

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 м<sup>3</sup> – 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:

$$\text{EROEI} = \frac{\text{Энергия полученная}}{\text{Энергия, затраченная на добычу (производство)}}.$$

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.

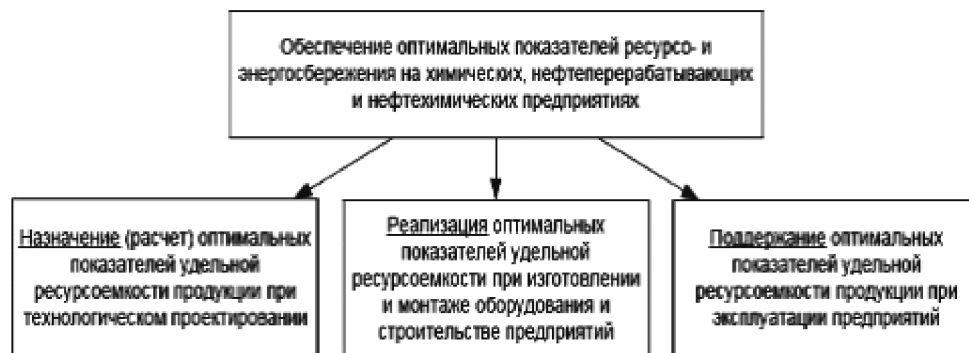


Рисунок 1 – Основные организационно-управленческие этапы обеспечения оптимальной ресурсоэнергоэффективности на химических, нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях

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).

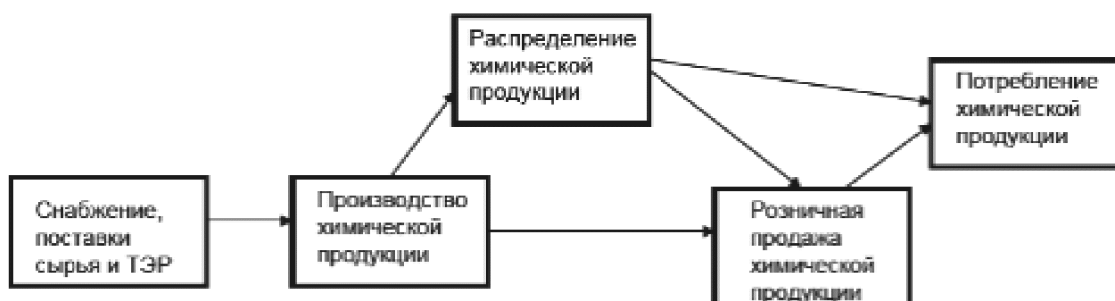
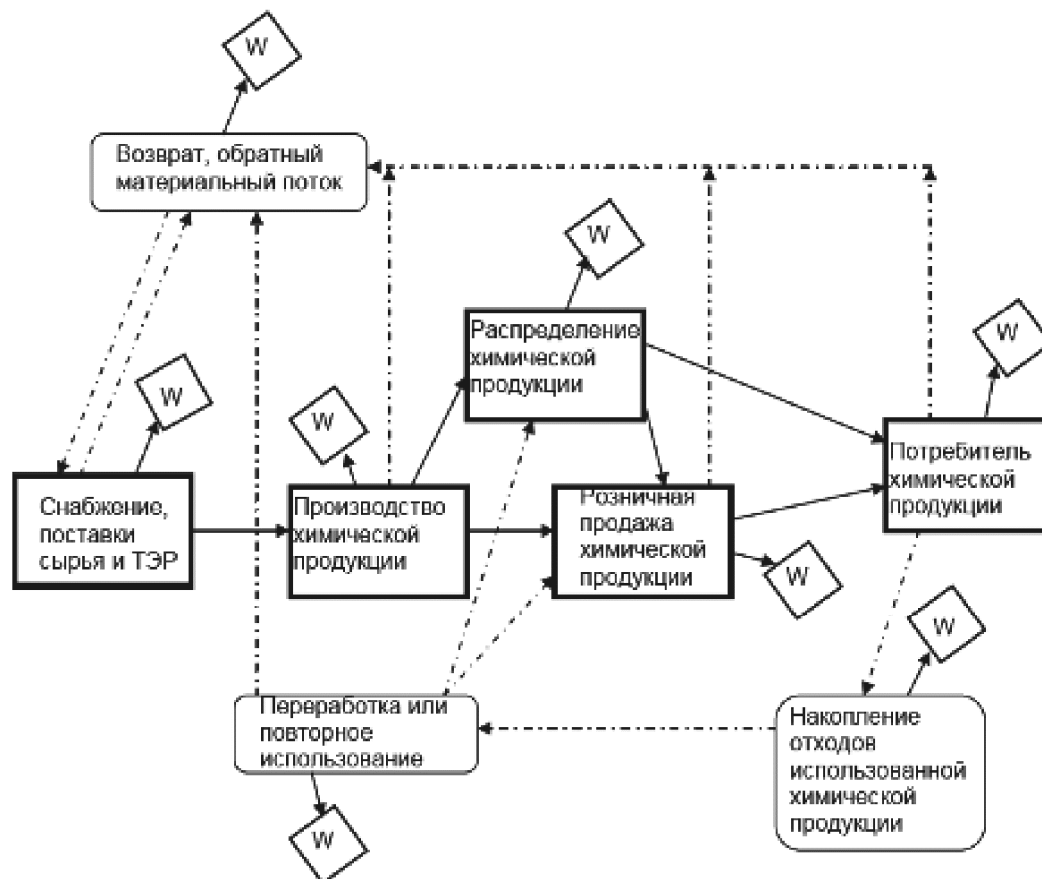


Рисунок 3 – Упрощённая блок-схема традиционной цепи поставок химического предприятия



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 отходопотоков – 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).</p> <p>Состоит из следующих этапов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) создание математической модели, описывающей межотраслевые отношения в региональной экономике;</li> <li>2) прогнозирование эффективности инвестиционных вложений в ресурсосберегающие проекты отраслей ТЭК как составляющей части региональной экономики;</li> <li>3) определение вектора инвестиционных вложений в заданные дискретные моменты времени, при котором оптимально удовлетворяется спрос на продукцию;</li> <li>4) анализ инвестиционных вложений в произвольные моменты времени</li> </ol> | <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 большее 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>– Применение ресурсосберегающих технологий, которые могут рассматриваться с двух позиций:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) как технологии, решающие экономию всех видов ресурсов, улучшения качества, повышения долговечности и надежности объектов производства;</li> <li>2) как средство повышения экологичности этих производств, усиления их природоохранных и средозащитных функций.</li> </ol> <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<br>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.<br/>         – 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.<br/>         – Многоуровневая комплексная методология разработки ресурсоэнергосберегающих экологически безопасных технологий переработки промышленных отходов на предприятиях НГХК с использованием концепций «зелёной» логистики, состоящей из трех взаимосвязанных уровней:<br/>         1) информационно-аналитического и физико-химического уровня – уровня изучения генезиса и характеристик отходов;<br/>         2) химико-технологического уровня – уровня разработки физико-химических и инженерно-технологических способов переработки отходов;<br/>         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](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](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](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](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](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](http://knowledge.allbest.ru/physics/2c0b65635a2ad78a4d43b89421306d36_0.html)