский государственный строительный университет. – Ростов-на-Дону, 2004.

8. Стратегическое планирование финансовой деятельности автотранспортного предприятия / Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Мелешенко О.И., Папазян М.В. // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2014. – № 3. – С. 76–78.

References:

1. Selection of ways to improve the efficiency of the transport service system of industrial enterprises / Konovalova T.V., Nadiryan S.L., Nedashkovskaya O.A. // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2015. – № 4. – P. 81–84.

2. Methodology choice of system of transport service of production enterprises / Konovalova T.V., Nadiryan S.L., Nedashkovskaya O.A. // Humanitarian, socio-economic and social Sciences. – 2015. – № 11–2. – P. 38–40.

3. Features of the system of transport service of production enterprises in the region / Konovalova T.V., Nadiryan S.L., Nedashkovskaya O.A. // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2015. – № 3. – P. 120–122.

4. Features of the financial-economic analysis of activity of motor transport enterprises / Konovalova T.V., Nadiryan S.L., Nonactin S.V. // Vestnik of Siberian state automobile and highway Academy. – 2015. – № 3. – P. 137–141.

5. Features of financial and economic analysis of activity of transport enterprises / Konovalova T.V., Nadiryan S.L., Nonactin S.V. // Journal of transport. – 2016. – No. 1. – P. 10–12.

6. Pankratova Lilia Borisovna. The economic justification of the level of variable costs of rail transport under modern conditions : Dis. Cand. Ekon. Sciences : 08.00.05. – М., 1999. – P. 166.

7. Development of methods of accounting logistical costs of the transport enterprise / Konovalova T.V. : Diss. on competition of a scientific degree of candidate of economic Sciences / Rostov state construction University. – Rostov-on-don, 2004.

8. Strategic planning of financial activities of the motor transportation enterprise / Konovalova T.V., Nadiryan S.L., Meleshenko O.I., Papazian M.V. // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2014. – No. 3. – P. 76–78.

Порядок публикации статьи

- Статья, предоставляемая для публикации в журнале, должна быть ранее неопубликованной, актуальной, обладать новизной, **тщательно вычитана**.
- Статья должна соответствовать **Правилам оформления**.
- Содержание статьи должно соответствовать тематикам рубрик журнала.
- В стоимость публикации входит один печатный экземпляр журнала, публикация в сетевой версии журнала (на сайте <http://id-yug.com>), почтовая доставка, сопровождение в системе РИНЦ.

Редакционный совет в течение 3–5 дней рассматривает предоставленную статью. В случае положительного решения о публикации редакция направляет Вам договор (оферта), счет (квитанцию) на оплату.

В случае необходимости редакция может затребовать предоставление заключения внутрифирменных служб экспортного контроля по материалам статьи.

Предоставляемая статья должна содержать следующие компоненты:

- Код УДК;
- Сведения об авторах (рус./англ.):
 - а) фамилия, имя, отчество (полностью);
 - б) ученая степень;
 - в) ученое звание;
 - г) должность, место работы (без сокращений);
 - д) контактный телефон;
 - е) контактный E-mail автора.
- Название статьи (рус./англ.);
- Аннотация (рус./англ.);
- Ключевые слова (рус./англ.);
- Основной текст статьи на русском языке (рекомендуется не менее 3-х страниц);
- Список литературы (рус./англ.).

Текст статьи должен быть набран в текстовом редакторе Word 1997–2007, шрифт Times New Roman, кегль — 14, межстрочный интервал — 1, абзацный отступ 1,25 см., все поля — 2,5 см, страницы не нумеровать, для выделений использовать *курсив*, **жирный шрифт**, а также **их сочетание**.

Таблицы набираются в текстовом редакторе Word 1997–2007, шрифт Times New Roman, кегль — 12. Таблицы нумеруются и подписываются. В тексте статьи указываются ссылки на таблицы.

Иллюстрации (рисунки, графики, диаграммы, фотографии) должны быть встроены в текст в виде картинок, в оттенках серого, разрешением 300 dpi. Иллюстрации нумеруются (нумерация сквозная арабскими цифрами) и подписываются. В тексте статьи указываются ссылки на иллюстрации.

Формулы набираются в редакторе формул Microsoft Equation 3.0. Все формулы должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами. Номера формул оформляются в круглых скобках.

Сноски оформляются постранично.

Ссылки на литературу оформляются в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 и ГОСТ 7.82-2001. Ссылки оформляются в порядке упоминания или цитирования в тексте в квадратных скобках арабскими цифрами.

Более подробную информацию можно получить на сайте www.id-yug.com

График выхода журнала и приема статей на 2016 г.

№ журнала	Прием статей до:	Выход журнала:
1	31 марта	15 апреля
2	30 июня	15 июля
3	30 сентября	14 октября
4	21 декабря	30 декабря

НАУЧНЫЙ МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ЖУРНАЛ
НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИИ
(политехнический вестник)

2016, № 2

SCIENTIFIC MULTIDISCIPLINARY MAGAZINE
SCIENCE. ENGINEERING. TECHNOLOGY
(polytechnical bulletin)

2016, № 2

www.id-yug.com

Редактор — А.С. Семенов

Editor — A.S. Semenov

Оригинал-макет — Н.Р. Исаян

Dummy — N.R. Isayan

Дизайн обложки — Н.Р. Исаян

Design of a cover — N.R. Isayan

Сдано в набор 11.07.2016.
Подписано в печать 13.07.2016.
Формат 60 x 84¹/₈.
Бумага офсетная.
Печать riso.
Уч.-изд. л. 12,3.
Тираж 500 экз.

It is handed over in a set 11.07.2016.
It is sent for the press 13.07.2016.
Format 60 x 84¹/₈.
Offset paper.
Riso press.
Ed.-prod. l. 12,3.
Circulation is 500 pieces.

Отпечатано в ООО «Издательский Дом – Юг»
Россия, 350072, г. Краснодар,
ул. Московская, 2

It is printed in JSC «Izdatelsky Dom – Yug»
Russia, 350072, Krasnodar,
Moskovskaya St., 2

Заказ № 1582

Order No. 1582

Тел.: +7(918) 41-50-571
e-mail: id.yug2016@gmail.com
Сайт: www.id-yug.com

Ph.: +7(918) 41-50-571
e-mail: id.yug2016@gmail.com
Site: www.id-yug.com