



Общие вопросы / General Problems  
Оригинальная статья / Original article  
УДК 140.8 + 377 + 378 + 57 + 58 + 59 + 91  
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-37-58

## ЭВОЛЮЦИЯ ОБЪЕКТА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ В РАМКАХ ЭКОЛОГЕНЕЗА

**Артеми́й В. Козачек**

*Ассоциация «Объединенный университет имени В.И. Вернадского»,  
Тамбов, Россия, uu\_vern@admin.tstu.ru*

**Резюме. Цель.** Рассмотреть особенности эволюции и определить сущность объекта экологических знаний как основы профессиональной деятельности инженера-эколога в современной ситуации. **Методы.** Предлагается подход, в соответствии с которым для понимания сущности и современного состояния объекта профессиональной деятельности инженера-эколога необходимо реализовать анализ особенностей генезиса экологической науки, который предопределил формирование совокупности экологических знаний как инструмента «передачи» в процессе обучения от преподавателя к слушателю в его развитии в течение исторического времени. Такой процесс предложено назвать *экологенезом*, то есть историческим развитием содержания экологической науки и педагогики. **Результаты.** Предложена авторская периодизация эпох экологенеза, отражающая изменение экологической мысли в течение предыдущего исторического периода. Проведенный по результатам такой периодизации анализ всех эпох развития экологического знания позволил выделить несколько специфических особенностей экологенеза, а именно качественный переход объекта экологических знаний от организменных систем к глобальной техногенно-природной системе, развитие и усложнение методологии экологических исследований и обоснований, превращение экологической науки из индивидуального научного курса в междисциплинарную научную систему. Автором введен новый класс систем – *эксартисфера* – как объект экологических знаний и основы деятельности инженера-эколога в современную, только что наступившую шестую эпоху экологенеза. **Выводы.** Полученные результаты могут быть рекомендованы к применению на практике, как в целях выделения и сущностного наполнения новых подходов в экологической науке и педагогике ближайшего будущего, так и для пересмотра существующих подходов к проектированию содержания профессиональной подготовки инженера-эколога.

**Ключевые слова:** объект экологических знаний, экологенез, периодизация, эксартисфера, профессиональная подготовка инженера-эколога.

**Формат цитирования:** Козачек А.В. Эволюция объекта экологических знаний в рамках экологенеза // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N1. С.37-58. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-37-58

## EVOLUTION OF THE OBJECT OF ENVIRONMENTAL KNOWLEDGE IN THE FRAMEWORK OF ECO-GENESIS

**Artemiy V. Kozachek**

*Association "United University of V.I. Vernadsky",  
Tambov, Russia, artem\_kozachek@mail.ru*

**Abstract. The aim** is to consider the features of evolution and determine the nature of the object of ecological knowledge as a basis for professional activities of environmental engineer in the current situation. **Methods.** The author suggests the approach, according to which for the understanding of the nature and current status of the object of professional activity of environmental engineer it is necessary to make an analysis of the peculiarities of the genesis of environmental science, which determined the formation of the aggregate of environmental knowledge as an instrument of "transfer" in the learning process from teacher to listener in its development over the historical time. This process is proposed to name *eco-genesis*, that is the historical development of environmental science content and pedagogy. **Results.** The author suggests periodization of epochs eco-genesis which shows the change in ecological thought over the previous historical period. The analysis held on the results of such a periodization of all ages the development of ecological knowledge allowed to highlight some specific features of eco-genesis, namely the qualitative change of the object of ecological knowledge from organismic systems to a global technogenic and natural system, the development and complexity of the methodology of environmental research and studies, the trans-



formation of environmental science from the individual scientific course to interdisciplinary scientific system. The author introduces a new class of systems – exartisphere, as an object of knowledge and environmental bases for the activity of environmental engineer in the modern, the sixth era of eco-genesis. **Main conclusions.** The results can be recommended for use in practice, in order to highlight the essential content and new approaches in environmental science and pedagogy of the near future, as well as for the revision of the existing approaches to designing the content of training of environmental engineer.

**Keywords:** object of environmental knowledge, eco-genesis, periodization, exartisphere, training of environmental engineer.

**For citation:** Kozachek A.V. Evolution of the object of environmental knowledge in the framework of eco-genesis. *South of Russia: ecology, development*. 2016, vol. 11, no. 1, pp. 37-58. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-37-58

## ВВЕДЕНИЕ

Содержание экологической науки и педагогики на каждой новой стадии определяется изменением ее объекта изучения. Причем таким объектом изучения всегда являлись некие объекты и явления окружающей среды в отдельности или в совокупности.

Необходимо отметить, что многие ученые и педагоги актуализируют необходимость ориентации студентов инженерно-экологических специальностей на *понимание объекта их профессиональной деятельности как системы*, которая может быть оценена методами математического моделирования, что позволит понять ее состояние и обеспечить необходимую степень сохранности.

Так, в 1962 году А. Маас (с соавторами) заявил о необходимости рассматривать водную среду в связи с профессиональной деятельностью эколога как *водо-ресурсную систему*. При этом ограничивающими факторами существования такой системы являются экономические условия в регионе, технологические инструменты инженерии и политические планы правительства [1].

В 1966 году в России был издан перевод монографии известного регионалиста Уолтора Изарда, в которой тот рассматривал региональное пространство взаимодействия окружающей среды и экономической деятельности человека как *региональную эколого-экономическую систему* [2].

В 1977 году американский ученый С.А. Шум в своей монографии изложил несколько иную точку зрения, согласно которой совокупность природных экосистем и промышленных объектов необходимо рассматривать как *«систему циклов кругооборота почвенных и наземных вод»*, в процессе

которого осуществляется непрерывная транспортировка природных и искусственных веществ и их накопление в том или ином объеме почвы или воды» [3].

В свою очередь Д.У. Кнайт, используя в качестве примера объекта деятельности эколога водный бассейн, предложил декомпозировать его как *«серию гидрологических проблем»*, трансформируя водно-прибрежную экосистему в «место встречи людей и их экономической деятельности: навигации, рекреации, ирригации и безопасности» [4].

Особого внимания заслуживают работы ученых Тамбовского государственного технического университета Н.С. Попова, В.А. Немтинова и других, которые предлагают рассматривать в качестве объекта деятельности инженера-эколога *«природо-промышленную систему»*, имеющую такие свойства, как открытость, неопределенность, сложность и т.д. [5-7].

В 1999 году И.И. Мазур и О.И. Молдаванов предложили собственную концепцию объекта профессиональной деятельности инженера-эколога. В качестве такого объекта рассматривается *«экосоциотехническая система»*. По мнению авторов, такая система является сложной, но поддающейся численному описанию [8].

Профессор Удмуртского государственного университета С.Д. Бунтов (с соавторами) предлагает ориентироваться на рассмотрение объекта инженерно-экологической деятельности – *«определенной территории»* – как открытой, пространственной, многоуровневой, самоорганизующейся, целостной и сложной системы, которая имеет несколько альтернативных путей развертывания [9].



В.В. Артюхов и А.С. Мартынов, предлагая при рассмотрении взаимоотношений социально-экономической системы с окружающей природной средой использовать *общую теорию систем*, выделили экстенсивный, интенсивный и экологический этапы развития таких взаимоотношений, предложили концепцию и классификацию современных экологических кризисов, используя данные о динамике населения планеты [10].

Однако, многие из вышеописанных концепций, по нашему мнению, устарели. Связано это с тем, в настоящее время существуют определенные проблемы проектирования содержания инженерно-экологической подготовки сегодня. Сегодня экология практически не отражает требования шестого и седьмого технологических укладов. Финансово-экономический кризис, падение и сильная волатильность фондовых и товарных рынков, начиная с 2014 года, особенно в 2015 году, изменение политической обстановки в то же время, создание либо более четкое обозначение мировых военных, экономических и политических коалиций к 2015 году связанные, по мнению экономистов, с началом нового технологического уклада, практически не находят

сейчас отражения в содержании инженерно-экологической подготовки.

В итоге, сегодняшняя эпоха перемен характеризуется тем, что выпускники инженерно-экологических специальностей и направлений уже на студенческой скамье подвергаются психологическому воздействию существующего противоречия между содержанием обучения и сутью происходящих в мире изменений, а при выпуске не могут считаться обладающими компетенциями в достаточной мере, поскольку сами эти компетенции не соответствуют требованиям нового технологического уклада и связанных с его первой фазой потрясениями в экономике.

Указанные противоречия не позволяют в настоящее время полностью создать комплексное понимание объекта экологических знаний как основы профессиональной деятельности инженера-эколога. Возникает вопрос: каким образом инженер-эколог в процессе своей профессиональной деятельности может учитывать или даже изменять негативные и при этом не всегда определенные характеристики сложившейся ситуации? Понимание поставленного вопроса поможет выявить возможности системы профессиональной подготовки инженера-эколога.

### ЦЕЛЬ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В рамках данной работы нами поставлена цель – рассмотреть особенности эволюции и определить сущность объекта экологических знаний как основы профессиональной деятельности инженера-эколога в современной ситуации.

Для достижения этой цели мы предлагаем свой подход, реализация которого для понимания сущности и современного состояния объекта профессиональной деятельности инженера-эколога включает стадию анализа особенностей генезиса экологической науки, который предопределил формирование совокупности экологических знаний как инструмента «передачи» в процессе обучения от преподавателя к слушателю в его развитии в течение исторического времени. Назовем такой процесс *экологенезом*, то есть историческим развитием содержания экологической науки и педагогики.

При этом предлагаемое нами исследование мы будем проводить путем выделения и обсуждения как собственно экологиче-

ских, так и биологических, а также экономических концепций и теорий. Это позволит, по нашему мнению, в комплексе создать общую картину экологической ситуации в наше время. Использование указанных результатов при построении содержания профессиональной подготовки инженера-эколога даст *возможность восприятия студентом-экологом причин негативных последствий деятельности человеческого общества, включая неконтролируемое потребление природных ресурсов в экономике и загрязнение окружающей среды, и разработку соответствующих экологозащитных инженерных решений*.

Предлагаемый подход позволит нам выделить требуемые характеристики объекта экологических знаний на сегодняшний момент.

Для реализации предлагаемого подхода проведем периодизацию экологенеза на несколько эпох. Такая периодизация является авторской, основанной на собственном



восприятию автором экологических знаний в течение длительного опыта экологической и педагогической деятельности, и может не совпадать с другими аналогичными предложениями ученых. Тем не менее, мы считаем, что предлагаемая нами авторская периодизация экологенеза именно в таком виде позволит достичь поставленной в исследовании цели.

### АВТОРСКАЯ ПЕРИОДИЗАЦИЯ ЭКОЛОГЕНЕЗА

В первую очередь выделим так называемую **доэкологическую эпоху**. Мы считаем необходимым отметить, что данная эпоха может характеризоваться начальными попытками систематизации знаний об окружающем мире.

В рассматриваемую эпоху, по нашему мнению, одним из главных направлений естествознания стала *наука о классификации живых организмов*.

Данное направление характеризовалось, например, развитием методов изучения и *классификации животных*. Первые попытки создания классификации организмов можно датировать ориентировочно V-IV вв. до н.э. (по мнению некоторых авторов XXX, IX вв. до н.э.), когда в древнеиндийских эпосах «Рамаяна», «Махабхарата» [11] обсуждались *особенности систематики различных животных*. Позднее, вопрос роли природы в природе и классификации живых организмов анализировался Аристотелем в IV в. до н.э. в работе «История животных» [12, 13], но с более детальными дополнениями и предложениями по классификации членов животного мира. В средние века был широко известна работа У. Альдрованди «Семь книг о насекомых» [14]. Кроме того, одним из наиболее известных ученых этого направления, уважение к которому испытывал и К. Линней, был К. Геснер, который в своем огромном труде попытался систематизировать животных планеты [15].

Ученые этого направления в своих трудах предлагали, например, различные варианты *систематики растений*. Вклад в развитие таких первых доэкологических знаний внесли Теофраст [16] и Плиний Старший [17]. После снижения в Средние Века интереса к устройству окружающей природной среды эпоха Возрождения и Новое Время приносят новые плоды доэкологических знаний. Например, 1530-1536 гг. О. Брунфельс опубликовал определитель растений, в котором изображения растения соседствовали с их описаниями [18]. Вслед за

В качестве необходимого примечания следует отметить, что выделяемые далее периоды экологенеза могут пересекаться на временной шкале, что объясняется началом новой группы экологических знаний тогда, когда еще не закончился период активного использования предыдущих знаний.

ним в 1539 г. И. Бок систематизировал около 700 видов растений Германии [19]. Р. Доденс предложил делить царство растений на шесть групп [20]. Более сложной систематика растений стала с конца XVI века. Так, А. Цезальпино в 1583 году в своем сочинении «16 книг о растениях» [21] классифицировал растения на основе информации о морфологии растений, строении их семян, плодов и цветков.

Вершиной развития этой эпохи, по нашему мнению, стало введение Д. Реем понятия «*вид*» в его современном понимании. Д. Рей считал, что если два организма (женский и мужской) производят существо, похожее на своих родителей и имеющее способность к размножению, то все указанные организмы можно отнести к одному таксону, а именно виду [22, 23].

Огромный вклад в развитие доэкологической научной школы внес К. Линней, в 1735 году в своем труде «Система природы» [24] давший комплексную *классификацию (таксономию) большинства известных на тот момент природных организмов* в зависимости от их строения, поведения и свойств, а также предложивший системный подход к рассмотрению природы. В 1749-1751 гг. И. Биберг совместно и под руководством К. Линнея заявил термин «*Экономия природы*» как систему видов живых существ, находящихся в постоянной взаимосвязи в единой биологической системе [25].

В период 1766-1822 гг. различные ученые (М.К. Ханов [26], Ж.Б. Ламарк [27] и Г.Р. Тревиранус [28]) независимо друг от друга на основании известных и новых научных изысканий синтезировали все доэкологические знания о биологических системах выделяемой нами эпохи в науку под названием «*биология*».

В качестве *второго научного направления данной эпохи* мы выделяем изучение природных биотических и абиотических факторов, воздействующих на организмы.



В частности, в 1671 году Р. Бойль представил научной общественности результаты проведенных им исследований по влиянию низкого атмосферного давления на жизнедеятельность организмов [29]. Э.А.В. фон Циммерман в 1777 году доказал влияние климатических факторов на животных как напрямую, так и через влияние на растительность, служащую ресурсной базой для животных, предложив для обозначения такой концепции термин «зоогеография» [30].

В 1749-1804 гг. Ж.Л. Леклерк, граф де Бюффон в своем труде «Естественная история» [31] систематизировал климатические, географические и другие факторы окружающей среды, описал их влияние на условия обитания организмов и на рост их численности.

Однако главной концепцией этого направления стала теория, предложенная А. Гумбольдтом [32] и К. Глогером [33], которые, дав комплексное обоснование *общим закономерностям влияния различных природных факторов на животных и растения с географических позиций*, фактически создали новую науку – *биогеографию*.

Одновременно в древности в рамках третьего выделяемого нами доэкологического научного направления появились *концепции изучения неживых (абиотических) природных ресурсов*, играющих главенствующую роль в жизни конкретного народа. Например, шумеры в педагогике, которая в то время была для них собственно аналогом современного профессионального обучения, на первое место ставили изучение *земледельцем особенностей и свойств плодородной земли*, формирование у человека умений рассчитывать циклы мироздания, основываясь на вегетативных периодах выращивания зерновых культур. Естественно, что огромное значение здесь имело изучение *внеземных природных ресурсов*, а именно звезд и планет, особенно Луны и Солнца, от которых зависело не только земледелие, но и, в общем, вся жизнь шумерского народа. При этом шумеры выделяли как отдельные «космические» субстанции и деревья, которые являлись представителями или частями мироздания на Земле [34].

Данное направление получило развитие в периоды Античности, Средних Веков и Нового Времени, когда появилось довольно значительное количество научных трудов с описанием отдельных природных ресурсов и методов их использования в хозяйственной жизни человека.

Необходимо отметить, что в первой половине XVIII в. французский натуралист Ж.Л. Леклерк граф де Бюффон в своих работах «*Mémoire sur la conservation et le rétablissement des forêts*» [35] и «*Mémoire sur la culture des forêts*» [36] впервые для Нового Времени поднимает *вопрос о проблемах сбережения, рационального использования и восстановления отдельных природных ресурсов*, а именно лесов, применяемых как источник древесины в кораблестроении.

На основе проведенного обзора в итоге мы предлагаем выделить в структуре доэкологической науки первой эпохи три группы теорий, а именно *биологической теории о живых элементах природы (организмах)*, включая описание их строения и классификацию, *биогеографической теории об абиотических факторах* как факторах воздействия неживых компонентов природы на живые организмы, *теории природных ресурсов*. Соответственно, фактически в рассмотренную эпоху можно говорить о полноценном формировании трех основных ветвей (биологической, биогеографической, ресурсной) доэкологического знания, которые в будущем дадут понимание экологической науки.

Собственно, **первую эпоху экологеза** мы предлагаем датировать временем синтеза доэкологических (выделенных нами ранее) концепций с социально-экономическими концепциями в комплексную теорию экологии и природопользования. Данное направление экологической науки в первую эпоху ее развития, по нашему мнению, характерно появлением научных положений об *организмах, в первую очередь, человеке, не всегда ограничивающих свое потребление природных ресурсов, что может привести к определенным проблемам их жизнедеятельности*.

Антропогенное влияние на ресурсы окружающей среды в данную эпоху впервые стало активно изучаться представителями экономической науки. Например, в 1798 году священник и экономист из Англии Т.Р. Мальтус издал свой труд под названием «*Опыт закона о народонаселении*» [37], где он указывает на *природные ресурсы как ограничивающий фактор роста человеческой популяции и экономики*, а также на *проблемы избыточного воздействия человеческого общества на окружающую среду*.

В начале этого периода, в параллель с учением Т.Р. Мальтуса возникло и первоначально не связанная ни с ним, ни с предыдущими биологическими теориями концеп-



ция биогеохимической деятельности организмов Ж.Б. Ламарка, который выявил возможность *влияния организмов на окружающую природную среду через химические и физические градиенты* [28]. Фактически Ж.Б. Ламарк впервые заговорил о совокупности организмов как о биотическом факторе развития окружающей среды. Важным в учении Ж.Б. Ламарка, по нашему мнению, стало доказательство того, что человек, как и другие организмы, как единица живого вещества способен оказывать биогеохимическое влияние на окружающую среду, совместно с другими организмами изменяя ее параметры.

В этом моменте учение биохимика Ж.Б. Ламарка интереснейшим образом переплелось с учением экономиста Т.Р. Мальтуса, так как их совместное прочтение позволяет понять, что «излишне активное» биогеохимическое воздействие человека как организма на природу в рамках функционирования рыночной экономики, в том числе путем потребления и переработки природных ресурсов и загрязнения сопутствующими этим процессам отходами окружающей среды может вызвать ресурсный коллапс, то есть истощение природных ресурсов, являющихся ключевыми факторами всей рыночной экономики планеты.

Интересно, что аналогично мнению Т.Р. Мальтуса французский естествоиспытатель Ж.Б. Ламарк примерно в это же время заявил о *возможности человека уничтожить свою цивилизацию, сделав непригодной среду обитания* [28].

В развитие этой идеи в анализируемый период один из известнейших экономистов Дж. Милль предложил рассматривать в качестве двух главных объектов экономики государства *общественное потребление и потребительское предложение*, направленное на обеспечение общественного потребления [38]. Из его работы следовало, что одним из главных параметров, характеризующих общество, является потребление. Соответственно, рост потребления населения влечет за собой требование увеличения соответствующего ресурсообеспечения, то есть требование повышения предложения потребительских благ (товаров, работ и услуг), направленных на удовлетворение возросших потребительских интересов общества. При этом очевидно, что повышение предложения товаров, работ и услуг требует и повышение объема используемых для их производства природных ресурсов. В 1848 году вышло новое издание Дж. Милля, где

он сформулировал основные принципы политической экономии, легшие в основу всей современной экономики, а сама наука получила название «*политическая экономия*», рассматриваясь как раздел социальной философии [39].

В нашем понимании это положение Дж. Милля, хотя и сделанное «в отрыве собственно от экологических задач», тем не менее, стало тем положением, которое оказалось способным объяснить проблемы истощения природных ресурсов и загрязнения окружающей среды при росте потребительского спроса общества, иначе говоря, предвосхитило проблемы современного глобального общества потребления.

Мы считаем необходимым отметить, в этот период об экологических знаниях можно говорить с точки зрения понимания биологических систем и особенностей их формирования и существования в условиях абиотических факторов неживой природы. В целом, общим для рассмотренной данной эпохи развития экологической науки и педагогики можно назвать то, что в качестве объекта изучения принимались *отдельные организмы, в том числе и человек, испытывающие влияние различных природных факторов в среде обитания и вынужденные приспосабливаться к действию данных факторов с помощью морфологических, физиологических и онтологических механизмов*.

Также для первой эпохи развития экологической науки стало характерно рассмотрение *организма как природопотребителя и природопользователя*. Причем, большинство биологических и небιологических (например, экономических) теорий различными путями пришли к пониманию проблемы истощения природных ресурсов. Здесь виден синтез биологических разделов естествознания и экономических разделов обществознания.

При этом, однако, необходимо учесть, что процесс изучения указанных особенностей в школах и университетах, в основном сводился к восприятию особенностей отдельных компонентов природы. Главным здесь было, по нашему мнению, не особенности и дидактика изучения организмов, а то, что существовал сам процесс их изучения, трансформирующийся в виде учебных дисциплин и научных разделов.

Интересно, что в педагогике в то время все рассмотренные теории нашли отражения не в едином курсе, а в различных предметах. Например, учение Т.Р. Мальтуса и Дж. Милля в то время не получило под-



держки в экологоориентированной педагогике (например, в курсах ботаники и географии), и их основы, соответственно не вошли в биологические школьные и университетские курсы как основополагающие, а изучались как чисто экономические разделы.

Тем не менее, по нашему мнению, первая экологическая эпоха стала важной вехой в подготовке к появлению науки «экология», так как позволила провести так называемую группировку (классификацию, таксономию) всех известных на тот момент организмов планеты, выделить их основные параметры, характеристики, а также провести анализ абиотических факторов среды обитания, влияющих на морфологию и свойства организмов.

Далее мы считаем правильным выделить **вторую эпоху экологенеза**, когда ученые подошли к видению *единых надорганизменных систем (сообществ)*, в которых объектом изучения становится совокупность организмов, объединенных связями и отношениями и *конкурирующих друг с другом за существование в условиях наличия ограниченного объема ресурсов*. При этом центральным компонентом данной биологической системы рассматривался теперь не организм, а сообщество взаимодействующих между собой особей. Так, профессор Московского университета К.Ф. Рулье (1814-1858) разделил понятия «жизнь особи отдельно» и «жизнь особи в сообществе» [40]. В свою очередь, немецкий ученый К. Мебиус [41] в 1877 году предложил концепцию *биоценоза* как закономерного сочетания организмов в определенных условиях среды. А. Форбс в 1887 году разработал концепцию озера со всеми его организмами в совокупности как *микрокосма* [42]. В первой половине XX века английский биолог А. Тенсли [43] и российский биолог В.Н. Сукачев [44] обосновали закономерности появления и существования надорганизменных сообществ в системном единстве с окружающими их ресурсами живой и неживой природы, получившим название «*экосистема*» (у А. Тенсли) и «*биогеоценоз*» (у В.Н. Сукачева). В.В. Докучаев на примере почвы показал, что экосистемы создаются и поддерживаются целым комплексом внутренних и внешних факторов [45, 46].

В это же время появляются работы по *теории популяции*, показывающие четкую зависимость численности сообщества природных организмов от имеющихся у нее ресурсов и от особенностей потребления таких ресурсов. Важным следствием указанных

работ стало *математическое доказательство того, что сообщество организмов способно к самоуничтожению в результате неконтролируемого роста численности особей внутри него и соответствующего увеличения потребления ограниченных для общества ресурсов*.

Например, математик из Бельгии П.Ф. Ферхюльст, анализируя особенности существования популяции организмов, пришел к выводу, что ее максимально возможные размеры (численность) ограничены собственно уже имеющейся численностью с учетом количества имеющихся доступных для сообщества ресурсов [47, 48]. Фактически П.Ф. Ферхюльст доказал для природных сообществ ту же возможность самоуничтожения из-за неконтролируемого размножения и нерационального обращения с имеющимися ресурсами, что сделал на полстолетия раньше и Т.Р. Мальтус, только анализируя человеческие популяции.

Труды различных ученых по теории сообществ и, особенно, положения об ограниченности ресурсов в любом сообществе, выдвинутые Т.Р. Мальтусом, оказали значительное влияние на создание *теории естественного отбора из-за конкуренции видов за ограниченные ресурсы*. Основоположниками данной теории стали два британских ученых, пришедших к одинаковым выводам независимо друг от друга, а именно А.Р. Уоллес, представивший в 1858 году научной общественности свою работу «О тенденции вариететов неограниченно отклоняться от исходного типа» [49], и Ч.Р. Дарвин, опубликовавший в 1859 году книгу «Происхождение видов» [50]. Согласно этой теории, максимальные шансы на выживание, размножение и успех в конкуренции в процессе эволюции имели те организмы, которые были наиболее приспособлены либо могли адаптироваться в условиях имеющихся и ограниченных природных ресурсов с учетом воздействия на них биотических и абиотических факторов среды обитания.

Таким образом, ученые подтвердили все ранее указанные теории, синтезировав в единую науку, которой в 1866 году Э. Геккель дал название «*Экология*» [51].

Что касается особенностей изучения в данную эпоху *антропогенного использования природных ресурсов*, то здесь можно отметить одну из крупнейших для конца XIX века экономических работ К. Менгера Старшего, последователя Т.Р. Мальтуса, которая называлась «*Политическая экономия*» [52]. В 1871 году К. Менгер Старший в



данном труде отразил одну из своих теорий, согласно которой ценность любого природного ресурса, используемого в экономике, определяется через его так называемую убывающую предельную полезность, общий смысл которой состоит в том, что единица природного ресурса имеет для человека наивысшую ценность только в том случае, когда она необходима ему для сохранения жизни его и его родственников, его имущества. Однако, в том случае, когда человек располагает количеством природных ресурсов, больших, чем ему необходимо для удовлетворения жизненно важных потребностей, то это оставшееся количество природных ресурсов имеет уже другую, гораздо меньшую ценность для человека, и он соответствующим образом к ним относится, например, готов представить к продаже за более низкую стоимость, не готов тратить большие средства для восстановления потраченных природных ресурсов и т.д.

Эта теория, несмотря на наличие у нее противников в экономической науке, по нашему мнению, в экологии чрезвычайно важна, так как позволяет определить истинную ценность компонентов окружающей среды для человека, как, впрочем, и для любого организма, в том случае, когда их еще достаточно для поддержания его существования.

Интересно, что в рассматриваемый период указанные положения изучались лишь экономистами. В экологической педагогике господствовали идеи учения о сообществах организмов. При этом изменения в структуре понимания сути экологии повлекли и соответствующие изменения в образовательном процессе. Природные объекты теперь изучались как комплексы, а для их оценки в целом и выделения влияния друг на друга отдельных элементов стали активно применяться аналитические (математические, химические, физические, биологические и другие) научные методы познания.

В **третьей эпохе** своего развития экология, по нашему мнению, практически становится самостоятельной наукой. Эту эпоху мы предлагаем охарактеризовать пониманием *определяющей средообразующей и средоизменяющей роли живого вещества*. Данная роль как бы обратна действию на организм и надорганизменные сообщества природных факторов, является реакцией на них с целью обеспечения безопасности и расширения организмами собственной инженерно-экологической ниши в «неблагоприятной» для них окружающей среде и при этом

настолько велика (определяющая), что природа теряет под ее воздействием способность к самовосстановлению и самоочищению.

Ключевыми концепциями этой эпохи, по нашему мнению, стало выдвижение идеи *биосферы* австрийским ученым Зюссом [53], и последующее создание на ее основе (с учетом учения Ж.Б. Ламарка [28]) великим русским ученым академиком В.И. Вернадским комплексного фундаментального учения *о биосфере как области распространения живого вещества, использующего биогеохимическую силу для формирования и изменения своей среды обитания* [54].

Одновременно, совмещая положения теорий Ж.Л. Леклерка графа де Бюффона, Т.Р. Мальтуса и Дж. Милля с теориями А. Гумбольдта и К. Глогера и подключая здесь теорию Ж.Б. Ламарка, можно говорить о возможности человеческого общества, подчиняясь законам рыночного производства и потребления, создавать новые *антропогенные* факторы воздействия на природные организмы, например, путем изменения концентрации выбрасываемых из дымовых доменных печей вредных газов в атмосферу (изменение климатических факторов природы), путем увеличения концентраций токсичных веществ в водоемах в результате сброса в водные объекты сточных вод промышленных предприятий и коммунальных сточных вод поселений (изменение гидрологических факторов природы) и т.д. и таким образом изменять химические, физические и биологические свойства и характеристики окружающей природной среды.

В.И. Вернадский ввел целый ряд новых категорий, характеризующих такую роль живого вещества в природе. В их числе мы считаем необходимым назвать [54]:

- категорию «биогеохимическая сила», обозначающую свойство организмов с определенным уровнем давления влиять и видоизменять окружающую среду в соответствии со своими потребностями;

- категорию «скорость распространения вида», характеризующую особенности гипотетического распространения одного вида организма на всю поверхность планеты Земля при условии отсутствия конкуренции со стороны других видов и благоприятных внешних и внутренних факторах;

- категорию «функции живого вещества», обозначающую способности организмов, заключающиеся в поглощении, накоплении, переработке, химическом превращении, передаче и выделении химического ве-



щества в окружающую среду, обеспечивая формирование и поддержание на необходимом для организмов уровне ее химического состава и химических свойств.

Экологическая педагогика отразила эти постулаты введением соответствующих категорий в содержание профессиональной подготовки. Появились такие разделы экологической дисциплины, как «Учение о биосфере», «Биоэкология» и т.д. Особенностью экологической педагогики здесь, по нашему мнению, стала направленность на изучения неорганических факторов окружающей среды, оказывающих влияние на организмы. Такое изучение проводилось через бурно развивающиеся науки, такие как химия, электротехника, астрономия, физика, горные технологии и т.д., основные категории которых постепенно вбирала в себя и экология как таковая.

**Четвертая эпоха экологенеза** в нашем понимании ознаменовалась совершенно новым рассмотрением биологических систем – как систем, испытывающих воздействие человека *посредством других, искусственно им измененных биологических или искусственно им созданных техногенных систем*, существование и развитие которых как зависит от наличия и притока ресурсов извне, так и от воли человека. При этом важным стало и то, что отныне конкурентоспособность и устойчивость человеческого общества считалась гораздо более высокой по сравнению с конкурентоспособностью других сообществ организмов именно за счет его способности применять техногенные средства для повышения эффективности своей хозяйственной деятельности, в том числе деятельности по добыче природных ресурсов и их использованию.

В эту эпоху экологической науки состояние изучаемых объектов, по нашему мнению, определялось воздействием на них таких внешних факторов, к которым относились техногенные воздействия, то есть негативные факторы влияния деятельности человека на окружающую среду. Причем впервые в экологической науке и педагогике антропогенные факторы стали рассматриваться наравне с биотическими и абиотическими, а иногда даже и как главные факторы изменения условий обитания на планете.

Важным моментом здесь стало то, что на начальном этапе своего развития человек взаимодействовал с естественной окружающей средой, но в процессе эволюции человек стремясь наиболее эффективно удовлетворять свои потребности в пище, в матери-

альных ценностях, в защите от климатических и погодных воздействий непрерывно воздействовал на естественную среду. Необходимость выживания в тяжелых условиях окружающей среды требовала от человека развития умений по созданию и совершенствованию технических средств защиты от естественных негативных воздействий [55-58].

В качестве главного фактора выживания и существования человека в природе стал рассматриваться техногенез, представляющий собой зарождение техники, создание человеком все более совершенных способов орудий и устройств для воздействия на окружающий материальный мир с целью создания потребления различных благ.

Кооперация данного подхода с предыдущими дала возможность целому ряду ученых и организаций (и др.), используя методологический аппарат философии, математики, информатики, кибернетики создать комплексную теорию техногенеза и оценки инженерно-экологических рисков, в соответствии с которой главным результатом техногенной деятельности человека можно считать негативное воздействие технических средств на окружающую среду, появление и глобализацию экологических проблем, рост экологических рисков, влияющих на целостность и выживаемость человеческой популяции.

Естественно, что техногенез предполагал и рост взаимодействия человеческого общества с окружающей средой, в частности, путем изъятия и потребления человеком природных ресурсов, что оказывает определенное, часто негативное, влияние на состояние экосистем.

При этом можно сказать, что результатом техногенеза стала *техносфера* как биосфера, измененная человеком, являющимся частью живого вещества, с помощью технических систем, применяемых им для поддержания своего существования за счет изъятия ресурсов из природной среды, перестройки природной среды с целью создания и расширения антропогенной ниши.

Созданная человеком техносфера для поддержания своего существования постоянно потребляет различные природные ресурсы из окружающей среды перерабатывает их в продукты производства, используемые человеком. В процессе потребления и переработки природных ресурсов образуются отходы потребления и производства. Также техносфера потребляет значительное количество природной энергии и соответ-



ственно выделяет энергию собственного производства в окружающую среду. С помощью потоков веществ, энергии техносфера связана с окружающей средой и воздействует на неё. Фактически человек сформировал и искусственно расширяет свою экологическую нишу, обеспечивая в ней искусственным путем постоянства различных физических, химических и других характеристик. Ученые даже заявляют о подчиненности и зависимости человека от техносферы [59-63].

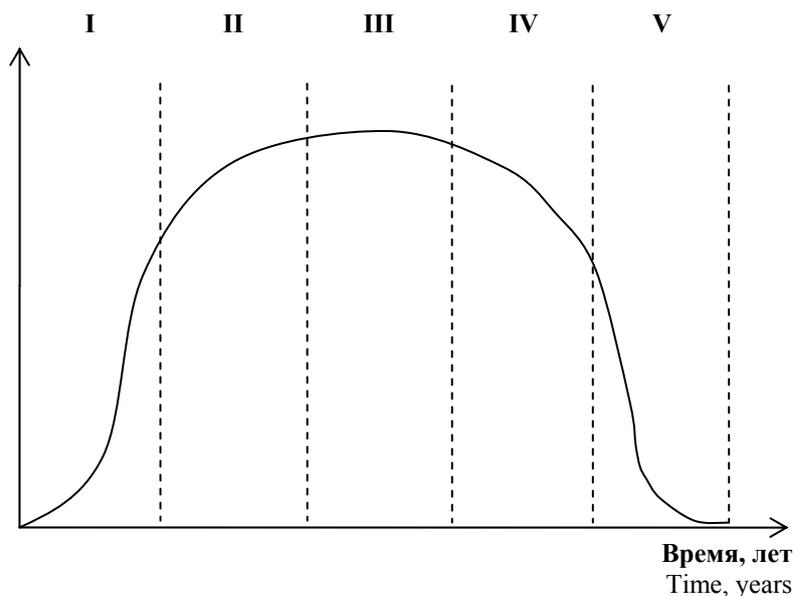
Одной из первых экологических проблем, которая показала глобальное отрицательное влияние техносферы на состояние окружающей среды, стала проблема роста потребления энергии человечеством.

Так, американский эколог Р. Линдeman в 1942 году предложил концепцию рас-

чета энергетического баланса экосистемы, из которого следовало понимание зависимости эффективности существования экосистемы от особенностей использования и конкуренции ее членов за энергетические ресурсы [64]. Эта концепция позволила подтвердить гипотезу о возможности истощения энергетических ресурсов в результате их активного использования.

В 1956 году геофизиком компании «Шелл» М.К. Хаббертом была предложена так называемая логистическая или колоколообразная модель потребления нефтяных ресурсов человечеством [65]. Общий вид логистической кривой темпов добычи энергетических полезных ископаемых показан на рисунке.

Объемы добычи, млн. т/год  
Production volumes, mln. t / year



**Рис. 1. Общий вид логистической кривой темпов добычи энергетических полезных ископаемых**

**Fig. 1. General view of the logistic curve of rate of mining of energy minerals**

Данная модель, исходя из данных об объемах добычи полезных ископаемых в прошлом и исключая внешние факторы (отсутствие спроса), предсказывает дату максимальной добычи полезных ископаемых, для определенного региона страны мира. Данный график имеет форму колокола и разделяется на несколько временных периодов:

I) открытие месторождения – в данный период времени проводятся геолого-изыскательские работы, открываются месторождения, начинается строиться инфраструктура и добываются первые объемы полезных ископаемых. Добыча вначале не велика, поскольку слабо развита инфраструктура.

II) стабильный рост – в данный период времени по мере открытия всё новых ме-



сторождений, увеличений объемов их разработки, установки и использования более эффективного оборудования добыча природных ресурсов растет, а сами ресурсы пользуются все большим спросом.

III) насыщение – в данный период достигается пик объемов добычи природных ресурсов, которые невозможно превзойти улучшенной технологией или открытие новых месторождений.

IV) спад – после пика темпы добычи полезных ископаемых медленно, но неуклонно спадают. В это время может проявиться структурная мировая нехватка полезных ископаемых (дефицит), последствия которой будут зависеть от темпов убывания добычи, а также от разработки и внедрения альтернативных источников энергии, причем, если таковые источники не появятся, то многие товары и услуги, производимые с использованием данного полезного ископаемого или использованием энергии, полученной из данного полезного ископаемого, станут дефицитными, что может привести к снижению жизненных стандартов во всех странах и возможным политическим последствиям.

V) иссякание – в данный период времени месторождения практически полностью вырабатываются, и данные полезные ископаемые невозможно более использовать.

М.К. Хабберт предсказал по описываемой модели темпы добычи нефти до 2200 года. Его предсказание для США практически сбылись, а теория позже была подтверждена и другими учеными [66, 67]. Впоследствии данная модель использовалась различными исследователями для оценки темпов добычи природного газа, фосфора и некоторых других полезных ископаемых.

Наконец, в 1991 году Дж. Холдрен [68] математически доказал квадратичную зависимость энергопотребления от численности населения Земли за период 1850-1990 гг. Как отмечал академик РАН, доктор физико-математических наук, профессор С.П. Капица [69], в 1993 году Д. Моррисон подтвердил действенность закона Дж. Холдрена вплоть до 2090 года. Естественно, рост энергопотребления влечет за собой и значительный рост потребления природных энергетических ресурсов с возможностью их истощения по вышеописанной модели М.К. Хабберта.

Таким образом, в данной эпохе развитием учения о средообразующей и средоизменяющей роли живого вещества стала *идея о техносфере*. В итоге, важнейшим свойством таких систем оказывается их способность изменять в заданном направлении соотношения компонентов, связи и свойства внешней по отношению к ним окружающей среды.

Такой подход после 1970-х гг. позволил кардинально изменить содержание преподаваемых в школах и вузах экологических дисциплин. В их составе появился достаточно крупный раздел, рассматривающий виды загрязнителей, особенности антропогенного воздействия на природные объекты и т.д. Целый ряд научных исследований с привлечением аппаратов токсикологии, физиологии, медицины, биохимии, инженерии и других новых к тому времени наук позволил в численном виде оценить и выразить дидактически в учебных предметах уровни и значения воздействия техносферы на окружающую среду. В результате экология из чисто учебной дисциплины переросла в практическую, полезную для экономики науку, которая позволяет оценивать экологические риски, разрабатывать и применять технологии их комплексного анализа и систематизации.

Описываемая эпоха развития экологической мысли также характерна введением экологических дисциплин в системах среднего профессионального образования по всем экономическим, юридическим, педагогическим и техническим специальностям (под названием «Экологические основы природопользования»), а также по экологическим специальностям (под названием «Природопользование и охрана окружающей среды»).

В рамках высшего профессионального образования данная дисциплина в ее модернизированном виде также получила признание. В вузах того времени можно выделить два аспекта вхождения экологической науки в учебную программу. В первом случае дисциплина изучается отдельно, лишь трансформируется название данной дисциплины для различных специальностей («Охрана окружающей среды», «Природопользование», «Рациональное природопользование», «Энерго- и ресурсосбережение»). При этом содержание этих дисциплин остается примерно аналогичным. Во втором случае, от-



дельные темы данной дисциплины входят в качестве самостоятельных разделов в другие дисциплины федерального и национально-регионального компонентов (например, в такие дисциплины, как «Водоснабжение и канализация», «Водоподготовка», «Экономика природопользования», «Экологическое право» и т.д.).

В пятую эпоху экологенеза главным стал вопрос *значительного уменьшения глобального запаса живучести и устойчивости окружающей среды под воздействием техногенных факторов*. Проявилась проблема выживания человечества как вида и сохранения окружающей среды в условиях глобализации техносферы и все большего уничтожения природных ресурсов и загрязнения окружающей среды.

Эта эпоха характерна развитием новых отраслей промышленности и сельского хозяйства и, самое главное, проникновением человека за пределы земной биосферы. Уже сегодня космические корабли, построенные человеком, несут следы жизни (бактерии, споры, другие организмы) в космическое пространство. Такую расширенную до околоземных космических пределов техносферу, включающую в себя кроме заселенной человеком биосферы Земли также оболочки жизни на межпланетных станциях, космических кораблях, Н.Б. Вассоевич и А.Н. Иванов назвали *артебиосферой* [70].

Количественные оценки влияния артебиосферы на состояние окружающей среды были предложены членами так называемого Римского клуба, которые построив ряд математических моделей, получили сразу несколько сценариев возможного будущего экологического кризиса в том случае, если человечество будет по-прежнему эксплуатировать, не только энергетические, но и все остальные ресурсы окружающей природной среды, не предпринимая никаких мер по их экономии

Так, Дж. В. Форрестер разработал две модели «Мир-1» и «Мир-2», имитационное исследование которых позволило ему в книге «Мировая динамика» [71, 72] заявить о возможном наступлении экологического «перелома» в 2020-х гг. В 1972 году ученик Дж.В. Форрестера Д.Л. Медоуз в соавторстве с рядом других ученых построил уточненную модель «Мир-3», по результатам исследования которой были опубликованы доклады «Пределы роста» в нескольких ре-

дакциях [73-76], в целом уточнявшие предположения Дж.В. Форрестера.

В общем виде модели «Мир-1», «Мир-2» и «Мир-3» показывали, что в результате убыстряющегося научно-технического прогресса, ускоряющегося роста населения, увеличения объема потребления природных ресурсов, загрязнения окружающей природной среды и уничтожения многих природных компонентов к середине XXI века на планете может произойти глобальная экологическая катастрофа, включая голод, войны, сокращение численности населения. Для предотвращения такой ситуации указанные авторы предложили концепцию «нулевого роста», согласно которой необходимо стабилизировать численность населения, приостановить рост промышленного производства, развивать сельское хозяйство, применять «зеленые» технологии и методы энерго- и ресурсосбережения.

Интересно отметить, что в 2008 году Г. Тёрнер проверил предположения Д.Л. Медоуза и его соавторов [77], подтвердив их адекватность сложившейся на сегодня ситуации в артебиосфере реальными данными за прошедшие между публикациями указанных авторов 30 лет.

Одновременно российский ученый и философ Н.Н. Моисеев также заявил о надвигающихся проблемах коллапса природопотребляющей цивилизации. При этом он обращал внимание человечества на рост природных катастроф, уменьшение биологического разнообразия, на необходимость бережного отношения к природным ресурсам, математически показав возможные последствия антропогенных воздействий на природные объекты [78]. Эта ситуация была рассмотрена и правительствами большинства стран мира, которые в рамках Организации Объединенных Наций способствовали созданию Международной комиссии по окружающей среде и развитию под руководство Г.Х. Брунтланд [79], а также провели целый ряд всемирных конференций по окружающей среде и развитию.

Учебный процесс подготовки экологов в данную эпоху был направлен на понимание трех основных правил достижения устойчивого развития, а именно:

1) ограничение потребностей человечества в использовании природных ресурсов;



2) применение новых экологоориентированных «зеленых» технологий, наносящих минимальный вред окружающей среде;

3) разработка инновационных методов борьбы с остаточным загрязнением окружающей среды и технологий восстановления на рушенных природных территориях.

Теперь необходимо рассмотреть возможные особенности экологенеза в **шестую эпоху**, которая только наступает.

Здесь мы считаем необходимым ввести новую стадию развития объекта экологического познания, который до этого прошел цепочку «организм → биоценоз → экосистема → биосфера → техносфера → артебиосфера», а именно стадию «эксартисфера» (от греческого слова «εξάρτη» – «компоненты»), под которыми мы предлагаем подразумевать новые техногенные компоненты, появляющиеся сегодня, «врастающие» в биосферу и являющиеся источниками ранее неизвестных воздействий на окружающую природную среду).

Эта новая стадия, по нашему мнению, характеризуется следующими признаками:

1) появление на планете новой группы техногенных экологических воздействий и компонентов;

2) глобализация мировой экономики, которая оказывает влияние и на состояние окружающей природной среды;

3) все усиливающаяся реакция окружающей среды, ответная по отношению к глобальным технологическим воздействиям.

Первый из названных признаков характеризуется тем, что к настоящему времени деятельность эксартисферы, связанная с добычей природных ресурсов и производством продуктов, оказывает настолько большое влияние на окружающую среду, что можно говорить о появлении новой группы воздействий – *техногенных экологических воздействий*, которые отличны от абиотических и биотических экологических факторов.

С точки зрения экономической науки техногенные воздействия являются одним из продуктов техногенной деятельности человека, к которой можно отнести производство товаров и услуг, их потребление, рыночный обмен, происходящие внутри эксартисферы. При этом происходит процесс экономической глобализации эксартисферы, когда в результате все продолжающегося техногене-

за природо-промышленные системы и техноценозы объединяются не только в пределах одной страны, но и в региональных и мировых масштабах, на практике реализуясь через систему мирового разделения труда и глобальной экономики и вызывая глобализацию техногенных воздействий. Одновременно можно говорить и о подчиненности техносферных элементов и явлений законам экономической цикличности.

С другой стороны, живое вещество биосферы, как отмечал еще академик В.И. Вернадский, продолжает быть геохимической силой и оказывать громадное воздействие не только на окружающую природную среду, но и на собственно саму эксартисферу.

Соответственно, основываясь на положениях экономической теории и теории производства, мы предлагаем процесс функционирования современной эксартисферы представить так, как показано на рис. 2.

Выделенные нами выше признаки позволяют провести детерминирование современной эксартисферы как *глобальной пространственно-временной системы, характеризующейся появлением на планете новой группы техногенных экологических воздействий (нанозагрязнения, информационно-компьютерное воздействие и т.д.), возникающих в процессе функционирования и глобализации мировой экономики, и все усиливающейся реакцией окружающей среды, ответной по отношению к новым глобальным техногенным воздействиям.*

Ключевыми компонентами эксартисферы, которые, по нашему мнению, должны стать основами для построения содержания экологического образования в шестую эпоху экологенеза, мы предлагаем считать:

1) *артебиосферу*, включающую:

а) компоненты сферы производства, к которым относятся:

– объекты общественного потребления, являющиеся источниками выделения загрязняющих веществ, энергии и других факторов воздействия на окружающую среду (жилой сектор, транспорт, торговые и обслуживающие организации, военные торговые и обслуживающие организации, армия, государственное, общественное и частное управление, коммунальные системы, их рабочие и общественные коллективы, граждане и т.д.);

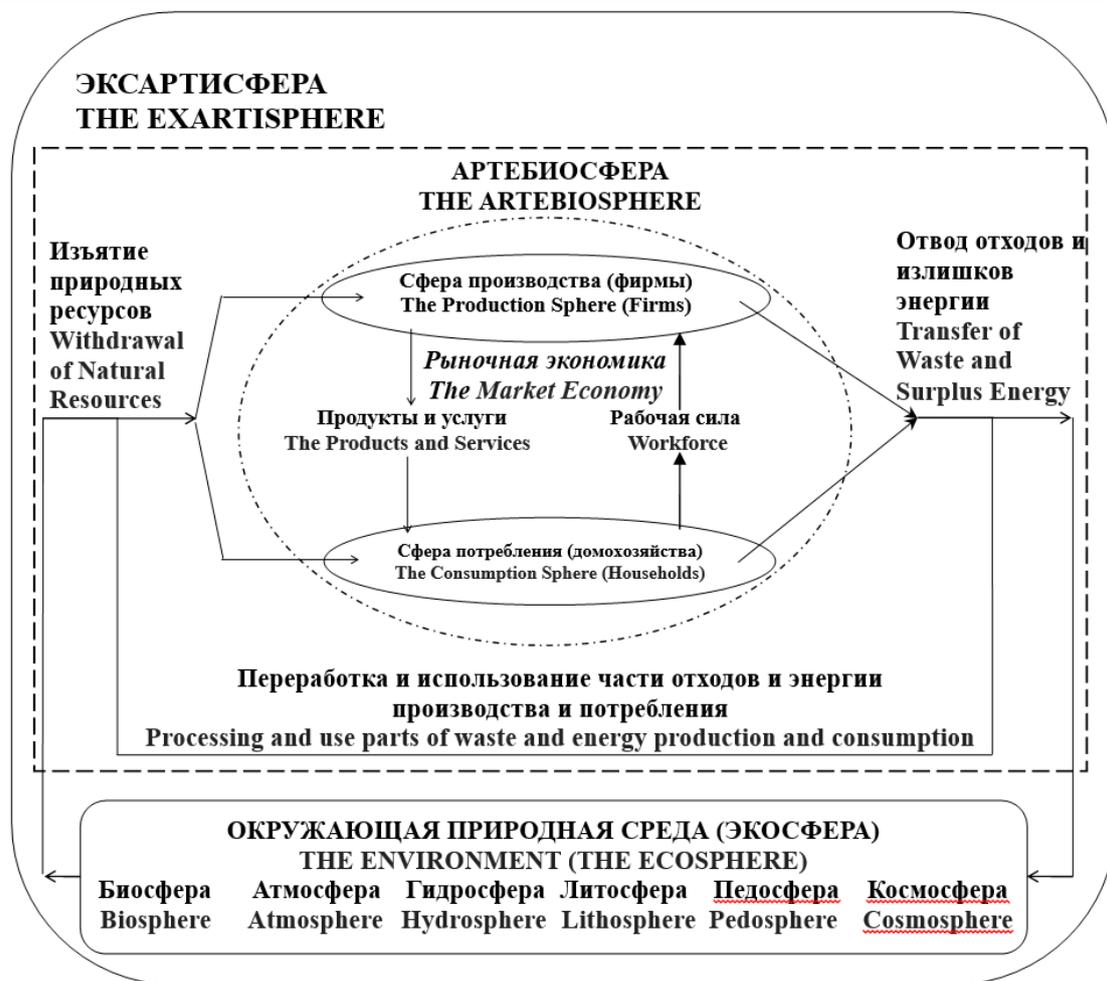


Рис 2. Структура эксартисферы  
Fig. 2. Structure of Exartisphere

– объекты хозяйственного производства, являющиеся источниками выделения загрязняющих веществ, энергии и других факторов воздействия на окружающую среду (предприятия промышленности и сельского хозяйства, технологические аппараты, отдельные процессы, производства и территории в целом, архитектурно-строительные предприятия, вокзалы, аэродромы, электростанции, военно-промышленные предприятия и прочие, их рабочие коллективы и т.д.);

– объекты защиты окружающей среды (очистные сооружения, аппараты, эколого-технологические линии, цеха, энергосистемы, природоохранные организации, структуры ликвидации чрезвычайных ситуаций, их рабочие коллективы, системы регулирования сбросов и выбросов загрязняющих веществ, системы размещения, переработки или захоронения отходов, включая средства и методы мониторинга и контроля воздействия на

окружающую среду, оборудование и технология для очистки вредных производственных выбросов в атмосферу и сточные воды, системы энергосбережения и снижения энергетических воздействий на окружающую среду, утилизации и переработки отходов промышленных предприятий, организационно-технические мероприятия по повышению экологической безопасности промышленных производств);

б) внутренние и внешние связи между компонентами артебиосферы:

– потоки потребительских запросов общества, адресованных объектам промышленного производства;

– потоки первичных природных ресурсов, идущих на общественные, промышленные и эколого-технологические нужды;

– потоки промышленных потребительских продуктов;



– потоки перерабатываемых и неперерабатываемых общественных и промышленных отходов (вредных загрязнений, примесей);

– потоки запросов, ресурсов, вторичных ресурсов, продуктов и отходов (потоки запросов, ресурсов, продуктов и отходов к объектам защиты окружающей среды, потоки ресурсов, продуктов и отходов с очистных сооружений);

2) *экосферу*, включающую:

а) компоненты окружающей природной среды, а именно, популяции, синусии, консорции, парцеллы;

б) природные связи, к которым можно отнести связи «хищник-жертва», связи внут-

ри экологических пирамид, демографические связи внутри популяций организмов и т.д.

В составе экосферы существуют аналоги компонентов и связей подсистем артебиосферы с аналогичными функциями, но уже по отношению к компонентам окружающей природной среды. Однако, для инженера-эколога, по нашему мнению, в шестую эпоху экологенеза главным становится изучение компонентов артебиосферы в текущей или будущей стадии развития экосферы, как определяющих экологическую обстановку и степень антропогенного влияния человека на окружающую природную среду.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, нами выделены эпохи экологенеза, отражающие изменение экологической мысли в течение предыдущего исторического периода.

Проведенный по результатам такой авторской периодизации анализ всех эпох развития экологического знания позволяет нам выделить несколько специфических особенностей экологенеза.

*Первая особенность* состоит в том, что в течение столетий происходило качественное изменение в понимании объекта экологической науки. От организменных систем ученые перешли к исследованию надорганизменных, экосистемных, биосферных, техносферных и артебиосферных систем. Одновременно росло понимание того, что инженерно-экологические системы являются сложными, открытыми, динамичными объектами с целым комплексом вероятностных характеристик, зависимыми от множества внешних воздействий и внутренних свойств. Итогом такого развития стало понимание окружающей среды как глобального объекта, подверженного воздействию техногенной экономики настолько, что возникают угрозы жизни и сохранения человечества на планете.

*Второй особенностью*, по нашему мнению, является специфическое развитие методологического аппарата экологического познания. Изменения в понимании все возрастающей сложности объекта экологической науки потребовали соответствующих, порой фундаментальных изменений и в философских подходах к созданию теории, в математических методах, в инструменталь-

ных исследованиях. Экология постепенно превратилась в комплексную междисциплинарную науку, внутри которой выросли и созревают новые плоды познания, такие как биоэкология, геоэкология, экологическая химия, экологическая инженерия и т.д.

Необходимость изучения экологических систем с различных точек зрения во взаимосвязи друг с другом и с окружающей средой предопределило привлечение аппаратов и других наук, таких как математика, физика, химия, инженерия и т.д. Сложность инженерно-экологических систем и междисциплинарность экологической науки потребовали развития системного мышления, создания аппарата системного анализа в экологии и методик их практического применения в различных сферах деятельности человека. Создание теории систем, кибернетики, наук о математическом моделировании и применение их в экологии стали здесь ключевым фактором развития подходов и методов изучения экологических систем и повышения уровня междисциплинарности экологии, что, в нашем понимании, можно назвать *третьей специфической особенностью* развития экологической науки.

В настоящее время проблема проектирования содержания высшего инженерно-экологического образования, адекватного требованиям современного мира, как никогда актуальна. Новые глобальные вызовы техногенеза, связанные с уменьшением объема природных ресурсов, ростом населения Земли, загрязнением окружающей среды, с одной стороны, и практически непредсказуемым развитием новых нано-, био-, когни-



тивных и информационных технологий, эффект от реализации которых лишь предсказывается, с другой стороны, требуют совершенно иного взгляда на процесс построения системы инженерно-экологических знаний. Какими должны быть эти знания, на какие вопросы они должны отвечать и какие цели преследовать – это главные проблемы современного инженерно-экологического образования в высшей школе, попытка комплексного анализа которых предпринимается нами в данной работе.

Введение нового класса систем – эксартисферы – как объекта экологических знаний и основы деятельности инженера-эколога позволяет, с одной стороны, отве-

тить на эти вопросы, а, с другой стороны, требует и новых подходов в ее рассмотрении, возможных к использованию как в учебном процессе, так и в профессиональной инженерно-экологической деятельности.

Полученные результаты могут быть рекомендованы к применению на практике, как в целях выделения и сущностного наполнения новых подходов в экологической науке и педагогике ближайшего будущего, так и для пересмотра существующих подходов к проектированию содержания профессиональной подготовки инженера-эколога.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Maas A. (ed.). *Design of Water-Resource System. New Techniques for Relating Economic Objectives, Engineering Analysis and Governmental Planning*. Harvard-Cambridge: Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1962, 620 p.
2. Изард У. Методы регионального анализа: введение в науку о регионах / Пер. с англ. В.М. Хомана, Ю.Г.Липеца, С.Н.Тарера. М.: Прогресс, 1966. 660 с.
3. Schum S.A. *Thefluvial System*. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1977, 320 p.
4. Knight D.W. Dissemination of Information to Practicing Engineers and Researches in the Water Industry // *Journal of the Institution of Water and Environmental Management*, 1987, vol. 1, no. 3, pp. 315-324.
5. Попов Н.С., Алексеев А.А., Кондраков О.В. Проблемы диспетчеризации загрязнений природно-промышленных систем // Программа и тезисы докладов областной научно-технической конференции «Экология – 98 (инженерное и информационное обеспечение экологической безопасности в Тамбовской области)». Тамбов: ТГТУ, 1998. С. 111-114.
6. Попов Н.С., Лузгачева Н.В. Методика построения схемы взаимодействия элементов в природо-промышленных системах // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2011. N2. С. 52-63.
7. Немтинов В.А. Информационный анализ и моделирование объектов природно-промышленной системы. М.: Машиностроение-1, 2005. 112 с.
8. Мазур И.И., Молдаванов О.И. Курс инженерной экологии. М.: Высшая школа, 1999. 447 с.
9. Бунтов С.Д., Стурман В.И., Туганаев В.В. Экологическое образование в Удмуртском государственном университете // Материалы международной научной конференции «Международное образование, ноосферология и устойчивое развитие», Тамбов, 5-6 июня 2008. Тамбов: ООО Изд-во «Юлисс», 2008. С. 45-58.
10. Артюхов В.С., Мартынов А.С. Закономерности, системные аналоги и теоретические основы мониторинга глобального кризиса, свидетелями и участниками которого мы являемся. М.: ЗАО «ИНТЕРФАКС», 2015. 75 с.
11. Махабхарата. Рамаяна / пер. С. Липкина, О. Волковой, Б. Захарына, В. Потаповой. М.: Художественная литература, 1974. 607 с.
12. Aristotle. *History of Animals* / transl. by D'Arcy Thompson. J. Barnes (ed.) // *The Complete Works of Aristotle*. Princeton: Princeton University Press, 1984, vol. 1, pp. 774-993.
13. Аристотель. История животных / пер. В.П. Карпова; под ред. Б.А. Старостина. М.: РГГУ, 1996. 528 с.
14. Aldrovandi U. *De animalibus insectis libri septem*. Francofurti, 1618, x, 299 [22] p.
15. Gesneri C. medici Tigurini. *Histriae animalivm*. Tigvri: Apvd Christ. Froschovervm, anno MDLI[-MDLXXXVII] [1551-1587], libri I: [40], 1104, [12] p.; libri II: [8], 110, [4], 2-27, [1] p.; libri III: [36], 779, [1] p.; libri IIII: [40], 1052, 38, [3] p.; libri V: [6], 85, [1]; 11 [1].
16. Феофраст. Исследование о растениях / АН СССР; пер. с др.-греч. и примеч. М.Е. Сергеевко; ред. акад. И.И. Толстого и чл.-корр. АН СССР Б.К. Шишкина; послесловие – Б.К. Шишкин; «Исследование о растениях» Феофраста – А.Н. Криштофович; Феофраст и его ботанические сочинения – М.Е. Сергеевко. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1951. 589 с.
17. Pliny the Elder. *The Natural History* / Tr., with copious notes and illustrations, by the late Jh. Bostock and H.T. Riley. London: Henry G. Bohn, MDCCCLV-MDCCCLVII [1855-1857], 6 vols. Available at: <http://www.perseus.tufts.edu/hopper/text?doc=Plin.+Nat.+t oc.> (accessed 01.11.2015).
18. Brunfels O., M. Herr, H. Weiditz. *Herbarum vivae eicones ad naturae imitationem summa cum diligentia et artificio effigiatae*. Strassburg: Argentorati : apud Ioannem Schottum librarium, 1532–1536, vol. I–III, [8], 266, [64]; 90, 199, [5]; 240, [4] p.
19. Bock H., Sebizium M. *Kreutterbuch, darin Underscheidt, Nammen und Würckung der Kreütter, Stauden,*



- Hecken und Bäumen, mit ihren Früchten, so in Teutschen Landen wachsen. Strassburg, 1550, xxxvi, 470 p.
20. Dodoens R. *Cruydeboeck: in den welcken die gheheele historie, dat es tgheslacht, ftsoen, naem, natuere, cracht ende werckinghe van den cruyden, niet alleen hier te lande wassende, maer oock van den anderen vremden in der medecijnen oorboorlijck*. Antverpia: Jan van der Loe, 1554, [884] p.
21. Cæsalpinus A. *De plantis libri XVI*. Florence, 1583, 621 p.
22. Raii J. *Synopsis methodica avium & piscium: opus posthumum, etc*, vol. 1: Avium. Londini: Impensis Gulielmi Innys, 1713, vi, 198 p.
23. Raii J. *Synopsis methodica avium & piscium: opus posthumum, etc*, vol. 2: Piscium. Londini: Impensis Gulielmi Innys, 1713, xx, 166 p.
24. Linnæus C. *Systema naturæ sive regna tria naturæ systematice proposita per classes, ordines, genera & species*. Lugduni Batavorum: apud Theodorum Haak, 1735, 12 p.
25. Biberg I.J. *Oeconomia Naturæ // In: Linnæus C. Amoenitates Academicæ, seu Dissertationes Variæ Physicæ, Medicæ, Botanicæ, Holmiæ*. Laurentium Salvium, 1751, vol. 2, pp. 1–58.
26. Hanov M.Ch. *Philosophia naturalis sive physica dogmatica*. vol. 3. Geologia, biologia, phytologia generalis et dendrologia. Halle: Nachdr. der Ausg., 1766, viii, 806 p.
27. Lamarck J.B.P.A., de Monet, de. *Hydrogéologie, ou, Recherches sur l'influence qu'ont les eaux sur la surface du globe terrestre: sur les causes de l'existence du bassin des mers, de son déplacement et de son transport successif sur les différens points de la surface de ce globe: enfin sur les changemens que les corps vivans exercent sur la nature et l'état de cette surface*. Paris: Chez l'auteur au Muséum d'histoire naturelle, 1802, 268 p.
28. Treviranus G.R. *Biologie, oder Philosophie der lebenden Natur für Naturforscher und Aerzte*. Göttingen: Röwer, 1802–1822, 6 bde.
29. Boyle R. *Some Considerations Touching the Usefulness Of Experimental Natural Philosophy*. Oxford: Hall; Davis, 1664, pt. 2, 416 p.
30. Zimmermann E.A.W., von. *Specimen zoologiae geographicæ, quadrupedum domicilia et migrationes sistens*. Lugduni Batavorum [Leiden]: Theodorum Haak et socios, 1777, xxiv, 685 p.
31. Leclerc comte de Buffon G.L., Daubenton L.J.M., Gueneau de Montbéliard P., La Cépède M. le comte de, de Seve J.; de Seve J.E.; Buvee; Panckoucke Ch.J.; Plassan P. *Histoire naturelle, générale et particulière*. Paris: De l'imprimerie royale, 1749–1804, v. 1: [6], 612 p.; v. 2: [4], 603, [1] p.; v. 3: [4], 530 p.; v. 4: xvi, 544 p.; v. 5: [4], 311, [1] p.; v. 6: vi, [2], 344 p.; v. 7: [6], 378, [2] p.; v. 8: [6], 402, [2] p.; v. 9: [6], 375, [1] p.; v. 10: [6], 368, [2] p.; v. 11: [4], 450, [2] p.; v. 12: [2], xvi, [4], 451, [1] p.; v. 13: [6], xx, 441, [3] p.; v. 14: [6], 411, [1] p.; v. 15: [6], 207, [1], cccxxiv, [2] p.; v. 16: [8], xxiv, 496 p.; v. 17: [10], 560 p.; v. 18: [4], iv, [12], 502, xcvi, [2] p.; v. 19: xvi, 590, xxviii p.; v. 20: xv, [1], 546, xxviii p.; v. 21: [2], xvi, 702, [2] p.; v. 22: [4], xvi, 554, xcvi p.; v. 23: [4], viii, 498, xlii p.; v. 24: viii, 438, xxx, 284 p.; v. 25: [4], 557, [1], xl p.; v. 26: [4], 602, xxvi p.; v. 27: [6], 636, xix, [1] p.; v. 28: [6], 448, xxxix, [1] p.; v. 29: vii, [1], 368 p.; v. 30: 651, [1] p.; v. 31: [4], 8, [1], 6-19, [1], 527, [1] p.; v. 32: [4], cxlvii, 8, 532 p.; v. 33: [4], lxiv, 632 p.; v. 34: [4], 16, lxvi, 558 p.; v. 35: xlv, 728 p.; v. 36: lxxviii, 803 p.; v. 37: xlv, 329 p.
32. *Essai sur la géographie des plantes: accompagné d'un tableau physique des régions équinoxiales, fondé sur des mesures exécutées, depuis le dixième degré de latitude boréale jusqu'au dixième degré de latitude australe, pendant les années 1799, 1800, 1801, 1802 et 1803 / par Al. de Humboldt et A. Bonpland; rédigée par Al. de Humboldt*. Paris: Chez Levrault, Schoell et Compagnie, Libraires, 1805, 155 (156) p.
33. Gloger C.L. *Das Abändern der Vögel durch Einfluss des Klima's: nach zoologischen, zunächst von den europäischen Landvögeln entnommenen Beobachtungen dargestellt, mit den entsprechenden Erfahrungen bei den europäischen Säugthieren verglichen, und durch Thatsachen aus dem Gebiete der Physiologie, der Physik und der physischen Geographie erläutert*. Breslau: In Commission bei August Schulz, 1833, xxxii, 159 p.
34. Емельянов В.В. Древний Шумер. Очерки культуры. СПб.: «Петербургское Востоковедение», 2001. 368 с.
35. Leclerc comte de Buffon G.L. *Mémoire sur la conservation et le rétablissement des forêts // Mémoires*, 1739, no. 90, pp. 140-156.
36. Leclerc comte de Buffon G.L. *Mémoire sur la culture des forêts // Mémoires*, 1742, no. 95, pp. 233-246.
37. Malthus T.R. *An Essay on the Principle of Population, as It Affects the Future Improvement of Society, with Remarks on the Speculations of Mr. Godwin, M. Condorcet, and Other Writers*. 1<sup>st</sup> ed. London: J. Johnson in St Paul's Church-yard, 1798, v, [x], 396 p.
38. Mill J. *Elements of Political Economy*. London: Baldwin, Cradock, and Joy, 1821, viii, 235 p.
39. Mill J. *Principles of Political Economy with Some of their Applications to Social Philosophy*. 1 ed. London: John W. Parker; West Strand, 1848, 450 p.
40. Рупье К.Ф. Жизнь животных по отношению к внешним условиям: три публичные лекции, читанные ordinarilyм профессором К. Рупье в 1851 г. М.: Моск. ун-т, 1852. 121 с.
41. Möbius K.A. *Die Auster und die Austerwirtschaft*. Berlin: Verlag von Wiegandt, Hempel & Parey, 1877, 126 p.
42. Forbes S.A. The lake as a microcosm // *Bull. Sci. Assoc. Peoria, Illinois*, 1887, pp. 77–87.
43. Tansley A.G. The use and abuse of vegetational terms and concepts // *Ecology*, 1935, no. 16 (3), pp. 284–307.
44. Сукачев В.Н. Биogeоценология и фитоценология // Доклады Академии наук СССР. 1945. Т. 47, N6. С. 447-449.
45. Докучаев В.В. К учению о зонах природы: горизонтальные и вертикальные почвенные зоны. СПб.: Тип. СПб. градоначальства, 1899. 28 с.
46. Докучаев В.В. Почвоведение // Земский сборник Черниговской губернии. 1900. N8. С. 101-165.
47. Verhulst P.F. Notice sur la loi que la population poursuit dans son accroissement // *Correspondance mathématique et physique*, 1838, no. 10, pp. 113-121.



48. Verhulst P.F. Recherches Mathématiques sur La Loi D'Accroissement de la Population // *Nouveaux Mémoires de l'Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles*, 1845, no. 18, art. 1, pp. 1-45.
49. Wallace A.R. On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely From the Original Type // *Journal of the Proceedings of the Linnean Society: Zoology*. 1858, no. 3(9), pp. 53-62 (45-62).
50. Darwin C.R. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. London: John Murray, 1859, ix, [1], 502, 32 p., [1] folded leaf of plates.
51. Haeckel E. *Allgemeine Anatomie der Organismen: kritische Grundzüge der mechanischen Wissenschaft von den entwickelten Formen der Organismen, begründet durch die Descendenz-Theorie*. Berlin: Verlag von G. Reimer, 1866, bd. 1: xxxii, 574 p.; bd. 2: clx, 462 p.
52. Menger C. *Grundsätze der Volkswirtschaftslehre / Erster, allgemeiner Teil*. Wien: Wilhelm Braumüller, K.K. Hof-Und Universitätsbuchhändler, 1871, 287 p.
53. Seuss E. *Die Entstehung Der Alpen*. Wien: W. Braunmuller, 1875, iv, 168 p.
54. Вернадский В.И. Биосфера: Избранные труды по биогеохимии / ред., вступ. ст. А.И. Перельмана. М.: Мысль, 1967. 376 с.
55. Омаров А.М. Техника и человек. Социально-экономические проблемы технического прогресса. М.: Политиздат, 1965. 270 [2] с.
56. Епископов Г.Л. Техника и социология. М.: Высшая школа, 1967. 288 с.
57. Мелешенко Ю.С. Техника и закономерности ее развития. Л.: Лениздат, 1970. 248 с.
58. Анисимов К.П. Человек и техника: современные проблемы. М.: Наука, 1995. 249 с.
59. Кочергин А.Н. Техносфера и общество: проблема взаимодействия // *Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации*. 2011. N166. С. 32-39.
60. Hofstetter P. *Perspectives in life cycle impact assessment: a structured approach to combine models of the technosphere, ecosphere, and valuesphere*. Boston, Mass., Kluwer Academic Publ., 1998, xix, 484 p.
61. Argüelles J. *Time and the technosphere: the law of time in human affairs*. Rochester, Vt.: Bear & Co., 2002, xx, 259 p.
62. Попкова Н.В. Методология философского анализа техносферы // *Вестник Тамбовского государственного технического университета*. 2005. Т. 11. N3. С. 819-820.
63. Шитов С.Б., Илюхин Ю.В., Гришина Т.Г. Тенденции развития современной науки и техносферы как философская проблема // *Alma mater (Вестник высшей школы)*. 2014. N4. С. 13-15.
64. Lindeman R.L. The trophic-dynamic aspect of ecology // *Ecology*, 1942, no. 23, pp. 399-418.
65. Hubbert M.K. Nuclear Energy and the Fossil Fuels // *Sprig Meeting of the Southern District Division of Production American Petroleum Institute*, Plaza Hotel, San Antonio, Texas, March 7-8-9, 1956. Publication No. 95. Houston: Shell Development Company. Exploration and Production Research Division, 1956, xvii, 40 p.
66. Bentley R.W. Global oil & gas depletion: an overview // *Energy Policy*, 2002, no. 30, pp. 189-205.
67. Hirsch R.L., Bezdek R., Wending R. *Peaking of World Oil Production: Impacts, Mitigation, & Risk Management*. Southwest Washington D.C.: Science Applications International Corporation / U.S. Department of Energy, National Energy Technology Laboratory, 2005. 91 p.
68. Holdren J. Population and the energy problem // *Population and Environment: A Journal of Interdisciplinary Studies*, 1991, vol.12, no. 3, pp. 231-255.
69. Капица С.П. Общая теория роста человечества: Сколько людей жило, живет и будет жить на Земле. М.: Наука, 1999. 189 с.
70. Вассоевич Н.Б., Иванов А.Н. О биосфере и мегабиосфере // *Журнал общей биологии*. 1983. Т. 44. N3. С. 291-303.
71. Forrester J.W. *World Dynamics*. Cambridge, Mass.: Wright-Allen Press, 1971, 142 p.
72. Форрестер Д. *Мировая динамика*. М.: АСТ, 2006. 384 с.
73. Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens III W.W. *The Limits to Growth: a Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. 5th printing. New York: Universe Books, 1972, 205 p.
74. Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J. *Beyond the Limits: Global Collapse or a Sustainable Future*. London: Earthscan Publications Ltd., 1992, xix, 300 p.
75. Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J. *Limits to Growth: The 30-Year Update*. White River Junction, Vermont: Chelsea Green Publishing Co., 2004, xxii, 338 p.
76. Meadows D.L. Evaluating Past Forecasts: Reflections on One Critique of the Limits to Growth. In: Constanza R., Grqmlich L. and Steffen W. (eds.). *Sustainable or Collapse? An Integrated History and Future of People on Earth*. Cambridge, MA: MIT Press, 2007, pp. 399-415.
77. Turner G.A. *Comparison of 'The Limits to Growth' with Thirty Years of Reality / Socio-Economics and the Environmental in Discussion*. CSIRO Working Paper Series 2008-09. Canberra: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), 2008, iii, 49 p.
78. Моисеев Н.Н., Александров В.В., Тарко А.М. *Человек и биосфера: Опыт системного анализа и эксперименты с моделями*. М.: Наука, 1985. 271 с.
79. Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию «Наше общее будущее» / пер. под ред. С.А. Евтеева и Р.А. Перелета. М.: Прогресс, 1989. 376 с.



## REFERENCES

1. Maas A. (ed.). *Design of Water-Resource System. New Techniques for Relating Economic Objectives, Engineering Analysis and Governmental Planning*. Harvard-Cambridge: Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1962, 620 p.
2. Izard U. *Metody regional'nogo analiza: vvedenie v nauku o regionakh* [Methods of regional analysis: an introduction to the science of regions]. Russ. ed.: V.M. Homan, Yu.G. Lipets, S.N. Tager. Moscow, Progress Publ., 1966. 660 p. (In Russian)
3. Schum S.A. *Thefluvial System*. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1977. 320 p.
4. Knight D.W. Dissemination of Information to Practicing Engineers and Researches in the Water Industry. *Journal of the Institution of Water and Environmental Management*, 1987, vol. 1, no. 3, pp. 315-324.
5. Popov N.S., Alekseev A.A., Kondrakov O.V. *Problemy dispetcherizatsii zagryaznenii prirodno-promyshlennykh sistem* [Problems dispatching of pollution of natural and industrial systems]. *Programma i tezisy dokladov oblastnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii «Ekologiya – 98 (inzhenernoe i informatsionnoe obespechenie ekologicheskoi bezopasnosti v Tambovskoi oblasti)»* [Program and abstracts of the regional scientific and technical conference «Ecology – 98 (engineering and informational provision of ecological safety in the Tambov region)»]. Tambov, Tambov State Technical University Publ., 1998. pp. 111-114. (In Russian)
6. Popov N.S., Luzgacheva N.V. Methodology for constructing the scheme of interaction of elements in natural and industrial systems. *Voprosy sovremennoi nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of contemporary science and practice. University V.I. Vernadsky]. 2011, no. 2, pp. 52-63. (In Russian)
7. Neminov V.A. *Informatsionnyi analiz i modelirovanie ob"ektov prirodno-promyshlennoi sistemy* [Information analysis and modeling of natural and industrial systems]. Moscow, Mashinostroenie-1 Publ., 2005. 112 p. (In Russian)
8. Mazur I.I., Moldavanov O.I. *Kurs inzhenernoi ekologii* [The course of environmental engineering]. Moscow, Vysshaya Shkola Publ., 1999. 447 p. (In Russian)
9. Buntov S.D., Sturman V.I., Tuganaev V.V. *Ekologicheskoe obrazovanie v Udmurtskom gosudarstvennom universitete* [Environmental education in Udmurt State University]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii «Mezhdunarodnoe obrazovanie, noosferologiya i ustoichivoe razvitiye»*, Tambov, 5-6 iyunya 2008 g. [Proceedings of the international scientific conference "International education, noospherology and sustainable development", Moscow, 5-6 June 2008]. Tambov, Uls Publ., 2008. pp. 45-58. (In Russian)
10. Artyuhov V.S., Martynov A.S. *Zakonomernosti, sistemnye analogi i teoreticheskie osnovy monitoringa global'nogo krizisa, svidetelyami i uchastnikami kotorogo my yavlyаемся* [Laws, system analogs, and theoretical bases of monitoring of the global crisis, witnesses and participants of which we are]. Moscow, INTERFAKS Publ., 2015. 75 p. (In Russian)
11. *Mahabharata. Ramayana* [Mahabharata. Ramayana]. Russ. ed.: S. Lipkin, O. Volkova, B. Zakharyin, V. Potapova. Moscow, Khudozhestvennaya literatura Publ., 1974. 607 p. (In Russian)
12. Aristotle. *History of Animals*. transl. by D'Arcy Thompson. J. Barnes (ed.). *The Complete Works of Aristotle*. Princeton: Princeton University Press, 1984, vol. 1, pp. 774–993.
13. Aristotel'. *Istoriya zivotnykh* [The history of animals]. Russ. ed.: V.P. Karpov; ed. B.A. Starostin. Moscow, Russian State University of Humanities Publ., 1996. 528 p. (In Russian)
14. Aldrovandi U. *De animalibus insectis libri septem*. Francofurti, 1618, x, 299 [22] p.
15. Gesneri C. medici Tigurini. *Histriae animalium*. Tigvri: Apvd Christ. Froschovervm, anno MDLI[-MDLXXXVII] [1551-1587], libri I: [40], 1104, [12] p.; libri II: [8], 110, [4], 2-27, [1] p.; libri III: [36], 779, [1] p.; libri IIII: [40], 1052, 38, [3] p.; libri V: [6], 85, [1]; 11 [1].
16. Feofrast. *Issledovanie o rasteniyakh* [Study about plants]. Academy of Sciences of the USSR, Greek ed. and comment. Sergeenko M.E.; ed. Acad. I.I. Tolstoy and Prof. interviewer Academy of Sciences of the USSR B.K. Shishkin; afterword by B.K. Shishkin; "Study of plants" Teofrast – A.N. Krishtofovich; Teofrast and his Botanical works – M.E. Sergeenko. Moscow – Leningrad, Academy of Sciences of the USSR Publ., 1951. 589 p. (In Russian)
17. Pliny the Elder. *The Natural History* / Tr., with copious notes and illustrations, by the late Jh. Bostock and H.T. Riley. London: Henry G. Bohn, MDCCCLV-MDCCCLVII [1855-1857], 6 vols. Available at: <http://www.perseus.tufts.edu/hopper/text?doc=Plin.+Nat.+t oc.> (accessed 01.11.2015).
18. Brunfels O., M. Herr, H. Weiditz. *Herbarum vivae eicones ad naturae imitationem summa cum diligentia et artificio effigatae*. Strassburg: Argentorati : apud Ioannem Schottum librarium, 1532–1536, vol. I–III, [8], 266, [64]; 90, 199, [5]; 240, [4] p.
19. Bock H., Sebizium M. *Kreutterbuch, darin Unterscheidt, Nammen und Würckung der Kreütter, Stauden, Hecken und Bäumen, mit ihren Früchten, so in Teutschen Landen wachsen*. Strassburg, 1550, xxxvi, 470 p.
20. Dodoens R. *Cruydeboeck: in den welcken die gheheelde historie, dat es tgheslacht, tfatsoen, naem, natuere, cracht ende werckinghe van den cruyden, niet alleen hier te lande wassende, maer oock van den anderen vremen in der medecijnen oorboorlijck*. Antverpia: Jan van der Loe, 1554, [884] p.
21. Cæsalpinus A. *De plantis libri XVI*. Florence, 1583, 621 p.
22. Raii J. *Synopsis methodica avium & piscium: opus posthumum, etc.*, vol. 1: Avium. Londini: Impensis Gulielmi Innys, 1713, vi, 198 p.
23. Raii J. *Synopsis methodica avium & piscium: opus posthumum, etc.*, vol. 2: Piscium. Londini: Impensis Gulielmi Innys, 1713, xx, 166 p.
24. Linnæus C. *Systema naturæ sive regna tria naturæ systematice proposita per classes, ordines, genera & species*. Lugduni Batavorum: apud Theodorum Haak, 1735, 12 p.
25. Biberg I.J. *Oeconomia Naturæ*. In: Linnæus C.



- Amoenitates Academicæ, seu Dissertationes Variæ Physicæ, Medicæ, Botanicæ, Holmiæ.* Laurentium Salvium, 1751, vol. 2, pp. 1-58.
26. Hanov M.Ch. *Philosophia naturalis sive physica dogmatica*. T. 3. Geologia, biologia, phytologia generalis et dendrologia. Halle: Nachdr. der Ausg., 1766, viii, 806 p.
27. Lamarck J.B.P.A., de Monet, de. *Hydrogéologie, ou, Recherches sur l'influence qu'ont les eaux sur la surface du globe terrestre : sur les causes de l'existence du bassin des mers, de son déplacement et de son transport successif sur les différens points de la surface de ce globe : enfin sur les changemens que les corps vivans exercent sur la nature et l'état de cette surface.* Paris: Chez l'auteur au Muséum d'histoire naturelle, 1802, 268 p.
28. Treviranus G.R. *Biologie, oder Philosophie der lebenden Natur für Naturforscher und Aerzte.* Göttingen: Röwer, 1802–1822, 6 bde.
29. Boyle R. *Some Considerations Touching the Usefulness Of Experimental Natural Philosophy.* Oxford: Hall; Davis, 1664, pt. 2, 416 p.
30. Zimmermann E.A.W., von. *Specimen zoologiae geographicae, quadrupedum domicilia et migrationes sistens.* Lugduni Batavorum [Leiden]: Theodorum Haak et socios, 1777, xxiv, 685 p.
31. Leclerc comte de Buffon G.L., Daubenton L.J.M., Guéneau de Montbéliard P., La Cépède M. le comte de, de Seve J.; de Seve J.E.; Buvee; Panckoucke Ch.J.; Plassan P. *Histoire naturelle, générale et particulière.* Paris: De l'imprimerie royale, 1749–1804, v. 1: [6], 612 p.; v. 2: [4], 603, [1] p.; v. 3: [4], 530 p.; v. 4: xvi, 544 p.; v. 5: [4], 311, [1] p.; v. 6: vi, [2], 344 p.; v. 7: [6], 378, [2] p.; v. 8: [6], 402, [2] p.; v. 9: [6], 375, [1] p.; v. 10: [6], 368, [2] p.; v. 11: [4], 450, [2] p.; v. 12: [2], xvi, [4], 451, [1] p.; v. 13: [6], xx, 441, [3] p.; v. 14: [6], 411, [1] p.; v. 15: [6], 207, [1], cccxxiv, [2] p.; v. 16: [8], xxiv, 496 p.; v. 17: [10], 560 p.; v. 18: [4], iv, [12], 502, xcvi, [2] p.; v. 19: xvi, 590, xxviii p.; v. 20: xv, [1], 546, xxviii p.; v. 21: [2], xvi, 702, [2] p.; v. 22: [4], xvi, 554, xcvi p.; v. 23: [4], viii, 498, xlii p.; v. 24: viii, 438, xxx, 284 p.; v. 25: [4], 557, [1], xl p.; v. 26: [4], 602, xxvi p.; v. 27: [6], 636, xix, [1] p.; v. 28: [6], 448, xxxix, [1] p.; v. 29: vii, [1], 368 p.; v. 30: 651, [1] p.; v. 31: [4], 8, [1], 6-19, [1], 527, [1] p.; v. 32: [4], cxlvii, 8, 532 p.; v. 33: [4], lxiv, 632 p.; v. 34: [4], 16, lxvi, 558 p.; v. 35: xliv, 728 p.; v. 36: lxviii, 803 p.; v. 37: xliv, 329 p.
32. *Essai sur la géographie des plantes: accompagné d'un tableau physique des régions équinoxiales, fondé sur des mesures exécutées, depuis le dixième degré de latitude boréale jusqu'au dixième degré de latitude australe, pendant les années 1799, 1800, 1801, 1802 et 1803 / par Al. de Humboldt et A. Bonpland; rédigée par Al. de Humboldt.* Paris: Chez Levrault, Schoell et Compagnie, Libraires, 1805, 155 (156) p.
33. Gloger C.L. *Das Abändern der Vögel durch Einfluss des Klima's: nach zoologischen, zunächst von den europäischen Landvögeln entnommenen Beobachtungen dargestellt, mit den entsprechenden Erfahrungen bei den europäischen Säugethieren verglichen, und durch Thatsachen aus dem Gebiete der Physiologie, der Physik und der physischen Geographie erläutert.* Breslau: In Commission bei August Schulz, 1833, xxxii, 159 p.
34. Emelyanov V.V. *Drevnii Shumer. Ocherki kultury* [Ancient Sumer. Essays on culture]. Sankt-Peterburg, Peterburgskoe Vostokovedenie Publ., 2001. 368 p. (In Russian)
35. Leclerc comte de Buffon G.L. Mémoire sur la conservation et le rétablissement des forêts. *Mémoires*, 1739, no. 90, pp. 140-156.
36. Leclerc comte de Buffon G.L. Mémoire sur la culture des forêts. *Mémoires*, 1742, no. 95, pp. 233-246.
37. Malthus T.R. *An Essay on the Principle of Population, as It Affects the Future Improvement of Society, with Remarks on the Speculations of Mr. Godwin, M. Condorcet, and Other Writers.* 1<sup>st</sup> ed. London: J. Johnson in St Paul's Church-yard, 1798, v, [x], 396 p.
38. Mill J. *Elements of Political Economy.* London: Baldwin, Cradock, and Joy, 1821, viii, 235 p.
39. Mill J. *Principles of Political Economy with Some of their Applications to Social Philosophy.* 1 ed. London: John W. Parker; West Strand, 1848, 450 p.
40. Rul'e K.F. *Zhizn' zhivotnykh po otnosheniyu k vneshnim usloviyam: tri publichnye lektsii, chitannye ordinarnym professorom K. Rul'e v 1851 g.* [Animal Life in relation to external conditions: three public lectures delivered Professor K. Rul'e in 1851]. Moscow, Moscow University Publ., 1852. 121 p. (In Russian)
41. Möbius K.A. *Die Auster und die Austerwirthschaft.* Berlin: Verlag von Wiegandt, Hempel & Parey, 1877, 126 p.
42. Forbes S.A. The lake as a microcosm. *Bull. Sci. Assoc. Peoria, Illinois*, 1887, pp. 77–87.
43. Tansley A.G. The use and abuse of vegetational terms and concepts. *Ecology*, 1935, no. 16 (3), pp. 284-307.
44. Sukachev V.N. Biogeocenology and phytosociology. *Doklady Akademii nauk SSSR* [Reports of the USSR Academy of Sciences]. 1945, vol. 47, no. 6, pp. 447-449. (In Russian)
45. Dokuchaev V.V. *K ucheniyu o zonakh prirody: gorizontal'nye i vertikal'nye pochvennyye zony* [To the teaching about the zones of nature: horizontal and vertical soil zones]. St. Petersburg, Tipografija Sankt-Peterburgskogo gradonachal'stva Publ., 1899. 28 p. (In Russian)
46. Dokuchaev V.V. Soil Science. *Zemskii sbornik Chernigovskoi gubernii* [The Zemstvo collection of Chernihiv province]. 1900, no. 8, pp. 101-165. (In Russian)
47. Verhulst P.F. Notice sur la loi que la population poursuit dans son accroissement. *Correspondance-mathématique et physique*, 1838, no. 10, pp. 113-121.
48. Verhulst P.F. Recherches Mathématiques sur La Loi D'Accroissement de la Population. *Nouveaux Mémoires de l'Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles*, 1845, no. 18, art. 1, pp. 1-45.
49. Wallace A.R. On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely From the Original Type. *Journal of the Proceedings of the Linnean Society: Zoology*. 1858, no. 3(9), pp. 53-62 (45-62).
50. Darwin C.R. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life.* London: John Murray, 1859, ix, [1], 502, 32 p., [1] folded leaf of plates.
51. Haeckel E. *Allgemeine Anatomie der Organismen: kritische Grundzüge der mechanischen Wissenschaft von*



- den entwickelten Formen der Organismen, begründet durch die Descendenz-Theorie. Berlin: Verlag von G. Reimer, 1866, bd. 1: xxxii, 574 p.; bd. 2: clx, 462 p.
52. Menger C. *Grundsätze der Volkswirtschaftslehre. Erster, allgemeiner Teil.* Wien: Wilhelm Braumüller, K.K. Hof-Und Universitätsbuchhändler, 1871, 287 p.
53. Seuss E. *Die Entstehung Der Alpen.* Wien: W. Braunmuller, 1875, iv, 168 p.
54. Vernadskii V.I. *Biosfera: Izbrannye trudy po biogeohimii* [Biosphere: Selected papers on biogeochemistry]. ed., preface. A.I. Perelman. Moscow, Mysl' Publ., 1967. 376 p. (In Russian)
55. Omarov A.M. *Tekhnika i chelovek. Sotsial'no-ekonomicheskie problemy tekhnicheskogo progressa* [Technology and people. Socio-economic problems of technological progress]. Moscow, Politizdat Publ., 1965. 270 [2] p. (In Russian)
56. Episkoposov G.L. *Tekhnika i sotsiologiya* [Technology and sociology]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1967. 288 p. (In Russian)
57. Meleshchenko Yu.S. *Tekhnika i zakonomernosti ee razvitiya* [Technique and patterns of development]. Leningrad, Lenizdat Publ., 1970. 248 p. (In Russian)
58. Anisimov K.L. *Chelovek i tehnika: sovremennye problemy* [Man and technology: modern problems]. Moscow, Nauka Publ., 1995. 249 p. (In Russian)
59. Kochergin A.N. Technosphere and society: the problem of interaction. *Nauchnyi vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta grazhdanskoi aviatsii* [Scientific Bulletin of Moscow State Technical University of Civil Aviation]. 2011, no. 166, pp. 32-39. (In Russian)
60. Hofstetter P. *Perspectives in life cycle impact assessment: a structured approach to combine models of the technosphere, ecosphere, and valuesphere.* Boston, Mass., Kluwer Academic Publ., 1998, xix, 484 p.
61. Argüelles J. *Time and the technosphere: the law of time in human affairs.* Rochester, Vt.: Bear & Co., 2002, xx, 259 p.
62. Popkova N.V. The methodology of philosophical analysis of the technosphere. *Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Tambov State Technical University]. 2005, vol. 11, no. 3, pp. 819-820. (In Russian)
63. Shitov S.B., Ilyuhin Yu.V., Grishina T.G. Tendencies of development of modern science and technosphere as a philosophical problem. *Alma mater (Vestnik vysshei shkoly)* [Alma mater (Bulletin of higher school)]. 2014, no. 4, pp. 13-15. (In Russian)
64. Lindeman R.L. The trophic-dynamic aspect of ecology. *Ecology*, 1942, no. 23, pp. 399-418.
65. Hubbert M.K. Nuclear Energy and the Fossil Fuels. *Spring Meeting of the Southern District Division of Production American Petroleum Institute*, Plaza Hotel, San Antonio, Texas, March 7-8-9, 1956. Publication No. 95. Houston: Shell Development Company. Exploration and Production Research Division, 1956, xvii, 40 p.
66. Bentley R.W. Global oil & gas depletion: an overview. *Energy Policy*, 2002, no. 30, pp. 189-205.
67. Hirsch R.L., Bezdek R., Wending R. *Peaking of World Oil Production: Impacts, Mitigation, & Risk Management.* Southwest Washington D.C.: Science Applications International Corporation. U.S. Department of Energy, National Energy Technology Laboratory, 2005. 91 p.
68. Holdren J. Population and the energy problem. *Population and Environment: A Journal of Interdisciplinary Studies*, 1991, vol.12, no. 3, pp. 231-255.
69. Kapitsa S.P. *Obshchaya teoriya rosta chelovechestva: Skol'ko lyudei zhivo, zhivet i budet zhit' na Zemle* [The General theory of the growth of humanity: How many people lived, lives and will live on Earth]. Moscow, Nauka Publ., 1999. 189 p. (In Russian)
70. Vassoevich N.B., Ivanov A.N. About biosphere and megabiosphere. *Zhurnal obshchei biologii* [Biology Bulletin Reviews]. 1983, vol. 44, no. 3, pp. 291-303. (In Russian)
71. Forrester J.W. *World Dynamics.* Cambridge, Mass.: Wright-Allen Press, 1971, 142 p.
72. Forrester D. *Mirovaya dinamika* [World Dynamics]. Moscow, AST Publ., 2006, 384 p. (In Russian)
73. Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens III W.W. *The Limits to Growth: a Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind.* 5<sup>th</sup> printing. New York: Universe Books, 1972, 205 p.
74. Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J. *Beyond the Limits: Global Collapse or a Sustainable Future.* London: Earthscan Publications Ltd., 1992, xix, 300 p.
75. Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J. *Limits to Growth: The 30-Year Update.* White River Junction, Vermont: Chelsea Green Publishing Co., 2004, xxii, 338 p.
76. Meadows D.L. Evaluating Past Forecasts: Reflections on One Critique of the Limits to Growth. In: Constanza R., Grqumlich L. and Steffen W. (eds.). *Sustainable or Collapse? An Integrated History and Future of People on Earth.* Cambridge, MA: MIT Press, 2007, pp. 399-415.
77. Turner G.A. *Comparison of 'The Limits to Growth' with Thirty Years of Reality / Socio-Economics and the Environmental in Discussion.* CSIRO Working Paper Series 2008-09. Canberra: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), 2008, iii, 49 p.
78. Moiseev N.N., Aleksandrov V.V., Tarko A.M. *Chelovek i biosfera: Opyt sistemnogo analiza i eksperimenty s modelyami* [Man and the biosphere: the Experience of system analysis and experiments with models]. Moscow, Nauka Publ., 1985. 271 p. (In Russian)
79. *Doklad Mezhdunarodnoi komissii po okruzhayushchei srede i razvitiyu «Nashe obshchee budushchee»* [The Report of the World Commission on Environment and Development «Our Common Future»]. Russ. eds.: S.A. Evteev and R.A. Perelet (eds.). Moscow, Progress Publ., 1989. 376 p. (In Russian)



#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

##### Принадлежность к организации

**Артемию В. Козачек** – исполнительный директор Ассоциации «Объединенный университет имени В.И. Вернадского», Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, кандидат педагогических наук, доцент, тел. +7(4752) 63-01-77, почтовый адрес: Россия, 392000, Тамбов, ул. Советская, д. 106, оф. 60. E-mail: artem\_kozachek@mail.ru

##### Критерии авторства

Артемию В. Козачек полностью подготовил всю статью и несет ответственность за плагиат.

##### Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 06.11.2015

#### AUTHOR INFORMATION

##### Affiliations

**Artemiy V. Kozachek** - Cand. Sc. (Education), associate professor, executive director of Association United University of V.I. Vernadsky, Honored Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation. Postal address: office 60, 106 Sovetskaya st., Tambov, 392000, Russia. E-mail: artem\_kozachek@mail.ru

##### Contribution

Artemiy V. Kozachek is the sole author of the article and responsible for avoiding the plagiarism.

##### Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Received 06.11.2015