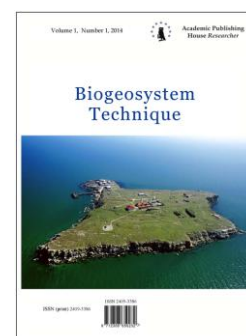


Copyright © 2015 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation  
Biogeosystem Technique  
Has been issued since 2014.  
ISSN: 2409-3386  
Vol. 3, Is. 1, pp. 64-81, 2015

DOI: 10.13187/bgt.2015.3.64  
[www.ejournal19.com](http://www.ejournal19.com)



UDC 332.133.6

### **System Technologic Complexes as Organizational and Economic Basis of Resource-saving and Energy Efficiency**

<sup>1</sup> Aleksandr P. Moskalenko  
<sup>2</sup> Stanislav A. Moskalenko

<sup>1-2</sup> Novocherkassk State Academy of Land Development, Russian Federation  
Pushskin st., 111, Novocherkassk, 346428

<sup>1</sup> Dr. (Economy), Professor

<sup>2</sup> PhD (Economy)

E-mail: stanislav-moskalenko@yandex.ru

#### **Abstract**

**Importance.** The relevance of the issue is caused by the problem of greening of Russian economy, and the environmental services sector at the micro level. The solution of the problem is related to the development and use of environmentally advanced technologies, waste recycling. It is necessary to consider as valid the permitted environmental negative impact and the technological capabilities to reduce this impact directly or by the mean of goods produced or services provided, which are implemented at the given organizational-economic system. This requires the development of restrictions and criteria to evaluate the environmental, social and economic characteristics of the organizational-economic system (system-technologic complex). The paper deals with the structure, principles of organization and performance criteria of system-technologic complexes. Are formulated the main principals of specialized system-technologic complexes as a base of economic clusters.

**The purpose / objectives.** The aim of this work is to develop the functional requirements to the structure and characteristics of system-technologic complexes at the junction of systems engineering and environmental economics.

Achievement of this goal suggests the following tasks:

- definition of system-wide concepts and methodology of the participant's common goal for the design process and designed system's use;
- generalization and aggregation of methods and parameters determining the functional and structural characteristics of the system;
- parameters of the system and their linkage on the of the system's life cycle.

**The object** of the study is the system-technologic complexes as a basic element of environmental activities.

**The subject** of this study is technological, environmental and economic relations in the process of designing and research of system-technologic complexes.

**The Results.** Within the framework of the present work it was found that the system-technologic complexes can be the base of resource and energy efficient economic clusters.

**Keywords:** systemic approach; properties of systems; the efficiency criterion; the life cycle; the structure of economic clusters.

## Введение

Общепризнано, что ключевой системообразующий элемент реального сектора экономики – предприятие, юридическое лицо, основная цель которого генерация прибыли и производство ценностей (продукты, услуги) для использования их всеми членами общества.

Анализ существующего материала по проблематике системных исследований, практических результатов создания сложных технических комплексов позволяет сделать вывод, что любое предприятие, производящее продукты, услуги, является сложным системотехнологическим комплексом (*СТК*). Особенностью данного объекта является его существенная неоднородность. С одной стороны, в нем наличествуют чисто технологических компонентов и людей, что обычно передаётся термином «технологический комплекс». С другой стороны, для понимания сущности объекта требуется его рассмотрение, прежде всего, как системы, в экономическом, экологическом и социальном аспектах.

Кроме того, поскольку при рассмотрении *СТК* временной период его функционирования (жизненный цикл) трактуется широко и включает как процесс проектирования, так и процессы строительства (создания) и испытания, эксплуатации и утилизации (демонтажа), то системное представление *СТК* является необходимым и соответствует базовому методу его исследования – системному подходу.

## Методы

*СТК* следует понимать как систему, поскольку он обладает, по меньшей мере, четырьмя свойствами [1, С. 8-11]:

– *СТК*, прежде всего, **целостная совокупность элементов** (первичный признак). С одной стороны это целостное образование, с другой в ней могут быть выделены целостные объекты или элементы, которые существуют лишь в системе и определяют наличие в системе свойств целостности. Признак целостности предполагает рассмотрение системы как единого целого состоящего из взаимодействующих частей, зачастую, разнокачественных, но, одновременно, совместимых [2];

– наличие **существенных устойчивых связей** между элементами и/или их свойствами, которые превосходят по силе (мощности) связи этих элементов с элементами, не входящими в данную систему, т.е. принадлежащими окружающей систему среде. Поскольку важной характеристикой связей является их сила (или мощность), то можно утверждать, что система существует как целостное образование только тогда, когда сила существенных связей между элементами системы на любом отрезке времени жизненного цикла её существования больше, чем сила связи этих же элементов с окружающей средой. Сравнительно просто мощность вещественных и энергетических связей в *СТК* можно оценить по концентрации потоков вещества и энергии [3, 4]. Связь в подобных системах по-разному влияет на ход происходящих в ней процессов, поэтому их разделяют на: соединительные, ограничивающие, усиливающие (ослабляющие), запаздывающие (опережающие), селективирующие, положительные и отрицательные обратные связи, координирующие связи и т.п. Актуализация существенных связей, пространственное распределение элементов системы, их существование в определённых временных пределах, обеспечивается системосоздающими факторами: материально-энергетические потоки [2], контактная способность [3], способность запоминать состояние внешней среды и самой системы, способность оценивать конечные результаты действия системы [4], возможность обеспечить мониторинг, как состояния окружающей среды, так и самой системы и др.;

– **организация** системы характеризует наличие в ней определённой структурированности (организованности), проявляющейся в снижении степени неопределённости в системе (энтропии) по сравнению с энтропией образующих её элементов системы [5], числа существенных связей, которыми обладают элементы пространства, которое занимает система, и времени (моменты жизненного цикла). Таким образом, при актуализации (формировании) элементов, их существенных связей и упорядочения распределения этих связей и складывается определённая структура системы, а свойства элементов трансформируются в функции (действия, поведение) системы. Последнее определяет интегративные качества системы или эмерджентные свойства;

– **интегративные качества** системы, которые ею приобретаются и становятся присущи системе в целом, но не свойственны в отдельности ни одному из её элементов. Интегративные качества системы выводят её синергетические эффекты, т.е. конечный эффект системы может быть больше суммы эффектов составляющих её элементов. Это проявление процесса перехода количественных изменений в качественные. Этот эффект эмерджентности не аддитивен по отношению к локальным эффектам элементов системы.

В известной работе М. Месаровича [6] система формально определяется: множеством неявно определённых элементов; некоторым множеством элементарных преобразований; множеством правил образования последовательностей из элементов, т.е. задание структурированности системы; некоторым множеством высказываний, определяющих исходный характер формальных объектов, используемых для построения новых видов этих объектов. Такое формальное определение системы определяет такие свойства систем как наличие элементов и связей между ними. В работе [4, С. 14] система определяется как «...комплекс избирательно вовлечённых компонентов, у которых взаимодействие и взаимоотношение приобретают характер взаимодействия компонентов на получение фиксированного полезного результата», т.е. это применимо к целенаправленным «живым» системам. Существует определение систем через категории «вещь», «свойство», «отношение», т.е. имеет место неполный охват основных свойств в понятии система.

В данной работе любой объект, который обладает всеми четырьмя вышеуказанными свойствами, будем определять как система.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Многообразие систем весьма велико и их полная классификация ещё далека от завершения. В части экологии и экономики природопользования, в общем случае, рассматривают:

– естественные системы: организм, популяция, естественная природная система, биосфера и общество – как социальная система;

– искусственные системы, системы, созданные человеком: включают оборудование, механизмы, технологические линии, производственные комплексы, технические системы, предприятия – содержательно отображаются в *СТК*, территориально-производственные системы, экономические кластеры, экономические районы, другие организационно-экономические системы с доминантой технологической составляющей в определённой мере также отображаются в *СТК*.

При изучении системотехнологических комплексов, их взаимосвязи со средой через использование природных ресурсов, в контексте задачи рационального ресурсопользования и эффективности производства, на первый план выдвигаются задачи: изучения экологичности этих систем, изучения круговорота вещества, последовательности операций по использованию энергии, формированию на этой основе обобщённых показателей и критериев функционирования *СТК*:

– полноты использования материальных и энергетических ресурсов (ПИМЭР) и его отображений: показателей ресурсо- и энергосбережения, энергоэффективности *СТК*;

– экономической эффективности;

– социальной эффективности;

– экологической эффективности;

– разработки методов и форм создания и использования конкретных образцов системотехнологических комплексов.

Любой системотехнологический комплекс, естественно, функционирует в некоторой внешней среде (метасистеме), которой, в частности, может являться и большая по своим масштабам организационно-экономическая система, в состав которой входит данный *СТК* (рис. 1). Воздействия метасистемы (экономического и другого окружения *СТК*) нередко носит дезорганизующий характер, несущий разного рода риски. Информационные связи (сплошные линии) и вещественно-энергетические связи (штриховые линии) образуют систему коммуникаций *СТК*, задача которой состоит в перемещении однотипных элементов в пространстве между его компонентами. В общем случае *СТК* включает следующие подсистемы:

– производящая, обеспечивает в соответствии со своим назначением решение необходимого круга задач по производству некоторого продукта или предоставления некоторого вида услуг.

– управляющая, обеспечивает необходимый уровень организации всех процессов в *СТК* – технологических, экономических, финансовых и других;

– обслуживающая подсистема обеспечивает реализацию мероприятий, обеспечивающих поддержку работоспособности *СТК* и её восстановление после аварии и нештатных ситуаций;

– обеспечивающая подсистема служит для реализации таких процедур, как снабженческие, логистические и подобные, которые создают необходимые условия для использования *СТК*.

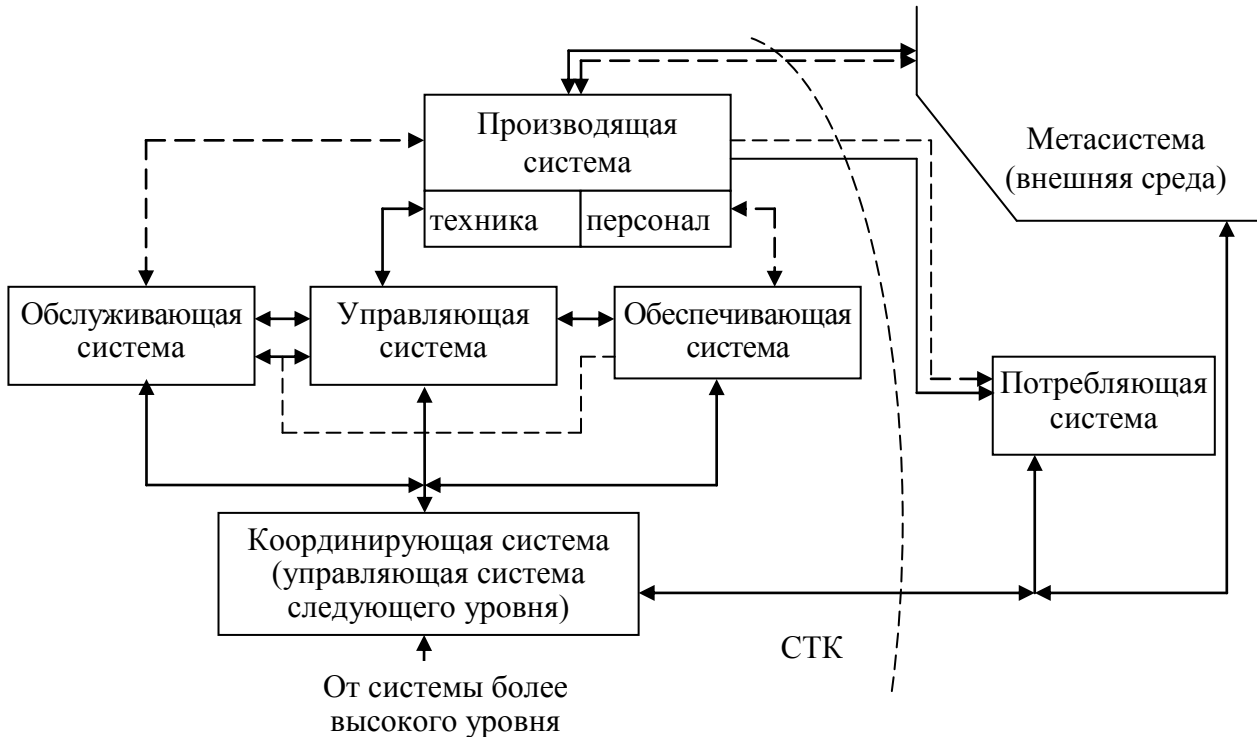


Рис. 1. Базовая структура системотехнологического комплекса

Такая система должна обладать всеми четырьмя системными свойствами.

Координирующая система по существу есть управляющая система следующего иерархического уровня. В крупных системотехнологических комплексах может включаться в его структуру. Координирует действия всех приведенных подсистем, формирует целевые установки, обеспечивает внешние связи и воплощается в лице руководителя (коллегии руководителей). В небольших *СТК* данные задачи (функции) обычно берут на себя иерархические структуры управления экономикой муниципального, регионального уровней.

Потребляющая система по существу является частью метасистемы *СТК*, имеет определённые взаимообратные вещественно-энергетические и информационные связи. Потребляющая система оказывает определённое влияние на *СТК*, поскольку нередко весь смысл его создания и существования сводится к удовлетворению потребностей и требований потребляющей системы. Потребляющая система структурно состоит из различных товарных и производственных рынков, рынков различных услуг.

Применительно к системам водообеспечения населения и производства отметим ряд особенностей водоочистных сооружений как системотехнологических комплексов [7, 8]. В части производящей подсистемы производится питьевая вода нормативного качества, осуществляются два передела исходного сырья (пресной воды) – водоочистка и обеззараживание, и далее через систему транспорта оказывается услуга доставки данной

воды потребителю. Поэтому в состав производящей подсистемы входят: совокупность технических средств, реализующих необходимые технологические операции – очистка и обеззараживание воды; энергия, материалы (сырьё, комплектующие изделия и т.п.) и производственная группа персонала. Обслуживающая – обеспечивает реализацию мероприятий, во-первых, минимизирующих темп расхода работоспособности технических компонент системы, во-вторых, восстановление работоспособности системы в максимально возможной степени. Обеспечивающая – обеспечивает функционирование систем водоподготовки необходимым сырьём, реагентами, комплектующими, энергией и т.п., а также реализует услугу транспорта качественной питьевой воды населению.

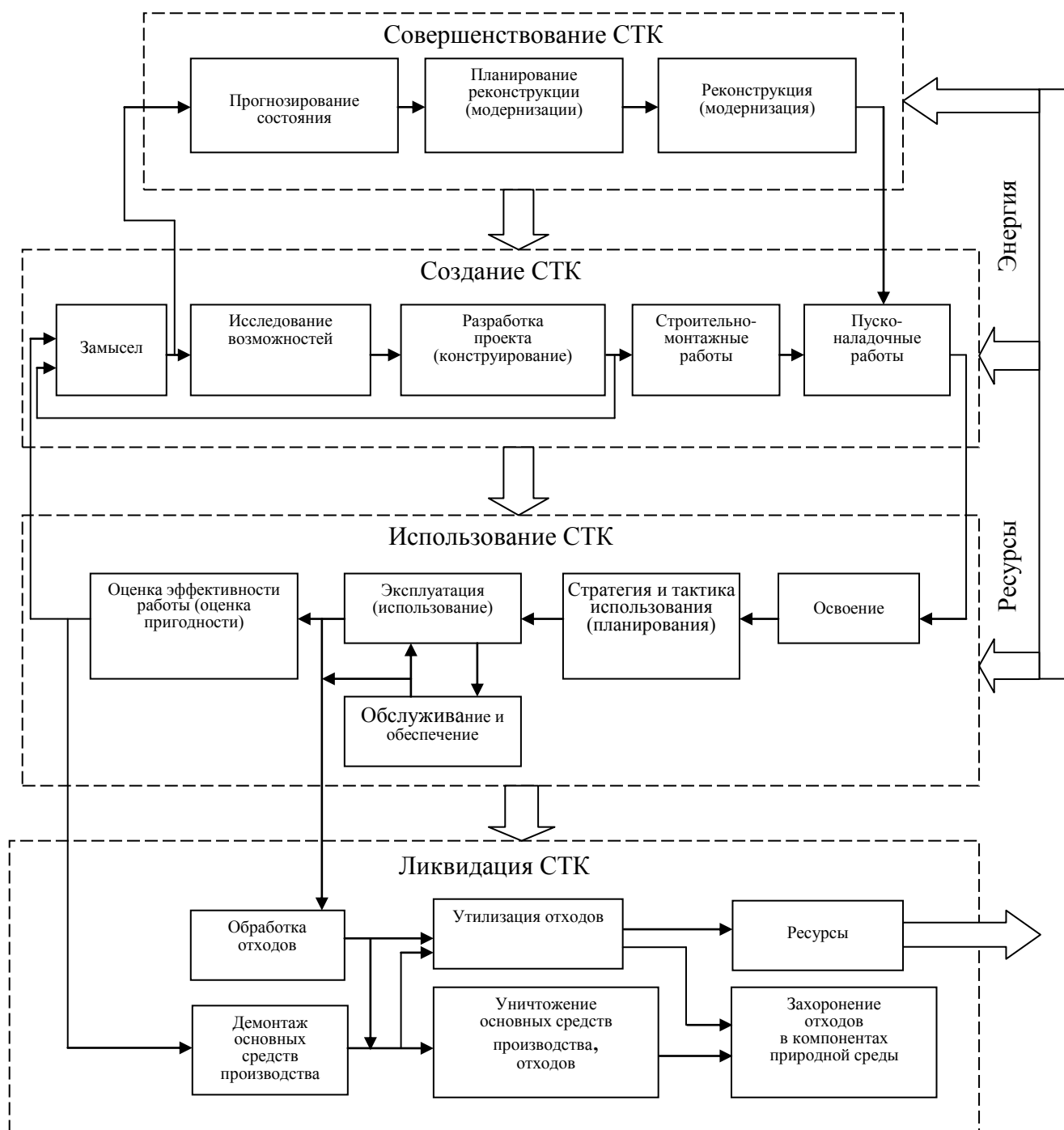


Рис. 2. Этапы и фазы функционирования СТК на жизненном цикле

Спрос на пресную воду, прошедшую стадии водоподготовки и обеззараживания, питьевую воду нормативного и более высокого качества определяет как размер рынка экологических услуг по водоснабжению и водоотведению [9], так и масштаб предприятий водоснабжения (СТК), т.е. «охват» данного рынка предложениями услуг.

В любой системе, в том числе системотехнологической, можно выделить ряд этапов существования, составляющих её «жизненный цикл». Общая схема жизненного цикла СТК (предприятия, производственного комплекса, экономического кластера и подобного) приведена на рис. 2 и включает ряд этапов: создание или совершенствование; использование (эксплуатация); ликвидация (утилизация).

При этом заметим, что ограничение жизненного цикла системы только этапом эксплуатации, а в лучшем случае и снятием её с эксплуатации не только не соответствует современной практике создания и обоснования производящих систем, но является неполным и в теоретическом отношении, поскольку исключает из рассмотрения ряд элементов денежного потока генерируемого СТК.

Важнейшей характеристикой любой производящей системы, особенно в контексте экологически устойчивого развития, является полнота использования материально-энергетических ресурсов. На рисунке 3 представлена схема кругооборота вещества в производящей системе, например, системотехнологическом комплексе. Такая схема даёт представление о «кругообороте» вещества и энергии. Используя схему на рис. 3 выражение для показателя полноты использования в общем виде можно представить как:

$$\text{ПИМЭР} = \frac{\frac{T}{T^*} \times (\sum_i m_i - \sum_i q_i \cdot \beta - \Delta M)}{\frac{T}{T^*} \times (\sum_i m_i - \sum_i q_i \cdot \beta - \Delta M) + (\sum_i m'_i - \sum_i q_i(1 - \beta))} \times \frac{\sum_i Q_i \cdot \eta_i}{\sum_i Q_i};$$

или

$$\text{ПИМЭР} = \frac{\frac{T}{T^*} \times (M - G \cdot \beta - \Delta M)}{\frac{T}{T^*} \times (M - G \cdot \beta - \Delta M) + (M' - G(1 - \beta))} \times \frac{\sum_i Q_i \cdot \eta_i}{\sum_i Q_i};$$

где  $i$  - фазы (этапы) жизненного цикла системы;

$G = \sum_i q_i$  - общий объем неутилизированных отходов, поступающих в природную среду;

$M = \sum_i m_i$  - «старые» материальные ресурсы в системе;

$M' = \sum_i \Delta m'_i$  - объем материальных ресурсов, поступающих в цикл;

$m_i$  - количество вещества  $i$ -фазы (этапа) вновь поступившего в цикл;

$q_i$  - неутилизированные отходы  $i$ -фазы (этапа);

$\Delta M$  - безвозвратные потери материальных ресурсов на этапе ликвидации;

$0 \leq \beta \leq 1$  - доля неутилизированных отходов, приходящаяся на «старые» материальные ресурсы  $m_i$ ;

$Q_i$  - количество затрачиваемой энергии в  $i$ -фазе (этапе);

$\eta_i$  - коэффициент использования энергии на  $i$ -фазе (этапе);

$T^*$  - расчетное время существования системы (длительность жизненного цикла системы);

$T$  - фактическое время существования системы.

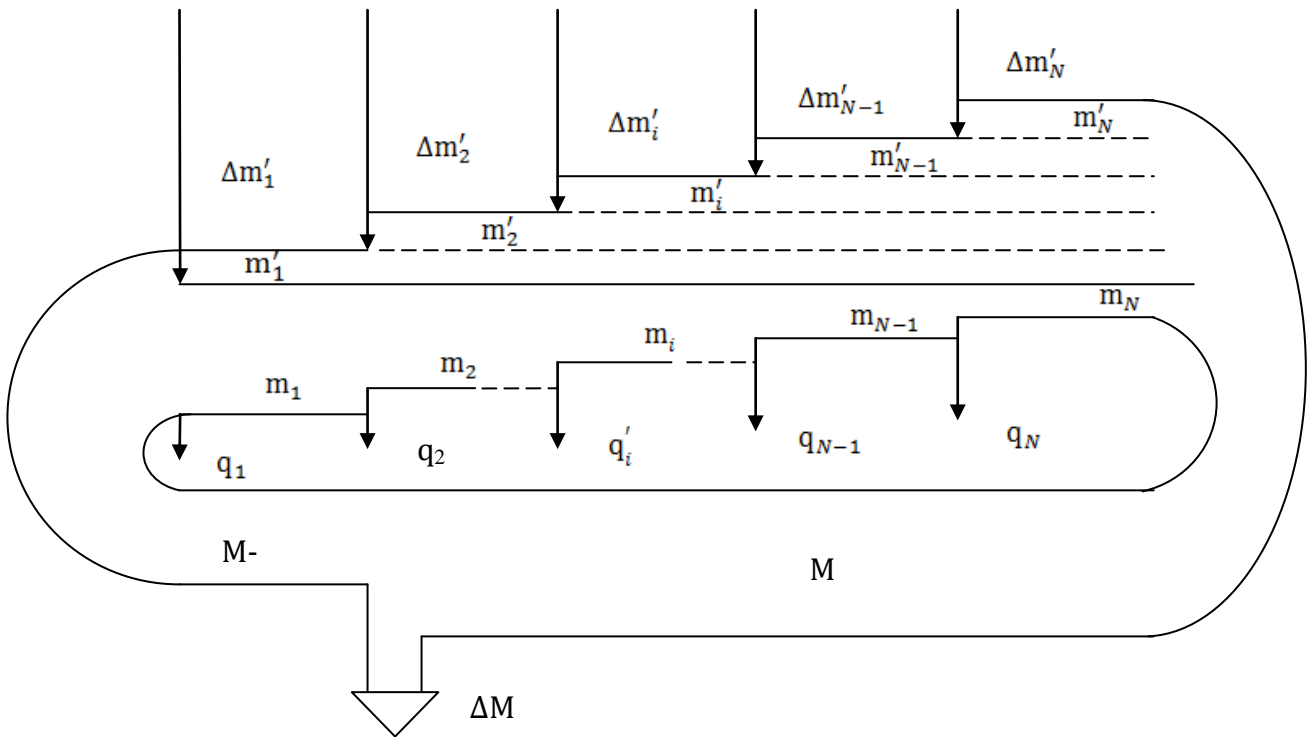


Рис. 3. Схема кругооборота вещества в системотехнологическом комплексе

Остановимся на отдельных моментах создания (проектирования) *СТК*.

Поскольку цель проектирования любого объекта заключается в формировании информационной модели, воплощающей требования «социального заказа» в соответствующие характеристики *СТК*, то формируемые в процессе проектирования решения должны быть осуществимыми и допустимыми в экологическом отношении, экономически целесообразными, а также приемлемыми в социальном отношении, т.е. технологические решения должны вписываться в концепцию треугольника устойчивого развития: «экономика-экология-социальные факторы». В этом отношении, важное значение приобретают фазы *замысла и исследования возможностей*, которые составляют внешнее или системное проектирование. В контексте изложенного объектом экологического проектирования (как части системного проектирования) являются процессы воздействия *СТК* во всех фазах его существования на окружающую среду.

Возникновение этих процессов связано с наличием отходов, конечностью существования *СТК* и тем объемом пространства, которое он занимает в процессе функционирования. В основном экологическое проектирование должно включать решение следующих вопросов:

- выбор на стадии системного проектирования типа технологии: ресурсопотребляющей (традиционной), малоотходной (в пределах экологически чистой), ресурсосберегающей, энергосберегающей, ресурсовосстанавливающей и т.п. по всему комплексу или отдельным видам ресурсов и отходов;

- определение расчетного времени существования *СТК* (жизненного цикла *СТК*);

- разработка методов и способов использования ресурсов и утилизации отходов, оценка полноты использования ресурсов как сравнительного критерия пригодности или эффективности *СТК*;

- определение рационального объема пространства, которое будет занимать *СТК*;

- разработка мер по защите окружающей среды от вредных воздействий системы, включая выбор технологий, оценка их экономической и экологической эффективности;

- выбор и разработка методов демонтажа технических компонентов и оценка необходимых капитальных затрат (трудовые, материальные и финансовые ресурсы) на этапе ликвидации *СТК*.

*Общие принципы оценки эффективности СТК.* В общей постановке можно выделить следующие классы критериев эффективности: технические, экономические, социальные и экологические.

В основные показатели технической эффективности включают: производительность, надежность, жизнеспособность (гибкость при переналадке), ремонтпригодность и т.п. Они оценивают техническое совершенство СТК.

Наряду с показателями экономической эффективности такими как чистый приведенный доход, внутренняя норма доходности, срок окупаемости следует использовать показатели, учитывающие также экологический фактор, поскольку в свете системного подхода оценка только экономической эффективности является, по меньшей мере, неполной. Например, если учитывать затраты на ликвидацию системы и степень рациональности использования ресурсов более точным будет следующее соотношение экономического эффекта:

$$\Delta = B - Z - \alpha \cdot a \cdot K - \alpha' \cdot \frac{K'}{T_L} - \alpha \cdot a_1 \cdot K_2 \frac{[(1 - \eta)C_1 \cdot E_1 - C_2(\Delta M + G)]}{T_3},$$

где  $K$  и  $K'$  - соответственно общий объем капитальных вложений в создание и капитальных затрат на ликвидацию системы;

$K_2$  - общие капитальные затраты на утилизацию отходов;

$\alpha$  и  $\alpha'$  - соответственно доходность на вложенный капитал на создание и ликвидацию системы и требуемая инвестором, с учетом альтернативных его вложений;

$T_3$  и  $T_L$  - соответственно длительность этапов эксплуатации и ликвидации;

$B$  - общий годовой доход;

$Z$  - общие годовые эксплуатационные затраты;

$\alpha$  и  $\alpha_1$  - соответственно норма амортизации на основные фонды СТК и основные фонды утилизации отходов;

$C_1$  и  $C_2$  - средняя стоимость единицы соответственно энергии и вещества системы;

$\eta$  - средний коэффициент использования энергии;

$E_1$  - энергетические затраты на создание, использование и ликвидацию системы;

$(\Delta M + G)$  - количество теряемого системой вещества во всех фазах (этапах) ее существования.

Данный тезис представляется важным, так как экономические критерии обладают высокой общностью, поскольку основываются не только на частных экономических показателях, но косвенно могут учитывать показатели и технической, и экологической эффективности.

Социальные критерии обладают еще более общим характером и, зачастую, не могут быть выражены некоторой системой соотношений, позволяющих получить их количественные оценки. Социальные критерии более полно проявляются при создании неэкономических СТК, где нет передела сырья – природоохранных, медицинских и т.п.

Поскольку социальные критерии формируются на основании социального опыта и профессиональных знаний специалистов как субъективное их представление о совершенстве и социальной полезности СТК, то следует акцентировать внимание на те технические, экономические и технико-экономические показатели, которые обладают определенной социальной значимостью. Например, удельные весовые и объемные показатели, характеризующие выход продукции или услуг с единицы массы или объема системы. В этом аспекте может быть предложена удельная производительность системы ( $Y$ ),



как некоторая функция общего полезного эффекта (производительность, мощность системы), общего веса, объема и других параметров и трансформаций социального фактора.

$$Y = k \times \frac{\mu \cdot W}{\left[ \left( \frac{T_c}{T_3} + 1 \right) G_s \cdot V_s \cdot E_s \right]},$$

где  $W$  – функциональная производительность СТК (мощность по производству полезного эффекта);

$\mu = \frac{T}{T^*}$  – доля фактического времени функционирования СТК (за исключением из  $T_{жц}$  времени простоев, ремонта и т.п.) в соответствии с его назначением (учитывает надежность, долговечность и гибкость системы);

$T_3$  – расчетное время использования системы (этап эксплуатации);

$T_c$  – время создания системы (этап создания);

$G_s$  – общий вес системы;

$V_s$  – объем технических компонент системы (пространство, которое она занимает);

$E_s$  – энергетические затраты во всех фазах существования системы;

$k$  – нормирующий множитель.

Этот показатель позволяет учесть эффективность использования материальных ресурсов, пространства и энергии, т.е. в определенной мере социальные аспекты через экологическое качество системы, а также совершенство организации и построения системы.

Рациональный уровень сложности и масштабности системы отражается отношением  $\frac{T_c}{T_3}$ .

В контексте экологических критериев эффективности остановимся на методах оценки экологичности СТК. В общем случае показатель экологичности должен учитывать влияние СТК на окружающую среду как по входу, поскольку система потребляет природное сырье, так и по выходу – в связи с «выбросом» неутрализованных отходов и вещества системой. Вполне очевидно, что более экологичной будет система, где более полно используются вещество и энергия, т.е. выше показатель ПМЭР, но важен еще фактор объема пространства, которое занимает и система, и ее отходы.

В качестве оценочного показателя экологичность системы можно представить в виде:

$$\sigma = k \frac{T \cdot \text{ПМЭР}}{\alpha_1 V_1 (T_3 + T_l) + \alpha_2 (V_2 \cdot T_l) + (\alpha_3 \cdot V_3 + \alpha_4 V_4) \cdot (T_3 + T_l)},$$

где  $V_1$  – объем, занимаемый системой;

$V_2 = \varphi_2 \cdot \Delta M$  – объем неутрализованного вещества системы;

$V_3 = \varphi_3 (M' + M'_l)$  – объем потребляемых ресурсов на этапах использования и ликвидации, в том числе топливные ресурсы для производства энергии;

$V_4 = \varphi_4 (G_1 + G_l)$  – объем неутрализованных отходов на этапах использования и ликвидации;

$\varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$  – удельные объемы соответствующих вещественных компонент;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$  – коэффициенты опасности для окружающей среды соответствующих объемных составляющих;

$T_3$  и  $T_l$  – время использования и ликвидации;

$T$  – фактическое время существования системы;

$k$  – нормирующий множитель (по предварительной оценке  $k \approx 10^{-10}$  м<sup>3</sup>/с).

Известно, что главная цель использования или применения любых систем, включая системотехнологические комплексы заключается в получении максимально возможного полезного эффекта при минимальных затратах всех видов труда, расхода природных ресурсов, материалов и энергии.

Содержание процесса использования определяется организацией непосредственного функционирования *СТК* и потребления создаваемых им продуктов или услуг и выражается соответствующими технологиями, режимами работы технических средств по формированию полезного эффекта. Отсюда вытекают следующие основные задачи:

- формирование полезного эффекта с требуемыми экономическими, экологическими и социальными характеристиками в заданное время и в заданном месте при эффективном использовании природных ресурсов, материалов и энергии;
- создание условий для эффективного потребления произведённых продуктов (услуг);
- обеспечение надёжности функционирования *СТК*, снижение негативного воздействия на ОС и повышение экологической безопасности;
- обеспечение экономической, социальной и экологической эффективности *СТК* в соответствии с требованиями устойчивого развития государства и региона;
- соблюдение экологических требований и норм.

Очевидно, что подобные системы не могут выполнять свои функции без их обеспечения соответствующими материальными и энергетическими ресурсами. Это либо исходные в виде первичного сырья, поставляемого природой, например, пресная вода, либо материалы и реагенты – продукты деятельности другой системы, либо энергия (электроэнергия) – продукт с низкой добавленной стоимостью, предоставляемый генерирующими её производствами [10-13]. Особое значение имеют такие ресурсы как земельные площади или, более широко, пространство, на котором может функционировать система.

Создаваемый *СТК* полезный эффект является определяющим результатом процесса использования. Требования к полезному эффекту формируются государственными, отраслевыми стандартами и условиями, либо перечнем специальных норм и положений. Особенностью полезного эффекта в данном случае является существенная конкретность и определённость его качественных и количественных характеристик в рыночных условиях приоритете отдаётся коммерческому (финансовому) результату использования системы.

Многообразие процедур использования *СТК* можно, по-видимому, разбить на четыре основных класса, связывая их соответственно с применением, обслуживанием и обеспечением функционирования и потреблением созданного полезного эффекта (рис. 4).

Одним из условий достижения коммерческой эффективности, например, услуги водообеспечения населения и хозяйствующих субъектов возможно или за счёт повышения цены данной услуги, ограничиваемой тарифной политикой, или снижения себестоимости предоставляемой услуги. Если первое относится к параметрам внешнего экономического окружения предприятий водоснабжения, то второе определяется затратами, формирующими себестоимость услуги. Существенное влияние на данную себестоимость оказывают затраты, связанные с приобретением и использованием дезинфектантов: хлор, гипохлорит натрия и другие, используемые в активированных технологиях обеззараживания питьевой воды [14].

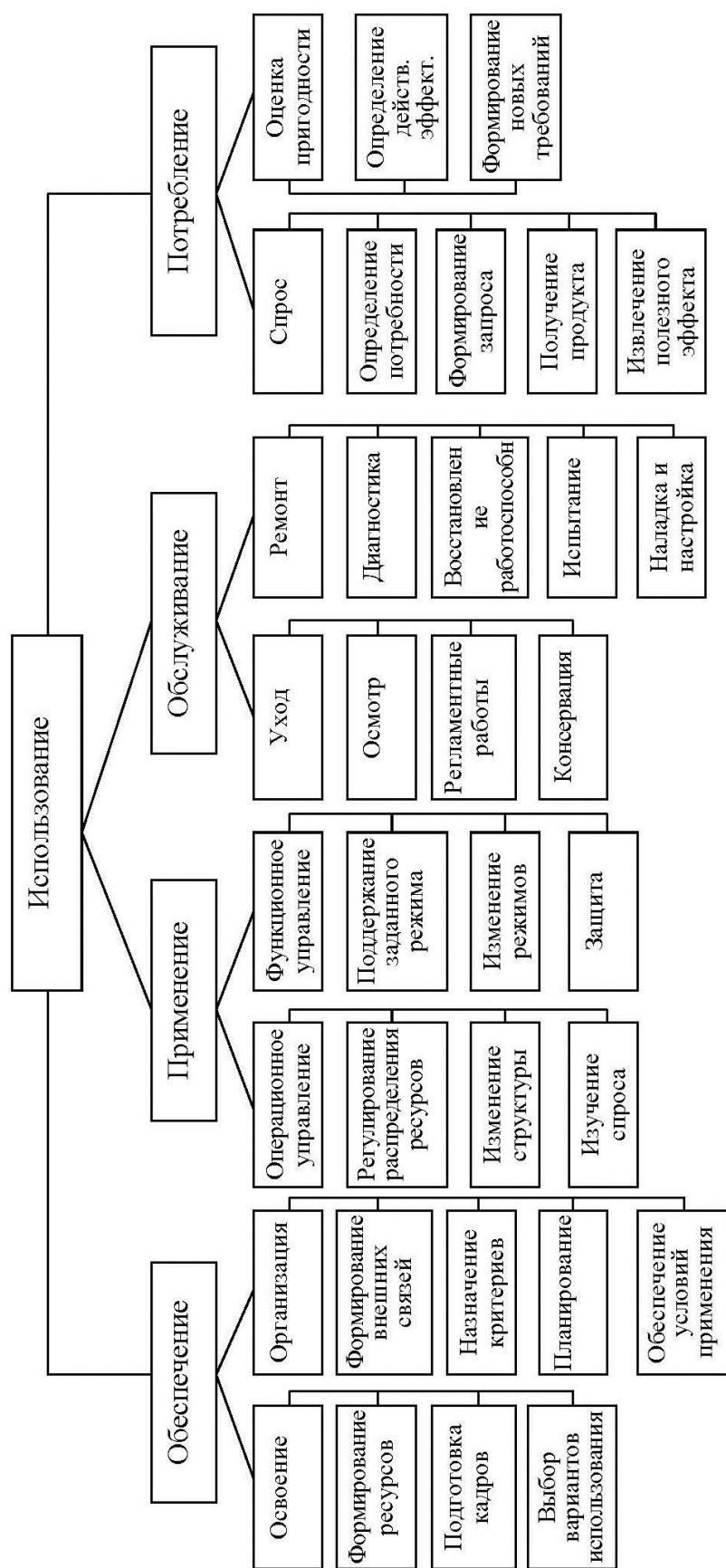


Рис. 4. Состав процедур процесса использования СТК

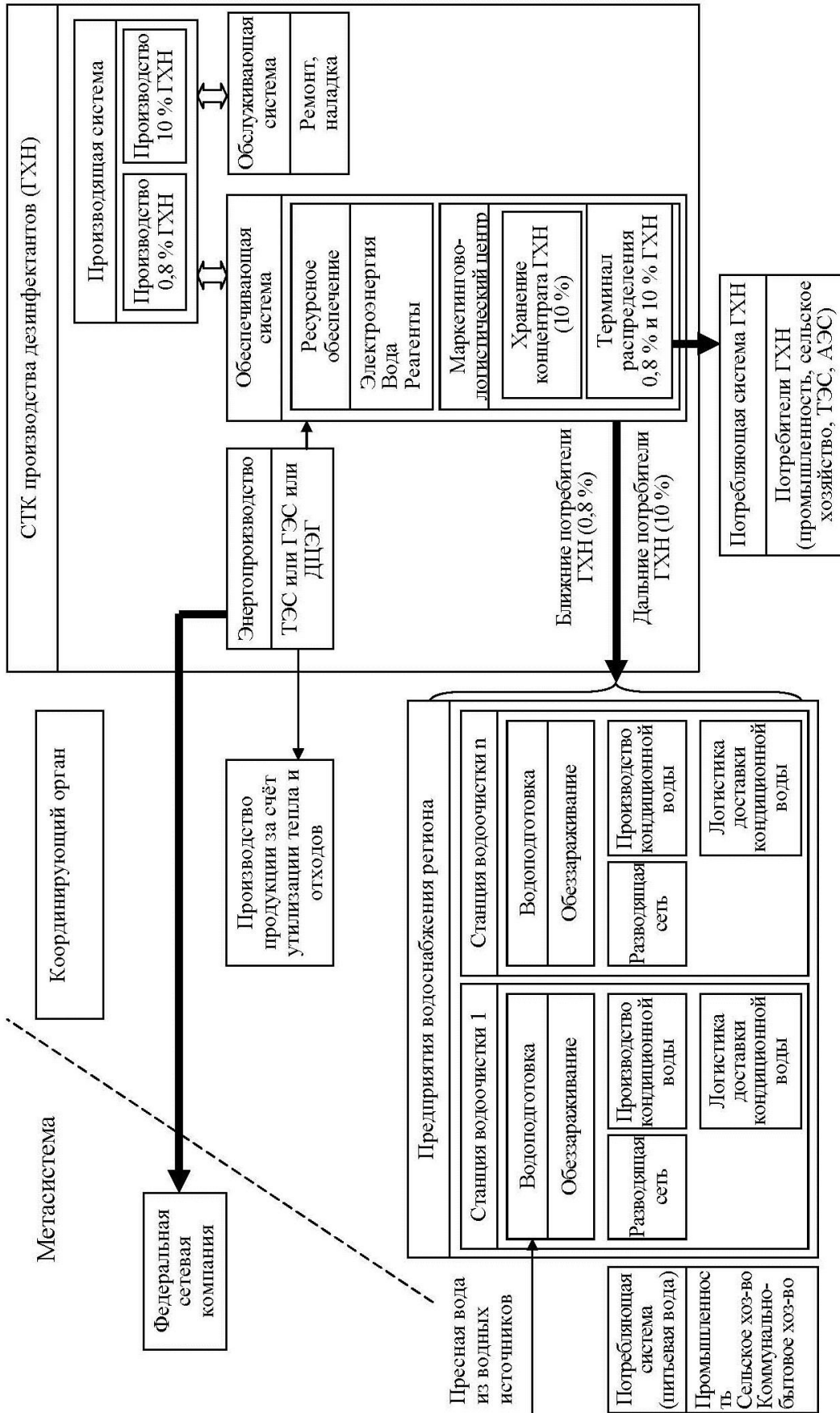


Рис. 5. Структура экономического кластера на базе производства дезинфектантов воды

Формирование *СТК* на основе производства дезинфектантов для обеззараживания воды должно учитывать важное обстоятельство: значительна доля электроэнергии в себестоимости производства, например, гипохлорита натрия. Поэтому производство дезинфектантов с существенной долей в затратах электроэнергии следует рассматривать в контексте или диверсификации производственной деятельности крупных электростанций (ТЭС, ГЭС и других), служащих в данном случае ядром, например, регионального энергоагропромышленного комплекса (экономического кластера), или подобного кластера, ориентированного на использование автономных энергогенерирующих установок малой мощности: малые ГЭС, ветровая энергетика, комбинированная децентрализованная возобновляемая энергетика и другие [15, 16] (рис. 5).

В основе структуризации такого кластера лежит производственная кооперация за счёт комбинирования устойчивых сочетаний энергопроизводственных процессов (на ТЭС, ГЭС и других) и взаимообусловленного производства на основе электроэнергии (продукта с низкой добавленной стоимостью), сырья (вода, химические реагенты и др.), отводимого тепла и других побочных продуктов (отходов) процесса электрогенерации продуктов (услуг) с более высокой добавленной стоимостью [17].

Направления кооперации: прямые поставки электроэнергии потребителям внутри кластера; производство гипохлорита натрия, других химических дезинфектантов и реагентов; переработка отходов производства и потребления; производство удобрений (органических, азотных); возобновляемые источники энергии (на имеющихся гидротехнических сооружениях, системах охлаждения ТЭС и других низкопотенциальных источниках отходов производства, в т.ч. сельскохозяйственного) для собственных нужд.

Целью создания региональных кластеров на базе сетевых электростанций или децентрализованных автономных электростанций следует считать повышение технологической, эколого-экономической, коммерческой эффективности этих электрогенераций, а также повышения их энергоэффективности как конечного результата за счёт синергетического эффекта системы. Эффективность достигается за счёт [15, 16]:

– установления межотраслевых экономических отношений объекта электрогенерации со смежными отраслями;

– развития интеграции и кооперации в сфере производства и утилизации отходов;

– снижения общих издержек производства, что соответствует современным тенденциям экономики – современная экономика это экономика издержек, т.е. рентабельность определяется снижением издержек, а не ценой продукции или услуг.

Известно, что продукция электрогенераций – электроэнергия, не относится к товару с высокой степенью переработки и высокой добавленной стоимостью. Эффекты здесь проявятся в товарной сопряжённости энергетики со смежными отраслями, поскольку основная часть добавленной стоимости электроэнергетики (при всей её относительной малости), а соответственно и значительной доли энергетической составляющей валового регионального продукта остаётся сетевым и распределительным компаниям.

Формирование энергоагропромышленных и подобных кластеров возможно на основе объединения заинтересованных контрагентов в организационно-экономическом формате холдинга, консорциума и других. В любом случае определяющим ядром такой структуры должен являться энергопроизводящий объект (рис. 6). Остальные элементы системы не сводят её к простой совокупности структурных составляющих, а формируют связи, при которых отдельные свойства элементов трансформируются в функции, определяющие интегративные качества кластера.

Условием формирования кластера следует считать экономическое и взаимноусловное сочетание предприятий в близлежащем географическом контуре с энергогенерирующим объектом, при кооперации с которым достигается существенный экономический, а в определённых случаях и синергетический эффект интергационно-кооперативного развития региональной экономики на принципах диверсификации хозяйственной деятельности крупных энергопроизводящих предприятий, повышающих собственную эффективность и повышение общественной эффективности смежных производств или децентрализованной энергетики, обеспечивающих повышение эффективности производств локальных кластеров в сельской местности.

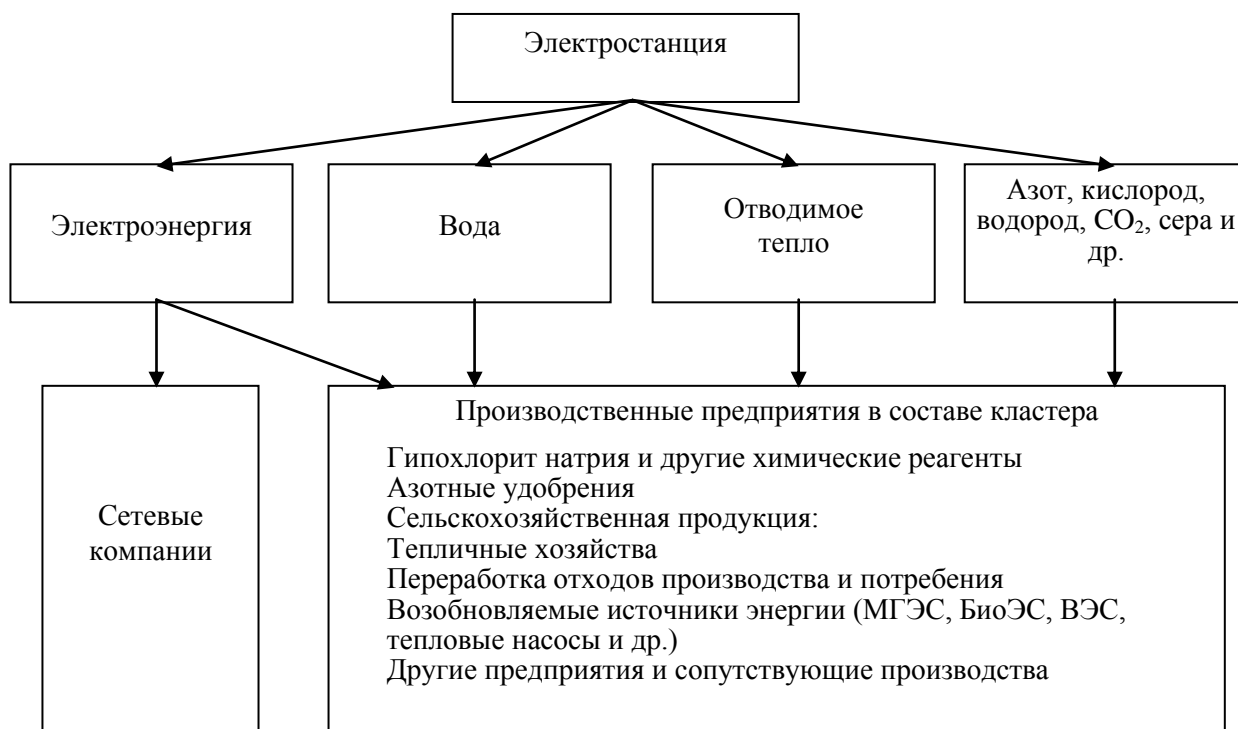


Рис. 6. Структурная схема энергоагропромышленного кластера

При формировании кластера должны учитываться природные и экономические условия региона, существующая производственная и транспортная инфраструктура, экономико-географическое положение региона и конкретной территории, где предполагается создание кластера.

### Заключение

В заключение остановимся на ряде проблем экологической экономики в части ресурсо- и энергосбережения, сформулированных в разное время в последние 30–40 лет, но остающиеся актуальными до настоящего времени.

Основной проблемой следует считать учет и анализ расхода ресурсов в территориальном и, возможно, отраслевом разрезе. Такой учет и сформированные на их основе карты загрязнений и отходов, позволяют дать общую картину «залежей» различных веществ и теплового загрязнения среды на отдельных территориях. Сформированная таким образом информационная база и анализ ситуаций на ее основе подсказал бы рациональные решения по совершенствованию использования ресурсов, улучшению локальных и региональных экологических ситуаций в части как локальных зон загрязнений, так и эндемических зон недостатка фтора, йода и других биологически активных веществ, определяющих те или иные отклонения в состоянии здоровья населения.

Из собственных проблем экологизации реального сектора российской экономики на микроуровне вытекают разработка экологически совершенных технологий утилизации отходов и вещества, методов демонтажа и ликвидации захоронений токсичных (и подобных) отходов ликвидируемых систем, при которых минимизируется расход ресурсов и пространства на подобные действия, а также разработка требований к экологическим характеристикам СТК, т.е. к экологическим нормативам производимых ими продукции и услуг. Очевидно, что при формировании таких требований необходимо учитывать, с одной стороны, допустимые отрицательные воздействия на окружающую среду и, с другой – современные технические возможности по снижению такого рода воздействий как на саму среду, так и нивелирования их воздействия через конечную продукцию или предоставляемые услуги [18]. Кроме того, следует обратить внимание на разработку системотехнологических комплексов экологического назначения – локального и регионального контроля за состоянием окружающей среды, ее защиты от вредных

воздействий, управления изменениями в окружающей природной среде, системотехнологических комплексов воспроизводства плодородия почв [19, 20], а также систем, производящих экологически чистые продукты, продукты питания, услуги, тем самым создающие квазикачественную чистую среду обитания населения в части потребления. Особую значимость в этом имеют принципиально новые технологии биогеосистемотехники [18-23].

Следует отметить также обстоятельство новых технологий, возможное в рыночных условиях – экологическое совершенство некоторых технологий и технических объектов будет предпочтительно по экономической эффективности только в узком смысле, т.е. без учета стоимости загрязнения среды и затрат этапа ликвидации систем.

#### **Примечания:**

1. Николаев В.И. Системотехника: методы и приложения / В.И. Николаев, В.М. Брук. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1985. 199 с.
2. Афанасьев В.Г. О целостных системах // Вопросы философии. 1980. № 6. С. 62-78.
3. Николаев В.И. Информационная теория контроля и управления. Л.: Судостроение, 1973. 254 с.
4. Анохин П.К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем // Принципы системной организации функций. М.: Наука, 1973. С. 5-62.
5. Дружинин В.В. Проблемы системологии / В.В. Дружинин, Д.С. Контаров. М.: Сов. радио, 1976. 224 с.
6. Месарович М. Основания общей теории систем // Общая теория систем. М.: Мир. 1966. С. 62-78.
7. Москаленко С.А. Организационные и экономико-правовые проблемы экологически устойчивого водоснабжения населения / С.А. Москаленко, И.А. Денисова. Новочеркасск: УПЦ «Набла» ЮРГТУ (НПИ), 2005. 120 с.
8. Москаленко С.А. Экономический механизм трансформации предприятий питьевого водоснабжения в современных условиях. / С.А. Москаленко, А.П. Москаленко. Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2007. 160 с.
9. Москаленко С.А. Актуальность развития российского рынка экологических услуг по водоснабжению и водоотведению / С.А. Москаленко, А.В. Денисова // Известия высших учебных заведений. Сев.-Кавк. регион. Сер. Общественные науки, 2014. № 4. С. 69-76.
10. Москаленко А.П. Эколого-экономический механизм инвестиционных решений экологизации теплоэнергетики. Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2007. 264 с.
11. Москаленко А.П., Экономика природопользования и ресурсосбережения / А.П. Москаленко, В.В. Гутенёв, С.А. Москаленко, В.В. Денисов. Ростов-на-Дону: Феникс, 2014. 478 с.
12. Денисов В.В. Целесообразность диверсификации тепловых электростанций: экология и экономика / В.В. Денисов, И.А. Денисова, В.В. Гутенёв, А.П. Москаленко, Н.А. Попов // Экология урбанизированных территорий. 2006. № 3. С. 8-18.
13. Москаленко А.П. Экологизация угольной теплоэнергетики: эколого-экономический подход / А.П. Москаленко, И.А. Денисова, В.В. Гутенёв, Н.А. Попов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Сер. Технические науки. 2006. № 4. С. 142-147.
14. Денисов В.В. Научные основы создания активированных технологий обеззараживания питьевой воды / В.В. Денисов, А.П. Москаленко, В.В. Гутенёв // Известия высших учебных заведений Сев.-Кавк. регион. Сер. Технические науки. 2005. № S1. С. 152-155.
15. Москаленко С.А. Некоторые аспекты кластерного подхода к повышению энергоэффективности электрогенерирующих производств // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Сер. Социально-экономические науки. 2013. № 2. С. 125-133.
16. Москаленко С.А. Перспективы организации регионального энергопромышленного кластера на базе децентрализованных источников энергии // Северо-Кавказский регион. Сер. Общественные науки. Ростов-на-Дону, 2014. № 4. С. 64-71.

17. Москаленко С.А. Региональный энергохозяйственный кластер: эколого-экономическая целесообразность создания // Экономика и предпринимательство. 2013. № 11 (40). С. 345-350.

18. Москаленко А.П. Биogeосистемотехника – основа практики экологической политики и экологической экономики / А.П. Москаленко, В.П. Калининченко, С.А. Москаленко, В.А. Губачев, В.Н. Овчинников // Экономика и предпринимательство. 2013. № 12-3. С. 160-165.

19. Москаленко А.П. Эколого-экономическая эффективность инновационной технологии обработки почв / А.П. Москаленко, В.Е. Зинченко, В.П. Калининченко, В.Н. Овчинников // Известия высших учебных заведений. Сев.-Кавк. регион. Сер. Общественные науки. 2010. № 1. С. 164-171.

20. Калининченко В.П. Неоиндустриализация и биogeосистемотехника в основе экологической политики, технологий и менеджмента / Калининченко В.П., А.А. Зармаев, А.П. Москаленко // Вестник Академии наук Чеченской Республики. 2014. Т. 2. № 23. С. 28-33.

21. Калининченко В.П. Биogeосистемотехника как гносеологическая основа управления экосистемами // Живые и биокосные системы. Декабрь 2012. Вып. 1. <http://www.jbks.ru/archive/issue-1/article-3>

22. Kalinitchenko V.P. Biogeosystem technique as a contribution to global food sustainability / Kalinitchenko V.P., Batukaev A.A., Zarmaev A.A., Minkina T.M., Starcev V.F., Dikaev Z.S., Magomadov A.S., Jusupov V.U. // 248th ACS National Meeting & Exposition. 13<sup>TH</sup> IUPAC International Congress Of Pesticide Chemistry. Crop, Environment, and Public Health Protection. Technologies for a Changing World. Co-sponsored by IUPAC and ACS-AGRO. August 10-14, 2014. San Francisco, California, USA. Abstracts. AGRO 143. P. 37.

23. Kalinitchenko V.P. Biogeosystem technique as a method to overcome the Biological and Environmental Hazards of modern Agricultural, Irrigational and Technological Activities / Kalinitchenko V.P., Batukaev A.A., Zinchenko V.E., Zarmaev A.A., Magomadov A.S., Chernenko V.V., Startsev V.F., Bakoev S.U., Dikaev Z.S. // Geophysical Research Abstracts. Vol. 16, EGU2014-17015, 2014. EGU General Assembly 2014. DOI: Vol. 16, EGU2014-17015, Vienna, 2014.

### References:

1. Nikolaev V.I. Sistemotekhnika: metody i prilozhenija / V.I. Nikolaev, V.M. Bruk. L.: Mashinostroenie, Leningr. otd-nie, 1985. 199 s. (in russian)

2. Afanas'ev V.G. O celostnyh sistemah // Voprosy filosofii. 1980. № 6. S. 62-78. (in russian)

3. Nikolaev V.I. Informacionnaja teorija kontrolja i upravlenija. L.: Sudostroenie, 1973. 254 s. (in russian)

4. Anohin P.K. Principial'nye voprosy obshhej teorii funkcional'nyh sistem // Principy sistemnoj organizacii funkcij. M.: Nauka, 1973. S. 5-62. (in russian)

5. Druzhinin V.V. Problemy sistemologii / V.V. Druzhinin, D.S. Konta-rov. M.: Sov. radio, 1976. 224 s. (in russian)

6. Mesarovich M. Osnovaniya obshhej teorii sistem // Obshhaja teorija sistem. M.: Mir. 1966. S. 62-78. (in russian)

7. Moskalenko S.A. Organizacionnye i jekonomiko-pravovye problemy jekologicheskij ustojchivogo vodosnabzhenija naselenija / S.A. Moskalenko, I.A. Denisova. Novoчеркасск: UPC «Nabla» JuRGTU (NPI), 2005. 120 s. (in russian)

8. Moskalenko S.A. Jekonomicheskij mehanizm transformacii predpri-jatij pit'evogo vodosnabzhenija v sovremennyh uslovijah. / S.A. Moskalenko, A.P. Moskalenko. Rostov-na-Donu: Izd-vo SKNC VSh, 2007. 160 s. (in russian)

9. Moskalenko S.A. Aktual'nost' razvitija rossijskogo rynka jekologi-cheskih uslug po vodosnabzheniju i vodootvedeniju / S.A. Moskalenko, A.V. De-nisova // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Sev.-Kavk. region. Ser. Obshhe-stvennye nauki, 2014. № 4. S. 69-76. (in russian)

10. Moskalenko A.P. Jekologo-jekonomicheskij mehanizm investicionnyh reshenij jekologizacii teplojenergetiki. Rostov-na-Donu: Izd-vo SKNC VSh, 2007. 264 s. (in russian)

11. Moskalenko A.P., Jekonomika prirodopol'zovanija i resursosberezhe-nija / A.P. Moskalenko, V.V. Gutenjov, S.A. Moskalenko, V.V. Denisov. Rostov-na-Donu: Feniks, 2014. 478 s. (in russian)



12. Denisov V.V. Celesoobraznost' diversifikacii teplovyh jelektro-stancij: jekologija i jekonomika / V.V. Denisov, I.A. Denisova, V.V. Gutenjov, A.P. Moskalenko, N.A. Popov // Jekologija urbanizirovannyh territorij. 2006. № 3. S. 8-18. (in russian)
13. Moskalenko A.P. Jekologizacija ugol'noj teplojenergetiki: jekologo-jekonomicheskij podhod / A.P. Moskalenko, I.A. Denisova, V.V. Gutenjov, N.A. Popov // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Ser.Tehnicheskie nauki. 2006. № 4. S 142-147. (in russian)
14. Denisov V.V. Nauchnye osnovy sozdaniya aktivirovannyh tehnologij obezzarazhivaniya pit'evoj vody / V.V. Denisov, A.P. Moskalenko, V.V. Gutenjov // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij Sev.-Kavk. region. Ser.Tehnicheskie nauki. 2005. № S1. S. 152-155. (in russian)
15. Moskalenko S.A. Nekotorye aspekty klaster'nogo podhoda k povyshe-niju jenergojeffektivnosti jelektrogenerirujushhijh proizvodstv // Vestnik Juzh-no-Rossijskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta (NPI). Ser. So-cial'no-jekonomicheskie nauki. 2013. № 2. S. 125-133. (in russian)
16. Moskalenko S.A. Perspektivy organizacii regional'nogo jenergopro-myshlennogo klastera na baze decentralizovannyh istochnikov jenerгии // Seve-ro-Kavkazskij region. Ser. Obshhestvennye nauki. Rostov-na-Donu, 2014. № 4. S. 64-71. (in russian)
17. Moskalenko S.A. Regional'nyj jenergohozjajstvennyj klaster: jekologo-jekonomicheskaja celesoobraznost' sozdaniya // Jekonomika i predprinimatel'stvo. 2013. № 11 (40). S. 345-350. (in russian)
18. Moskalenko A.P. Biogeosistemotehnika – osnova praktiki jekologičeskoj politiki i jekologičeskoj jekonomiki / A.P. Moskalenko, V.P. Kaliničenko, S.A. Moskalenko, V.A. Gubachev V.N. Ovchinnikov // Jekonomika i predprinimatel'stvo. 2013. № 12-3. S. 160-165. (in russian)
19. Moskalenko A.P. Jekologo-jekonomicheskaja jeffektivnost' innovacion-noj tehnologii obrabotki pochv / A.P. Moskalenko, V.E. Zinchenko, V.P. Kalinichenko, V.N. Ovchinnikov // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Sev.-Kavk. region. Ser. Obshhestvennye nauki. 2010. № 1. S. 164-171. (in russian)
20. Kalinichenko V.P. Neoundustrializacija i biogeosistemotehnika v os-nove jekologičeskoj politiki, tehnologij i menedzhmenta / Kalinichenko V.P., A.A. Zarmaev, A.P. Moskalenko // Vestnik Akademii nauk Chechenskoj Respub-lik. 2014. T. 2. № 23. S. 28-33. (in russian)
21. Kalinichenko VP Biogeosystem technique as epistemological basis of ecosystem management // Living and biocased systems. December 2012. Vol. 1. <http://www.jbks.ru/archive/issue-1/article-3> (in russian)
22. Kalinichenko V.P. Biogeosystem technique as a contribution to global food sustainability / Kalinichenko V.P., Batukaev A.A., Zarmaev A.A., Minkina T.M., Starcev V.F., Dikaev Z.S., Magomadov A.S., Jusupov V.U. // 248th ACS National Meeting & Exposition. 13<sup>TH</sup> IUPAC International Congress Of Pesticide Chemistry. Crop, Environment, and Public Health Protection. Technologies for a Changing World. Co-sponsored by IUPAC and ACS-AGRO. August 10-14, 2014. San Francisco, California, USA. Abstracts. AGRO 143. P. 37.
23. Kalinichenko V.P. Biogeosystem technique as a method to overcome the Biological and Environmental Hazards of modern Agricultural, Irrigational and Technological Activities / Kalinichenko V.P., Batukaev A.A., Zinchenko V.E., Zarmaev A.A., Magomadov A.S., Chernenko V.V., Startsev V.F., Bakoev S.U., Dikaev Z.S. // Geophysical Research Abstracts. Vol. 16, EGU2014-17015, 2014. EGU General Assembly 2014. DOI: Vol. 16, EGU2014-17015, Vienna, 2014.

УДК 332.133.6

### **Системотехнологические комплексы, как организационно-экономическая основа ресурсо-и энергоэффективности**

<sup>1</sup> Александр Петрович Москаленко

<sup>2</sup> Станислав Александрович Москаленко

<sup>1</sup> Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт (НИМИ ДГАУ), Российская Федерация

346428 г. Новочеркасск, ул. Пушкинская 111  
Доктор экономических наук, профессор  
E-mail: stanislav-moskalenko@yandex.ru

<sup>2</sup> Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт (НИМИ ДГАУ), Российская Федерация

346428 г. Новочеркасск, ул. Пушкинская 111  
Кандидат экономических наук, доцент  
E-mail: stanislav-moskalenko@yandex.ru

**Аннотация.** Актуальность рассматриваемых вопросов обусловлена собственными проблемами экологизации реального сектора российской экономики, сектора экологических услуг на микроуровне. Решение данных проблем связано с вопросами разработки, использования экологически совершенных технологий использования вещества, утилизации отходов. Здесь необходимо учитывать как допустимые отрицательные воздействия на окружающую среду, так и технологические возможности снижения таких воздействий на данную среду непосредственно, или через производимую продукцию или предоставляемые услуги, реализуемые в конкретных организационно-экономических системах. Это требует разработки системы требований и критериев оценки экологических, социальных и экономических характеристик организационно-экономических систем (системотехнологических комплексов). В работе рассматриваются структура, принципы организации и критерии эффективности системотехнологических комплексов. Сформулированы основные задачи этапа их использования, возможность формирования экономических кластеров на основе специализированных системотехнологических комплексов.

**Цель / задачи.** Целью данной работы является разработки функциональных требований к структуре и характеристикам системотехнологических комплексов, которые лежат на стыке системотехники и экологической экономики.

Достижение данной цели предполагает решение следующих общих задач:

- определение общесистемных понятий и методологии, служащих средством взаимопонимания участников процесса проектирования и использования систем;
- обобщение и агрегирование методов и показателей определяющих функциональные и структурные характеристики систем;
- изучение особенностей и увязки стадий существования систем на жизненном цикле.

**Объектом** исследования выступают системотехнологические комплексы как базовый элемент природохозяйственной деятельности.

**Предметом** исследования является технологические, экологические и экономические отношения, складывающиеся в процессе проектирования и исследования системотехнологических комплексов.

**Результаты.** В рамках представленной работы было установлено, что системотехнологические комплексы могут быть базой экономических кластеров для достижения целей ресурсо- и энергоэффективности.

**Ключевые слова:** системный подход; свойства систем; критерий эффективности; жизненный цикл; структура экономических кластеров.