

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ

Г. А. Фоменко, доктор географических наук,
профессор, АНО Научно-исследовательский
проектный институт «Кадастр»;
Ярославский государственный технический
университет, info@nirpik.ru, Ярославль, Россия

Занимаясь пространственным проектированием в условиях «полного» мира, инженеры столкнулись с проблемой недостаточности знаний об экосистемах, измененных человеком в процессе его жизнедеятельности, о методах их сохранения и восстановления. Традиционно ученые и эксперты в сфере биологии и экологии, решая исследовательские задачи, стремились изучать преимущественно нетронутые экосистемы, пытаясь проникнуть в суть саморазвития природы без влияния человеческой деятельности. Между тем, такие, весьма полезные знания, оказались недостаточными для проектного решения проблем обеспечения устойчивости антропо-измененных экосистем. Пространственное проектирование столкнулось с проблемой неразработанности соответствующих методологических подходов и инструментария. В статье рассмотрены особенности экосистемного дизайна, как нового типа проектного пространственного мышления, базирующегося на широком использовании концепта экосистемных услуг. При таком системном подходе целенаправленные инженерные, институциональные, организационные меры, направленные на сохранение, восстановление и создание новых экосистемных услуг, на практике повышают жизнестойкость антропо-измененных экосистем.

Engineers engaged in spatial design in a “full” world faced the problem of missing knowledge about ecosystems changed by people and about the measures of conservation and restoration. Traditionally, scientists and experts in the field of biology and ecology sought to study mostly untouched ecosystems when solving research problems, trying to penetrate the essence of self-development of nature without the influence of human activity. Meanwhile, such useful knowledge turned out to be insufficient for solving the problems of ensuring sustainability of human-modified ecosystems. Spatial design had to deal with the problem of the lack of related methodologies and tools. The article considers the features of ecosystem design as a new type of spatial project thinking based on the wider use of ecosystem services. This systematic approach allows goal-oriented engineering, institutional, and organizational measures aimed at preserving, restoring, and creating new ecosystem services to increase the resilience of human-modified ecosystems.

Ключевые слова: антропо-измененные экосистемы, концепт экосистемных услуг, устойчивое развитие, жизнестойкость экосистем, экосистемный дизайн.

Keywords: human-modified ecosystems, ecosystem services, sustainable development, ecosystem resilience, ecosystem design.

Введение. Сложившиеся в уходящую индустриальную эпоху методы пространственного проектирования зачастую ограничиваются адресацией к техническим проблемам, отодвигая или оставляя без ответа критически важные вопросы, связанные с нарастанием рисков жизнедеятельности и потерей функций экосистем. Современная инженерная деятельность представляет собой продукт сотен лет проб и ошибок. Инженеры смогли построить города и ядерные электростанции, создать авиацию и цифровые технологии. Однако нарастание техногенных аварий, признание негативных экологических последствий многих инженерных решений свидетельствуют о том, что нынешние методы проектирования не учитывают всей сложности современного мира.

Современная инженерная мысль столкнулась с проблемой разрастания экоследа человечества¹ и превращения биосферы в антропосферу². Для характеристики современности экологом и экономистом Г. Дэйли взамен «пустого мира» была предложена концепция «полного мира» [1], в котором преобладают *антропо-измененные экосистемы* (АИЭС), где доминирующую и регулирующую роль играет человек с его этическими и ценностными представлениями и потребностями (Human-Dominated Ecosystems — HDE)³. Среди них урбанизированные (городские) и агропродовольственные (сельскохозяйственные) системы стали наиболее развитыми местами экономической, социальной и культурной жизни, развитие которых связано с проектной деятельностью людей. Даже участки дикой природы в «полном мире» сознательно сохраняются людьми и охраняются (заповедники, национальные парки и др.), что также предполагает программно-проектное мышление для организации их сохранения.

Сегодня обсуждение потери экосистем и возможностей их восстановления вышло за рамки традиционных дебатов

¹ Экологический след (англ. ecological footprint) — мера воздействия человека на среду обитания, которая позволяет рассчитать размеры прилегающей территории, необходимой для производства потребляемых нами экологических ресурсов и поглощения отходов [2].

² Термин «антропосфера», по-видимому, введен Д. Н. Анучиным в 1902 г. Антропосфера — «стадии и формы культуры» человека на поверхности Земли [3].

³ HDE характеризуются общим набором признаков, включая упрощенные пищевые сети, гомогенизацию ландшафта и высокое потребление питательных веществ и энергии. Такое упрощение экосистем является экологической отличительной чертой человечества и причиной нашего эволюционного успеха; однако побочные эффекты расточительной жизнедеятельности относительно использования природных ресурсов и воздействия на окружающую среду настолько велики, что угрожают будущему человека не меньше, чем сокращаемому его деятельностью видовому биологическому разнообразию.

о важности сохранения дикой природы, заняв значительное место в дискуссиях по вопросам обеспечения качества жизни и даже выживания. На ведущую позицию выходит деятельность по обеспечению устойчивости экосистем (sustainable ecosystem), что в общем виде понимается как поддержание человеком свойств экосистем оставаться разнообразными и продуктивными на неопределенный срок. Устойчивость также означает способность сохранять их структуру и нормальное функционирование при изменениях экологических факторов, то есть быть жизнестойкими (resilience).

К настоящему времени широкое распространение информации о важности экосистем в поддержании экономической деятельности и социального благополучия, а также об их состоянии и сохранении под воздействием постоянно возрастающего давления человеческой деятельности [4—8], привело к появлению и распространению концепта экосистемных услуг [9—20]. Активно развиваются в последние десятилетия и теории пространственного планирования и проектирования [21—23], становясь все более комплексными. Так, была разработана проектная методология PRiSM (Projects integrating Sustainable Methods)⁴, которая: (1) придает проектам более четкую стратегическую направленность, используя существующие организационные системы; основное внимание уделяется «устойчивости» продукта, (2) основана на стандарте P5 по устойчивости в управлении проектами и эффективна в снижении риска проектов с экологической, социальной и экономической точек зрения, расширяя круг получаемых преимуществ⁵; (3) выходит за рамки типичного жизненного цикла проекта.

К сожалению, направление проектной мысли, как деятельностью реакции на деградацию естественных экосистем, все еще находится в стадии становления. Дело в том, что решение такого рода задач связано с повышением качества инженерной деятельности и применением новых «зеленых» технических решений, а также, что более существенно, предполагает междисциплинарный, ценностно ориентированный, системный взгляд, нацеленный на сохранение Жизни. Речь идет о комплексном экологически ответственном проектом подходе, который связывает разрозненные усилия в экологической инженерии, устойчивом сельском хозяйстве, «зеленой» архитектуре, экологической реставрации и других областях.

⁴ PRiSM (Projects integrating Sustainable Methods) // Green Project Management [Official Site]. URL: <http://greenprojectmanagement.org> (accessed: 20.02.2020).

⁵ <http://greenprojectmanagement.org>

В статье рассмотрены основные черты и особенности экосистемного дизайна, как особого типа проектного мышления, реализуемого в различных формах пространственного проектирования на базе концепта экосистемных услуг.

Основные черты и особенности экосистемного дизайна

Понятие экосистемный дизайн зародилось в 1970-х годах, когда приоритетным направлением решения природоохранных проблем стала идея органичного включения созданных человеком продуктов в среду, т.е. экологического подхода в проектной культуре.

Экосистемный дизайн (Ecosystem Design) (ЭД)⁶ представляет собой нечто большее, чем составление инженерного технического проекта пространственного развития в сфере природопользования, поскольку Природа вносит свой вклад в экосистемы так же, как и Человек. Впервые разработал и изложил концепцию ЭД известный ландшафтный архитектор, писатель и педагог Ян Макхарг⁷ в книге «Дизайн с природой» [24], где стремился максимально полно и разумно проектировать человеческую среду в соответствии с экологическими условиями, климатом и окружающей природой. Современный ЭД представляет собой методологию широко понимаемого пространственного проектирования окружающей среды, физических объектов и услуг для соблюдения подходов экологической устойчивости [25]. От близкого ему понятия экологического дизайна продуктов⁸ он отличается объектом исследования и проектирования.

ЭД реализует целостный подход, который выявляет существующие и потенциальные конфликтные зоны, поощряет поиск компромиссов, охватывает все этапы жизненного цикла создаваемых объектов, включая проектирование, строи-

⁶ Следует отметить, что в русском языке заимствованное понятие «дизайн» используется в достаточно узких рамках, в основном применительно к художественно-оформительской работе. В современном же английском языке слово «design» означает широко понимаемое планирование или проектирование, процесс создания новых предметов, инструментов, оборудования, формирование предметной среды.

⁷ Ян Макхарг (1920—2001 г.) — шотландский ландшафтный архитектор и автор работ по региональному планированию с использованием природных систем, основатель отдела ландшафтной архитектуры в Университете Пенсильвании в США.

⁸ Экологический дизайн продуктов — создание продуктов с особым вниманием к воздействию на окружающую среду на протяжении всего жизненного цикла (при экодизайне продуктов учитывается весь жизненный цикл: от закупки к производству, использованию и утилизации).

тельство, эксплуатацию и вывод из эксплуатации. За счет повышения системности рассмотрения проблем развития, комплексного восприятия экономических, экологических и социальных факторов и соответствующих рисков, ЭД проектирует создание или реконструкцию физических объектов и инженерной инфраструктуры.

В общем виде ЭД ориентирован на достижение будущего, заранее заданного состояния общества, с использованием методологии пространственного инженерного и институционального проектирования. Он предполагает: повышенное внимание к регенерации⁹ экосистем и природно-ориентированным решениям, циклический характер, междисциплинарный синтез и его организационное обеспечение. Ориентация ЭД на достижение целей устойчивого развития означает практическую замену сложившегося, относительно узкого инженерного «объектного» подхода к природоохранному проектированию систем, когда целенаправленно проектируются и реализуются корректировки в саморазвитие живых систем.

ЭД также учитывает потенциальные опасности фазового перехода живых систем через точки бифуркации, когда объект и субъект управления могут достаточно быстро меняться местами, например, при природных катастрофах (при наводнениях, извержениях вулканов и т.д.). В результате человек — преобразователь природы — вынужден в сжатые сроки кардинально менять свою деятельность, отказываться от своих планов и принимать меры по собственному спасению. Поэтому следует, как можно раньше, выявить гипотетически возможные негативные траектории развития АИЭС, чтобы исключить новое состояние относительного равновесия «без человека». Для выявления и целевой поддержки благоприятного для будущего устойчивого развития территории странного аттрактора¹⁰ в условиях нарастания рисков и неопределенностей возрастает значение этической категории ответственности.

Экосистемный дизайн развивается на идеях экологической инженерии и институционального природоохранного проектирования.

Экологическая инженерия (ЭИ) определяется как «проектирование интеграции человеческого сообщества с его окружающей природной средой для обоюдной пользы» [27]. Тем самым максимально предельно расширяется поле исследова-

⁹ Регенерация — восстановление, возобновление, возмещение чего-либо в процессе обработки, развития, деятельности.

¹⁰ Странный аттрактор — это притягивающее множество неустойчивых траекторий в фазовом пространстве диссипативной динамической системы [26].

ний наиболее распространенной в России прикладной экологии (мониторинг и оценка воздействия на окружающую среду, разработка технических рекомендации для природоохранной деятельности и т.п.). С таких позиций экологическая инженерия определяется А. Г. Ветошкиным как совокупность научных и инженерных принципов по улучшению природной среды, обеспечивающих чистую воду, воздух и землю для обитания человека и других организмов, а также по очистке загрязненных участков [28].

Более конкретно, с акцентом на вопросы управления, ЭИ определил один из ее основоположников Г. Одум, который описал практику экологической инженерии как «управление, которое объединяет проектирование человеческой деятельности и само-проектирование окружающей среды таким образом, что они находятся во взаимном симбиозе» [29]. Он также показал, что свойство самоорганизации является центральной особенностью экологической инженерии [30]. Экологическая инженерия разрабатывает социальные услуги, чтобы они приносили пользу обществу и природе [31]. Для этого она должна иметь системный, устойчивый характер и интегрировать общество в окружающую природную среду [32].

Современная экологическая инженерия нацелена преимущественно на восстановление экосистем, которые были в значительной степени нарушены деятельностью человека; основной же тренд — это стремление подражать естественным экосистемам, которые намного более сложны, чем мы когда-нибудь сможем понять. Поле деятельности экологической инженерии активно расширяется по мере того, как появляются новые технологические возможности, и по мере развития исследований взаимодействий между технологиями и окружающей средой. Например, потенциальное применение экологической инженерии в городах включает в себя области ландшафтной архитектуры, градостроительства и городского садоводства, которые могут быть увязаны с городской системой ливневых стоков. В сельской же местности она предполагает, например, реставрацию водно-болотных угодий и восстановление лесов как единых экосистем с использованием экологических знаний.

Институциональное природоохранное проектирование (ИПП). Широкое развитие экологической инженерии, внедрение новых природосберегающих технологий, оптимизация инфраструктуры даже в регионах климатических бедствий часто тормозится. И дело здесь не только в недостаточности распространения экологической этики, как справедливо отмечается в Докладе

Римского клуба [33], но особенно в *низкой результативности «приводных механизмов» — природоохранных институтов, связывающих экологически ценности и цели удовлетворения потребностей будущих поколений и живых существ с принятием конкретных хозяйственных (часто неэкологических) решений по развитию территорий*¹¹.

Природоохранные институты определяются как «правила игры» в обществе, или созданные человеком ограничительные рамки, которые организуют взаимоотношения между людьми с учетом экосистемных ограничений и регламентаций. Это определение развивает удачное общее определение институтов Д. Норта [34]. Такие институты (формальные и неформальные)¹² возникли как поведенческая реакция людей и их сообществ на реальные или вымышленные угрозы их безопасности. Они ограничивают и регламентируют потребление экосистемных услуг, тем самым снижая риски негативных экологических последствий хозяйственной деятельности и инфраструктурного развития.

Природоохранные институты в рамках территориальных систем постоянно изменяются, взаимодействуя друг с другом. Такое взаимодействие может быть как дружественным, так и конфликтным. Системное институциональное природоохранное проектирование снижает неопределенность последствий хозяйственной деятельности с позиций повышения жизнестойкости АИЭС. Так, для успеха экологического инжиниринга, особенно в его технологической части (новые водно-энергосберегающие технологии и т.п.), важно знать и понимать, почему люди, даже перед угрозой экологической катастрофы, действуют так, а не иначе, а создаваемая ими институциональная ситуация воспроизводит сценарии развития территорий, слабо ориентированные на совместное

¹¹ В результате часто принимаются антиэкологические решения, поскольку при сопоставлении различных вариантов эколого-сбалансированный инклюзивный социально ответственный вариант пространственного развития проигрывает по сравнению с традиционными экономическими решениями по развитию лесного хозяйства, добывающей промышленности, сельского хозяйства и др. Выгоды от этих секторов экономики зримы, их можно «пощупать», они имеют легко измеримую цену (авт.).

¹² *Неформальные природоохранные институты* выражаются в обычаях, традициях, религиозных нормах и правилах, ограничивающих и регламентирующих воздействие на окружающую среду. *Формальные природоохранные институты* отличаются от неформальных по степени проявления. Создание юридических систем, призванных решать все более сложные конфликты и споры, влекло за собой расширение сферы применения формальных правил. Взаимодействие институтов может быть как дружественным, так и конфликтным (авт.).

выживание. Эта системная задача институционального проектирования представляет собой важнейшую часть экосистемного дизайна, поскольку включает в себя изучение взаимодействия формальных и неформальных институтов — как в рамках территориальных институциональных систем, так и в аспекте их институциональных взаимодействий [13, 35].

Инструментарий институционального природоохранного проектирования в интересах повышения жизнестойкости антропо-измененных экосистем и оптимизации потребления экосистемных услуг, базируется на использовании *поведенческой модели «человека ответственного»*¹³, поскольку ценностная ориентация, как важнейшая характеристика рациональности в постнеклассической науке, предполагает определение моделей человека в соответствии с целями и ценностями развития экономики и общества в условиях возросших рисков и неопределенностей развития.

*Экосистемный дизайн, как особый тип проектного мышления и мыследеятельности*¹⁴. В общем виде ЭД представляет собой особый тип отношения к действительности, суть которого заключается в исследовании возможностей, способов и средств «переустройства» некоторого фрагмента реальности с целью приведения его в соответствие с «некой идеей», идеалом¹⁵. В России О. И. Генисаретский, Г. П. Щедровицкий, В. Л. Глазычев и др. разработали философские и методологические основы проектного мышления как деятельности. Обращаясь к конкретной сегодняшней ситуации роста нарушенных антропо-измененных экосистем и стремясь реализовать проектное мышление, важно понимать следующее.

*Во-первых, экосистемный дизайн — это совершенно особое направление проектной мыследеятельности*¹⁶, поскольку его смысл заключается в *этически ориентированном, целерациональном, сис-*

¹³ Была предложена автором в 2002 году для исследований в сфере природоохранной деятельности [36].

¹⁴ Рассматривая эти, достаточно сложные вопросы, мы используем подходы системно-мыследеятельностной методологии, разработанной и сформулированной методологической группой под руководством Г. П. Щедровицкого [37].

¹⁵ Развивая подход К. В. Сосновской [38].

¹⁶ Мир мыследеятельности, нашей практической деятельности — это у меня реальность, реальный мир нашей деятельности, нашей работы, наших взаимоотношений. А мир мышления — это действительность, идеальный мир. И за счет коммуникации, а потом в свернутом виде за счет соединения чистого мышления с мыследеятельностью, человек все время живет в этих двух мирах: в мире реальном и в мире идеальном [39].

темном подходе к проектированию пространственного развития. Каждый элемент и взаимосвязь рассматриваются не только с точки зрения пользы и красоты (строительные и архитектурно-планировочные решения), но и с точки зрения процесса длительного функционирования во взаимодействии с природной средой, соответствия целям устойчивого развития. Естественно-научные методы познания дополняются нормативным, ценностным, целеориентированным подходом¹⁷. Перспективно-ориентационная сторона современного экосистемного дизайна тесно связана с понятием пермакультуры¹⁸, которую Б. Моллисон определил как «...систему дизайна, цель которого состоит в организации пространства, занимаемого людьми, на основе экологически целесообразных моделей» [40].

Во-вторых, современный экосистемный дизайн предполагает глубокое, концептуальное системное видение, прагматичные решения и методы, которые помогают увязать разрозненные усилия в области зеленой архитектуры, устойчивого сельского хозяйства, экоинженерии и т.п. Ему свойственна непреложная этика Жизни, которая признает ценность, присущую всему живому. Поместив экологию и культуру на передний план, экосистемный дизайн предлагает конкретные способы минимизации потребления энергии и использования материалов, сокращения загрязнения и сохранения среды обитания. Это означает реализацию целеориентированного междисциплинарного подхода уже на стадии предпроектных проработок, когда необходимо максимально учесть экологические, социальные и культурные особенности конкретных антропо-измененных экосистем.

В-третьих, экосистемный дизайн реализуется через проектирование устойчивых систем, соответствующих экологическим принципам, которые объединяют человеческое общество с его природной средой в интересах обоих. Такой подход признает взаимосвязь организмов (включая людей) с окружающей средой, в рамках ограничений, налагаемых сложностью, изменчивостью и неопределенностью антропо-измененных экосистем любого уровня пространственной организации.

¹⁷ Принятие ЦУР ООН актуализировало проблему соотношения ценностно-нормативного проектно-планового и естественно-научного подхода.

¹⁸ Этот термин является не только сокращением слов «долговременное сельское хозяйство» (англ. permanent agriculture), но также обозначает и «долговременную культуру», ибо при отсутствии соответствующей сельскохозяйственной базы и этики землепользования культура не может существовать в течение долгого времени [40].

К основным задачам экосистемного дизайна относятся сохранение экосистем; восстановление экосистем, которые были нарушены человеческой активностью; создание новых устойчивых экосистем, которые имеют значение и для человека, и для природы. ЭД может рассматриваться как глобальное явление, включенное во все процессы повседневности, как форма проектной культуры и коммуникации. Экосистемный дизайн все чаще становится катализатором инновационных идей, концепций, технологий и методологий в различных сферах и областях материальной и духовной культуры современного общества [41].

В-четвертых, ЭД проектирует и реализует инженерные, пространственно-планировочные и институциональные мероприятия таким образом, чтобы они были целесообразны с экологической точки зрения и одновременно экономически жизнеспособны. Экосистемы должны обеспечивать сами себя, не опустошая и не загрязняя окружающую среду, и как следствие оставаться устойчивыми в течение долгого времени, сохраняя жизнестойкость. Конечно, эта сложнейшая задача может решаться только в ограниченных пределах, поскольку пока отсутствует ясность относительно возможностей прогнозирования приближения состояний экосистем к пороговым точкам фазового перехода [42]. Отсюда вытекают потребность в осторожном подходе при оценке компромиссных проектных решений, признание высокой «страховой» стоимости неповрежденных экосистем, существующих экосистемных структур и процессов [43], необходимость создания систем раннего предупреждения о приближении напряжений в системе к пороговым значениям.

Как особый тип проектного мышления, ЭД может рассматриваться в виде иерархической системы пространственных проектных решений, позволяющих найти оптимальный способ использования экосистемных услуг для реализации потенциала устойчивого развития антропо-измененных экосистем. Поскольку в условиях климатических изменений и усиливающегося давления хозяйственной деятельности быстрые или нелинейные изменения, вызванные достижением пороговых значений состояния экосистем или биоразнообразия, сильно отличаются от региона к региону [14], важно учитывать географические различия в процессе экосистемного дизайна. Общая интеграционная структура учитывает экологические, экономические и социально-культурные ценности территории. Такая структура представляет собой основу для комплексной оценки экосистемных услуг, предоставляемых конкретной антропо-модифицированной экосистемой, и позволяет повысить качество анализа затрат и

выгод, связанных с компромиссами между различными вариантами землепользования, для достижения более устойчивого использования территории и сохранения «природного капитала».

В целом экосистемному дизайну присущи следующие свойства — удовлетворение неотъемлемых потребностей людей и защита естественной среды обитания, ориентация на устойчивое развитие, следование системной концепции Жизни, поддержание экологической целостности территорий, системность понимания экологических проблем, подражание природным системам, снижение рисков потери жизнестойкости антропоизмененных экосистем, повышение значения целерационального нормативного подхода, поддержка экомодернизации, приоритет локального уровня территориальной организации, пространственное социокультурно ориентированное институциональное проектирование с учетом ценности экосистемных услуг, расширение информационного обеспечения принятия решений, повышение экологической грамотности.

Экосистемный дизайн как научность нового типа. Предметом экосистемного дизайна являются системы практической деятельности, которые могут выявляться, описываться и превращаться в предмет целе-рациональных преобразований. Необходимое для этого *проектное мышление отличается от естественно-научного выраженной проблемной ориентированностью*, что связано с необходимостью видеть приоритетные «красные точки» приложения усилий по снижению экологических рисков и в перспективе повышения качества экосистемной услуги как объекта воздействия — будь то социокультурная ситуация, инженерно-технический комплекс или любой другой фокус преобразующего воздействия. Это означает существенный сдвиг восприятия, смещение (ни в коем случае не подмена — авт.) акцентов от естественно-научного к целе-ориентированному системному мышлению — от частей к целому, от объектов к взаимоотношениям, от содержания к паттернам.

Подчеркнем, что проектный практико-ориентированный подход в некоторых литературных источниках часто несправедливо рассматривается как причина снижения роли научно-исследовательских, академических методов мышления в сфере пространственного развития. Такая позиция абсолютно ошибочна, поскольку деятельность по восстановлению окружающей среды, в зависимости от характера природопользования, так же опирается на фундаментальные знания в области инфраструктурного развития, агрономии, водного и лесного хозяйства и т.п. Экосис-

темный дизайн нуждается в объективной естественно-научной информации о состоянии экосистем, большинство которых уже находится под давлением и демонстрирует признаки стресса. Иными словами, речь идет о формировании научно обоснованных рамок, «колпака», снижающего вероятность негативного сценария саморазвития антропо-измененных экосистем.

Особенности интеграции экосистемных услуг в проектный процесс

Экосистемный дизайн реализуется в различных формах пространственного проектирования, общим, объединяющим началом которых является широкое применение оценки экосистемных услуг¹⁹. Такие оценки обеспечивают поддержку принятия проектных решений на основе фактических данных для улучшения человеческого благополучия и обеспечения экологической устойчивости. В настоящее время идеи «экосистемных услуг» и «природного капитала» стали мейнстримом развития экономики природопользования и вошли в систему природно-экономического учета [44].

В рамках проектного процесса выявление и оценка ЭУ представляет собой основной способ пространственной локализации ценности экосистем, которые заинтересованные природопользователи им приписывают. Использование концепта ЭУ в проектной деятельности также стимулирует объединение основных экологических и экономических понятий для исследования антропо-измененных экосистем в рамках единой концептуальной базы. Широкому применению ЭУ в экосистемном дизайне способствует то, что потенциальные возможности использования полного спектра ЭУ в долгосрочной перспективе будут ограничены при достижении экологических или иных пороговых значений (в результате нарастания климатических, экологических рисков и рисков здоровью), и требуется найти способы устойчивого развития конкретной антропо-измененной экосистемы. Таким образом, формируется широкая многофункциональная платформа для разработки проектов пространственного развития на устойчивой основе, сфокусированных на обеспечении устойчивости антропо-изменен-

¹⁹ Экосистемные услуги не создаются инженерами; они являются совокупным продуктом более 6 миллиардов лет геоморфологической и эволюционной адаптации к постоянно изменяющемуся ландшафту. Тем не менее, проектная ориентация выявления и оценки ЭУ уходит корнями в прошлое. Еще Платон наблюдал воздействие человеческой деятельности на ландшафт, описывая потерю пахотных земель, почв, лесов и даже пчел.



Рис. 1. Место экосистемных услуг в процессе экосистемного дизайна. Источник: разработано автором на основе [45]

ных экосистем и повышении на этой основе качества жизни людей в гармонии с природой.

Место и роль экосистемных услуг в экосистемном дизайне. В экосистемном дизайне концепт ЭУ занимает одно из центральных мест, поскольку здоровье и благополучие людей непосредственно зависят от услуг, поставляемых экосистемами как прямо, так и косвенно (рис. 1). Концепт ЭУ играет ведущую роль в решении многих вопросов пространственного развития, например, при определении, где восстанавливать экосистемы и сколько инвестировать в зеленую инфраструктуру. Успех этих решений зависит от наличия конкретной пространственной информации, описывающей экосистемы и потоки оказываемых ими услуг.

Экосистемные услуги не являются лишь результатом сбора или добычи каких-либо продуктов из экосистем, а представляют собой результат общего функционирования какой-либо экосистемы (например, «услуги» по очистке-фильтрации воздуха деревьями, в результате чего обеспечивается возобновление чистого атмосферного воздуха), а также отдельных ее частей (например, физическое состояние горных ландшафтов, обеспечивающих красивые виды). Они представляют собой важную составляющую общей экономической ценности планеты [46] и позволяют формализовать и измерять связи между экосистемами и их бенефициарами (пользователями). Таким образом, термин «услуги» используется в данном

контексте с позиций всеобъемлющего подхода, с охватом самых различных элементов и способов получения людьми различных выгод (бенефиций) от экосистем.

Реальный поток ЭУ зависит от способности экосистемы предоставлять услуги и спроса на нее. Интерпретация такого взаимодействия варьируется в зависимости от типа услуг (например, обеспечение или регулирование). Предоставление экосистемных услуг является устойчивым, когда их поток не увеличивает давление или не ухудшает способность экосистем к саморазвитию. Регулирование потока ЭУ представляет собой деятельность, выполняемую для снижения антропогенного давления или для искусственной поддержки жизнестойкости экосистем, а также повышения их продуктивности.

Основные ключевые понятия. Ключевым понятием оценки устойчивости потоков экосистемных услуг является жизнестойкость (*resilience*), которая отражает способность экосистем поддерживать равновесие перед лицом естественных или антропогенных воздействий и нагрузок. Жизнестойкая, эластичная экосистема обладает способностью поглощать давления и, по существу, сохранять свои функции, структуру и способность к самовосстановлению. Жизнестойкость не является статическим состоянием и не подразумевает неразрушимости. Она тесно связана с понятием «здоровье окружающей среды» [47]. Экосистема может поддерживать жизнестойкость в изменив-

шихся условиях, а может достичь точки, в которой она становится уязвимой, поскольку скорость и масштаб изменений слишком велики, или потому что ее основные процессы кардинально изменились. Жизнестойкость экосистем считается продуктом разнообразия функциональных групп экосистем, разнообразия видов и популяций [48].

Ключевым же понятием в понимании проблем сохранения и сопряжения экосистемных услуг является связность, которая, в свою очередь, поддерживает жизнестойкость [49]. По мере того, как природные ландшафты трансформируются в целях экономического и социального развития, оставшиеся природные территории получают статус охраны различного уровня. Вследствие этого количество и разнообразие экосистемных услуг уменьшается, а жизнестойкость ландшафта снижается. Сохранение островов биоразнообразия, восстановление истощенных экосистем и создание новых являются в этом контексте наиболее разумными стратегиями повышения жизнестойкости и постоянного потока экосистемных услуг в длительной перспективе.

Основные решаемые задачи. Применение концепта ЭУ позволяет существенно расширить спектр задач экосистемного дизайна, таких как: (1) защита или сохранение остаточных экосистем, (2) обеспечение связей между уцелевшими зелеными территориями для уменьшения фрагментации антропо-измененных экосистем, (3) восстановление деградировавших экосистем, (4) сохранение и увеличение биоразнообразия в антропо-измененных экосистемах, (5) снижение уязвимости антропо-измененных экосистем в условиях разбалансировки климата.

Эффективность ЭД может быть повышена при его рассмотрении в рамках более широких подходов к решению проблем, связанных с глобальными изменениями [50]. Такой подход позволяет учитывать различные вклады экосистем в благосостояние людей, например, понимание влияния эволюции территорий на красоту ландшафта, производство продуктов питания, связывание углерода или регулирование водопользования [51]. Объединяя эти услуги, аналитики и менеджеры в рамках ЭД определяют компромисс между различными вариантами хозяйственной деятельности, землепользования и использования ландшафта. Поскольку невозможно оптимизировать все экосистемные услуги одновременно, возникает необходимость компромиссов: если одна экосистемная услуга улучшается за счет другой, то важно определить, какие бенефициары от этого выиграют, а какие — пострадают. Применение концепта экосистемных услуг повы-

шает значение и возможности инструмента общественного участия.

Применение ЭУ при оценке эффективности проектных решений. Современная экономика не может точно определить выгоды, ущербы и цены для окружающей среды, «оцифровать» и экономически представить экологические проблемы для власти, бизнеса и общества [52]. Применение инструмента ЭУ в проектном процессе позволяет учесть выгоды и затраты, которые люди получают от экосистем в форме предоставления обеспечивающих, регулирующих и культурных услуг бенефициарам в разных масштабах. В рамках проектного цикла информация о предоставлении ЭУ и спросе на них обеспечивает исходные данные для измерения чистых будущих прибылей или убытков при оценке воздействия проектных решений и помогает в разработке финансовых инструментов инвестирования в сохранение экосистем. Для оценки ЭУ целесообразно использовать инструментарий полной экономической ценности (TEV), что расширяет предметное поле и инструментарий анализа «затраты и выгоды» (cost-benefit analysis — CBA). Тем самым становится возможным оценить результативность проектных решений (включая инженерно-технические) с точки зрения сохранения и восстановления существующих, а также создания дополнительных потоков экосистемных услуг.

Проблемы и обсуждение

Повышенное внимание к культурной и экологической составляющим в ЭД повлекло за собой не только потребность в углублении методологии полной экономической ценности [53–59], но и выявило ряд системных проблем теории и практики учета и оценки экосистемных услуг применительно к пространственному проектированию. Рассмотрим основные из них.

Экосистемные услуги часто описываются и формируются без должного внимания к роли человека в их сохранении, особенно в продуцировании. Концепт ЭУ изначально был задуман как подход к оценке выгод, которые люди получают от «естественных» экосистем, тем самым пренебрегая ролью человека в сохранении и восстановлении ЭУ [59, 60]. Применительно же к антропо-измененным экосистемам людей следует воспринимать не только как потребителей, но и как со-производителей ЭУ, тем самым включая человека в саму живую систему. Как отмечает В. С. Степин, природа при таком видении начинается рассматриваться не как конгломерат качественно специфических объектов и даже не как механическая система, а как целостный живой организм [61]. Основа живых систем — не эле-

менты, а взаимосвязи. Значительную группу этих связей представляют собой экосистемные услуги, которые существуют только в качестве связующего звена между экосистемой и бенефициарами²⁰. Такое, произошедшее сравнительно недавно, изменение в восприятии роли человека в генерации ЭУ требует, чтобы показатели затрат, капитала и труда также учитывались при оценке ЭУ.

С позиций же сохранения дикой природы возможно применение и иной модели, когда экосистемные услуги рассматриваются преимущественно как естественно-географический феномен, отражающий общие свойства ландшафтов, не конкретизируя бенефициаров. Человек потребляющий как бы «выводится» за рамки экосистем. Подобная модель удобна для обоснования глобальных мер по сохранению дикой природы. Экосистемные услуги оцениваются в этом случае преимущественно в физических показателях, поскольку фактически речь идет о глобализации ЭУ без их дифференциации по бенефициарам. Глобальный же экономический спрос на ЭУ определить крайне сложно и возможно здесь следует исходить из затрат на снижение климатических и экологических рисков. Более того, в ситуации глобальных неопределенностей, согласно «мрачной теореме» М. Вейцмана, наблюдается критическая ситуация: наихудшие последствия более теплого будущего планеты настолько плохи, что их нельзя игнорировать²¹. Поэтому рассматриваемая проблема экономической оценки глобальных экосистемных услуг представляет собой ситуацию принятия решения не в условиях

²⁰ Восточная мудрость гласит, что для хлопка нужны две руки, а хлопок одной рукой — это тишина.

²¹ Функции CRRA (constant relative risk aversion), которые анализирует М. Вейцман, предполагают, что нулевое потребление имеет полезность минус отрицательная бесконечность (и неограниченная положительная предельная полезность), поскольку потребление стремится к нулю. Это имеет непривлекательную и нереалистичную особенность: общества платят неограниченные суммы, чтобы предотвратить бесконечно малую вероятность нулевого потребления. Например, предположим, что существует очень и очень малая вероятность того, что астероид-убийца может ударить Землю, и далее предположим, что мы можем отклонить этот астероид, потратив 10 триллионов долларов. Функция полезности CRRA подразумевает, что мы потратим 10 триллионов долларов независимо от того, насколько мала вероятность. Даже если вероятность была 10^{-10} , 10^{-20} или даже $10^{-1\,000\,000}$. Альтернативой было бы предположить, что потребление, близкое к нулю, крайне, но не бесконечно нежелательно. В медицинской литературе это аналогично предположению, что ценность избегания статистической смерти человека является конечной. Чтобы быть реалистами, общества допускают незначительную вероятность нулевого потребления, если предотвращение нулевого потребления является ужасно дорогим.

риска (когда известна вероятность тех или иных последствий принимаемых решений), а в условиях неопределенности (когда вероятность неизвестна), и финансирование сохранения природы будет осуществляться совсем по другим критериям.

На практике в пространственном проектировании модель, когда человек выведен за границы экосистемы, существенно сужает инструментарий и саму возможность применения экосистемного дизайна. Аналогично снижается и значение проектного применения оценки ЭУ, особенно в стоимостном выражении, которая отражает реальные предпочтения людей, их субъективность в восприятии экономической ценности экосистем.

Недооценка взаимосвязи и взаимозависимости экологических компонентов (паттернов) проектируемой территориальной системы. Нарушение функций даже одного из компонентов в состоянии вызвать нарушение устойчивости всей экосистемы. Фактически же, есть ключевые виды, которые играют решающую роль в функционировании экосистем. Когда эти виды исчезают или их численность уменьшается, другие виды могут компенсировать их роль, но эти компенсации часто приводят к изменениям экосистем; в конечном счете, изменяются и функции экосистемы. Следует учитывать, что исчезновение даже одного вида может спровоцировать серию взаимосвязанных исчезновений других видов — явление, известное как каскад вымирания. В результате экосистема деградирует и имеет гораздо более низкое биологическое разнообразие на всех трофических уровнях. Возвращение ключевого вида в сообщество не обязательно восстановит его до исходного состояния, если к этому времени исчезли другие его члены и нарушились компоненты окружающей среды (например, почва). Эти эффекты показывают необходимость глубокого научного понимания контекста экосистемных услуг, а также сложности учета взаимодействия между видами и проектируемыми процессами при экодизайне территорий.

Экосистемные услуги являются продуктом Места и воздействие людей на экосистемы наиболее существенно на локальном уровне. Каждое из таких Мест обеспечивается взаимодействием его абиотических компонентов с биоразнообразием (количеством видов) и популяциями (количеством организмов внутри вида). Дело в том, что экосистемы хотя и отличаются масштабом, всегда территориально конкретны: от газона до земного шара. Их пространственный анализ с использованием инструмента ЭУ позволяет реализовать методологию устойчивого развития, для чего целесообразно в каждом конкретном случае понять, как существующие и проектируемые

инструменты управления природоохранной деятельностью влияют на территориально-конкретное предоставление экосистемных услуг. Помимо проектов территориального развития в отдельных случаях такой анализ может даже привести к уточнению и демаркации административных территориальных границ [62].

Экосистемные услуги предоставляются людям на различных уровнях территориальной организации: от регулирования климата и удаления углерода в глобальном масштабе, до защиты от наводнений и почвообразования — в локальном. Влияние ЭУ на благосостояние людей может осуществляться как косвенно (изменение климата), так и напрямую (предоставление рекреационных возможностей). Потребители ЭУ могут находиться как на локальном уровне (домашние хозяйства, местные сообщества, отдельные предприятия и др.), так и на региональном и глобальном уровнях — целые страны и регионы²². Их решения, касающиеся развития территории, влияют на экосистемы, но предоставляемые этими экосистемами услуги могут распространяться за пределы самой территории; иными словами, наблюдается «разобщение уровней» территориальной организации. Например, регулирование водотока гидрологическими службами оказывает влияние на населенные пункты, расположенные ниже по течению, в то время как секвестрация углерода²³ является экосистемной услугой глобального масштаба, поскольку воздействует на климат во благо всего человечества [63].

Разобщение уровней предоставления ЭУ может сопровождаться конфликтами между бенефициарами. Руководствуясь различными мотивами, субъекты, ответственные за управление территориями, могут принять решение игнорировать определенные услуги и продвигать другие, даже если научный анализ или мнение бенефициаров предлагают другие приоритеты. Поэтому процесс принятия решений в ходе экосистемного дизайна является сложным и многомерным, а основная задача состоит в выработке сбалансированных решений по развитию территорий с учетом интересов всех природопользователей в рамках экологической емкости территории.

Социокультурные стереотипы в представлениях об экосистемных услугах вызывают противоречия между реальными распорядителями ре-

сурсов. Наибольшую опасность представляют ценностные конфликты, поскольку именно невнимание к убеждениям, представлениям о развитии, духовным ценностям и традициям местных сообществ вызывает проблемы при реализации многих проектов. Учитывая это, в процессе ЭД необходим анализ формулирования целей и приоритетов устойчивого развития, в основе методологии которого лежит не объясняющее, а понимающее знание, которое характеризуется сочетанием двух эпистемологических интуиций: непреходящей значимости феномена природы или культуры и одновременно его уникальности и хрупкости, незаменимости. Сложным элементом ЭД является проблема поиска компромисса между пользователями экосистемных услуг — теми, кто оказывает наибольшее влияние на развитие территории, и теми, кто страдает от изменений в производстве экосистемных услуг. По этой причине внимание целесообразно акцентировать на профилактике и снижении интенсивности телеологических территориальных конфликтов [13].

Широкое применение инструмента ЭУ в пространственном планировании ограничивается существенными информационными пробелами для разработки оптимальных сценариев развития с учетом экологических, социальных и хозяйственных ограничений. В настоящее время сложилась ситуация недостаточности знаний об антропоизмененных экосистемах, поскольку большинство исследований в сфере биологии и экологии, направленных на решение научных задач, традиционно стремились изучать преимущественно нетронутые экосистемы, чтобы попытаться проникнуть в суть саморазвития природы без влияния человеческой деятельности. Между тем, такие базовые знания оказались недостаточными для решения проблем экологически безопасного территориального развития. В России и странах постсоветского пространства выявились специфические дополнительные трудности, связанные со сложностью перехода от экономической теории «трудовой стоимости» к экономической теории полезности. В результате деньги многими специалистами все еще продолжают восприниматься как мера труда, а не как мера богатства. Также проявилась проблема недостаточности информации об экологических рисках и рисках здоровью населения.

* * *

Таким образом, несмотря на трудности, концепт экосистемных услуг достаточно быстро становится важным инструментом экосистемного дизайна, реализуемого в различных формах пространственного проектирования для повышения

²² Конвенция о биологическом разнообразии — международное соглашение, принятое в Рио-де-Жанейро 5 июня 1992 года.

²³ Секвестрация углерода — это, как правило, процесс трансформации углерода в воздухе (углекислый газ или CO₂) в почвенный углерод.

жизнестойкости антропо-измененных экосистем. Анализ проблем интеграции концепта ЭУ в экосистемный дизайн выявил ряд особенностей проектного мышления, а также методологические трудности, которые следует учитывать в процессе пространственного проектирования. Оценка ЭУ позволяет идентифицировать экологические изменения в результате проектных действий,

с позиции увеличения, уменьшения или поддержки потока выгод от антропо-измененных экосистем. В результате возрастают точность и многофункциональность широко применяемого в аналитической и проектной деятельности анализа «затраты-выгоды» (СВА). Такой подход соответствует новым реалиям «полного» мира, когда участков дикой природы стало недопустимо мало.

Библиографический список

1. Daly H. E. Economics in a full world // *Scientific American*. — 2005. — № 293. — P. 100—107.
2. Живая планета 2014: Виды и территории, люди и места: Доклад WWF. — URL: <https://wwf.ru/resources/publications/booklets/doklad-zhivaya-planeta-2014>.
3. Анучин Д. Н. Избранные географические работы. — М.: Географгиз, 1949. — 387 с.
4. Глазовский Н. Ф. Избранные труды: в 2 томах. Т. 2. Устойчивое развитие биосферы. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. — 389 с.
5. Горшков В. Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни. — М.: ВИНТИ, 1995.
6. Моисеев Н. Н. Коэволюция природы и общества // *Экология и жизнь*. — 1997. — № 2—3.
7. Тимофеев-Ресовский Н. В. Биосфера и человечество // *Научные труды Обнинского отдела Географического общества СССР*. — 1968. — Сб. 1, ч. 1.
8. Яблоков А. В., Юсуфов А. Г. Эволюционное учение. — 6-е изд., испр. — М.: Высшая школа, 2006.
9. Бобылев С. Н. Экосистемные услуги и эколого-экономический механизм их компенсации регионам // *Аграрная Россия*. — 2004. — № 4. — С. 36—40.
10. Замолодчиков Д. Г. Подходы к организации национального рынка экосистемных услуг // *Экономика экосистем и биоразнообразия: потенциал и перспективы стран Северной Евразии: материалы совещания «Проект ТЕЕВ — экономика экосистем и биоразнообразия: перспективы участия России и других стран ННГ»* / Центр охраны дикой природы. — М., 2010. — С. 49—53.
11. Захаров В. М., Трофимов И. Е. Здоровье среды. Человек и природа. — М.: Департамент природопользования и охраны окружающей среды г. Москвы; Центр экологической политики России, 2015. — 96 с.
12. Тишков А. А. «Экосистемные услуги» природных регионов России. — М.: Наука, 2004. — 146 с.
13. Фоменко Г. А. Управление природоохранной деятельностью: Основы социокультурной методологии. — М.: Наука, 2004. — 390 с.
14. Chapin F. S. et al. Consequences of Changing Biodiversity // *Nature*. — 2000. — № 405. — P. 234—242.
15. *Global Biodiversity Outlook 2 / CBD*. — Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2006. — 81 p.
16. Koziell I. Diversity not Adversity: Sustaining Livelihoods with Biodiversity. — England: DFID, 2001.
17. Loreau M. et al. Diversity without representation // *Nature*. — 2006. — № 442. — P. 245—246.
18. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well being: synthesis report. — Washington: Island Press, 2005.
19. Perelet R. et al. Dictionary of Environmental Economics. — London: Taylor & Francis, 2012.
20. Valuing the Global Environment: Actions and Investments for a 21st Century / GEF. — Washington DC: GEF, 1998.
21. Бенвенисте Г. Овладение политикой планирования: пер. с англ. / Под ред. М. Калантаровой. — М., 1994. — 304 с.
22. Фоменко М. А. Местные программы действий в сфере природопользования для устойчивого развития. — Ярославль: НПП «Кадастр», 2001. — 160 с.
23. Immler H. Vom Wert der Natur: Zur oekologische Reform von Wirtschaft und Gesellschaft Natur in der oekonomische Theorie. Teil 3. — Aufg. B.: Westdeutsche Verl, 1990. — 348 p.
24. McHarg I. L. Design with Nature. — 1969.
25. McLennan J. F. The Philosophy of Sustainable Design: The Future of Architecture. — Ecotone Publishing, 2004. — 324 p.
26. Гапонов-Грехов А. В., Рабинович М. И. Нелинейная физика. Стохастичность и структуры // *Физика XX века: развитие и перспективы*. — М., Наука, 1984. — С. 219—280.
27. Mitsch W. J., Jorgensen S. E. Introduction to Ecological Engineering // *Ecological Engineering: An Introduction to Ecotechnology*. — New York: John Wiley & Sons, 1989. — P. 3—12.
28. Ветошкин А. Г. Основы инженерной защиты окружающей среды: учебное пособие. — Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. — 455 с.
29. Odum H. T. et al. Experiments with Engineering of Marine Ecosystems // *Publication of the Institute of Marine Science of the University of Texas*. — 1963. — № 9. — P. 374—403.
30. Odum H. T. Ecological Engineering and Self-Organization // *Ecological Engineering: An Introduction to Ecotechnology / Ed. W. J. Mitsch, S. E. Jorgensen*. — New York: John Wiley & Sons, 1989. — P. 79—101.
31. Mitsch W. J. Ecological Engineering — A Cooperative Role with the Planetary Life Support Systems // *Environmental Science & Technology*. — 1993. — № 27. — P. 438—445.
32. Mitsch W. J. Ecological Engineering: a new paradigm for engineers and ecologists // *Engineering Within Ecological Constraints / Ed. P. C. Schulze*. — Washington: National Academy Press, 1996. — P. 114—132.
33. von Weizsaecker E., Wijkman A. Come On! Capitalism, Short-termism, Population and the Destruction of the Planet. — Springer, 2018. — 220 p.
34. Норт Д. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики / Пер. с англ. А. Н. Нестеренко; предисл. и науч. ред. Б. З. Мильнера. — М.: Фонд экономической книги «Начала», 1997. — 180 с.

35. Фоменко Г. А. Институциональные ограничения и регламентации управления природоохранной деятельностью // Проблемы региональной экологии. — 2012. — № 6. — С. 208—216.
36. Фоменко Г. А. Социокультурная методология управления природоохранной деятельностью: автореферат дис. ... доктора географических наук: 25.00.24 / Ин-т географии РАН. — М., 2002. — 47 с.
37. Щедровицкий Г. П. Избранные труды. — М.: Школа культурной политики, 1995. — 800 с.
38. Сосновская К. В. Проектное мышление в бытии человека: автореферат дис. ... канд. философских наук: 09.00.13 / Сибирский федеральный университет. — Омск, 2013. — 24 с.
39. Георгий Петрович Щедровицкий: Путеводитель по методологии организации, руководства и управления. Раздел 6: Мыследеятельность и чистое мышление [Электронный ресурс] / Гуманитарный портал. — М.: ИАА Центр гуманитарных технологий, 2020. — URL: <https://gtmarket.ru/laboratory/basis/3344/3351>.
40. Моллисон Б. Введение в пермакультуру. — 1974.
41. Панкина М. В., Захарова С. В. Экологический дизайн как направление современного дизайна. Определение понятия // Современные проблемы науки и образования. — 2013. — № 4. — URL: <http://www.science-education.ru/110-9670>.
42. Lenton T. M. et al. Tipping elements in the Earth's climate system // Proceedings of the National Academy of Sciences. — 2008. — № 105 (6). — P. 1786—1793.
43. Morse-Jones S. et al. Ecosystem valuation: Some principles and a partial application: CSERGE working paper EDM, № 10-01. — 2010.
44. System of Environmental Economic Accounting 2012 — Experimental Ecosystem Accounting. — New York, 2014. — 177 p.
45. de Groot R. S. Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes // Landscape and Urban Planning. — 2006. — № 75 (3—4). — P. 175—186.
46. Costanza R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital // Nature. — 1997. — № 387. — P. 253—260.
47. Здоровье среды: методика оценки / В. М. Захаров [и др.]. — М.: Центр экологической политики России, 2000. — 68 с.
48. Folke C. et al. Regime shifts, resilience, and biodiversity in ecosystem management // Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics. — 2004. — № 35. — P. 557—581.
49. Cork S., Stoneham G., Lowe K. Ecosystem services and Australian natural resource management futures: Paper to the Natural Resource Policies and Programs Committee and the Natural Resource Management Standing Committee. — 2007.
50. Keeping Track of our Changing Environment: From Rio to Rio + 20 (1992—2012) / UNEP. — Nairobi: Division of Early Warning and Assessment, 2011.
51. Vallet A. et al. Interactions Between Stakeholders and Ecosystems: Social Networks, Power, Beneficiaries, and Agents of Change // EcoSummit 2016: Conference, Montpellier, Elsevier, 2016.
52. Бобылев С. Н., Горячева А. А., Немова В. И. «Зеленая» экономика: проектный подход [Электронный ресурс] // Государственное управление. Электронный вестник. — 2017. — Вып. № 64. — С. 34—44. — URL: http://e-journal.spa.msu.ru/vestnik/item/64_2017bobylev_goryacheva_nemova.htm.
53. Chan K. M. A., Satterfield T., Goldstein J. Rethinking ecosystem services to better address and navigate cultural values // Ecological Economics. — 2012. — № 74. — P. 8—18.
54. Ernstson H., Sörlin S. Ecosystem services as technology of globalization: on articulating values in urban nature // Ecological Economics. — 2013. — № 86. — P. 274—284.
55. Huntsinger L., Oviedo J. L. Ecosystem services are social-ecological services in a traditional pastoral system: the case of California's Mediterranean rangelands // Ecology and Society. — 2014. — № 19 (1).
56. Kumar M., Kumar P. Valuation of the ecosystem services: a psycho-cultural perspective // Ecological Economics. — 2008. — № 64. — P. 808—819.
57. Schaich H., Bieling C., Plieninger T. Linking ecosystem services with cultural landscape research // GAIA — Ecological Perspectives for Science and Society. — 2010. — № 19. — P. 269—277.
58. Tengberg A. et al. Cultural ecosystem services provided by landscapes: assessment of heritage values and identity // Ecosystem Services. — 2012. — № 2. — P. 14—26.
59. Valles-Planells M., Galiana F., Van Eetvelde V. A classification of landscape services to support local landscape planning // Ecology and Society. — 2014. — № 19 (1).
60. Bonin M., Antona M. Genealogie scientifique et mise en politique des services écosystémiques et services environnementaux // Vertigo. — 2012. — № 12. — P. 2—10.
61. Степин В. С. Философия науки. Общие проблемы. — М.: Гардарики, 2006. — 384 с.
62. Förster J. et al. Assessing Ecosystem Services for Informing Land-use Decisions: A Problem-oriented Approach // Ecology and Society. — 2015. — № 20 (3).
63. Opdam P. Bridging the Gap Between Ecosystem Services and Landscape Planning // Routledge Handbook of Ecosystem Service / Eds. M. Potschin et al. — London/New York: Routledge, 2016. — P. 564—567.

SPATIAL DESIGN AND ECOSYSTEM SERVICES

G. A. Fomenko, Ph. D. (Geography), Dr. Habil, professor, Research and Designing Institute Cadaster, Yaroslavl State Technical University, info@nipik.ru, Yaroslavl, Russia

References

1. Daly H. E. Economics in a full world. *Scientific American*. 2005. No. 293. P. 100—107.
2. *Zhivaya planeta 2014: Vidy i territorii, ljudi i mesta: Doklad WWF*. [Living Planet 2014: Views and Territories, People and Places: WWF Report]. Available at: <https://wwf.ru/resources/publications/booklets/doklad-zhivaya-planeta-2014> [in Russian]

3. Anuchin D. N. *Izbrannye geograficheskie raboty*. [Selected geographical works]. Moscow: Geografiz, 1949. 387 p. [in Russian]
4. Glazovsky N. F. *Izbrannye trudy: v 2 t. T. 2. Ustojchivoe razvitiye biosfery*. [Selected works: in 2 volumes. Vol. 2. Sustainable development of the biosphere]. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdanij KMK, 2009. 389 p. [in Russian]
5. Gorshkov V. G. *Fizicheskie i biologicheskie osnovy ustojchivosti zhizni*. [Physical and biological foundations of life sustainability]. Moscow: VINITI, 1995. [in Russian]
6. Moiseev N. N. Kojevoljucija prirody i obshhestva. *Ekologija i zhizn*. [Ecology and life]. 1997. No. 2—3. [in Russian]
7. Timofeev-Resovsky N. V. Biosfera i chelovechestvo. *Nauchnye trudy Obninskogo otdela Geograficheskogo obshhestva SSSR*. [Scientific works of the Obninsk Department of the Geographical Society of the USSR]. Vol. 1, part 1. 1968. [in Russian].
8. Yablokov A. V., Yusufov A. G. *Evoljucionnoe uchenie*. [Evolutionary doctrine]. 6th ed., rev. Moscow: Vysshaja shkola, 2006. [in Russian]
9. Bobylev S. N. Ekosistemnye uslugi i ekologo-ekonomicheskij mehanizm ih kompensacii regionam. *Agrarnaja Rossija*. [Agrarian Russia]. 2004, No. 4, pp. 36—40. [in Russian]
10. Zamolodchikov D. G. Podhody k organizacii nacionalnogo rynka ekosistemnykh uslug. *Ekonomika ekosistem i bioraznoobrazija: potencial i perspektivy stran Severnoj Evrazii: materialy soveshhanija "Proekt TEEB — ekonomika ekosistem i bioraznoobrazija: perspektivy uchastija Rossii i drugih stran NNG"*. [Economics of Ecosystems and Biodiversity: Potential and Prospects of Northern Eurasia: Proceedings of the meeting "TEEB Project — Economics of Ecosystems and Biodiversity: Prospects for the Participation of Russia and Other NIS Countries"]. Centr ohrany dikoj prirody. Moscow, 2010. pp. 49—53. [in Russian]
11. Zakharov V. M., Trofimov I. E. *Zdorovje sredy. Chelovek i priroda*. [Environmental health. Human and nature]. Moscow. Departament prirodnopolzovanija i ohrany okruzhajushhej sredy g. Moskvy; Centr ekologicheskoy politiki Rossii, 2015. 96 p. [in Russian].
12. Tishkov A. A. *"Ekosistemnye uslugi" prirodnykh regionov Rossii*. ["Ecosystem services" of the natural regions of Russia]. Moscow: Nauka, 2004. 146 p. [in Russian]
13. Fomenko G. A. *Upravlenie prirodoohrannoj dejatel'nost'ju: Osnovy sociokulturnoj metodologii*. [Environmental Management: Fundamentals of a Sociocultural Methodology]. Moscow: Nauka, 2004. 390 p. [in Russian]
14. Chapin F. S. et al. Consequences of Changing Biodiversity. *Nature*. 2000. No. 405. P. 234—242.
15. *Global Biodiversity Outlook 2*. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2006. 81 p.
16. Koziell I. *Diversity not Adversity: Sustaining Livelihoods with Biodiversity*. England: DFID, 2001.
17. Loreau M. et al. Diversity without representation. *Nature*. 2006. No. 442. P. 245—246.
18. *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well being: synthesis report*. Washington: Island Press, 2005.
19. Perelet R. et al. *Dictionary of Environmental Economics*. London: Taylor & Francis, 2012.
20. *Valuing the Global Environment: Actions and Investments for a 21st Century*. Washington DC: GEF, 1998.
21. Benveniste G. *Ovladenie politikoj planirovanija*. [Mastering the planning policy]. Translated from English. Ed. M. Kalantarova. Moscow, 1994. 304 p. [in Russian]
22. Fomenko M. A. *Mestnye programmy dejstv'ij v sfere prirodnopolzovanija dlja ustojchivogo razvitiija*. [Local environmental action programs for sustainable development]. Yaroslavl: NPP "Cadaster", 2001. 160 p. [in Russian]
23. Immler H. *Vom Wert der Natur: Zur oekologische Reform von Wirtschaft und Gesellschaft Natur in der oekonomische Theorie*. Teil 3. Aufg. B.: Westdeutsche Verl, 1990. 348 p.
24. McHarg I. L. *Design with Nature*. 1969.
24. McLennan J. F. *The Philosophy of Sustainable Design: The Future of Architecture*. Ecotone Publishing, 2004. 324 p.
26. Gaponov-Grehov A. V., Rabinovich M. I. Nelinejnaja fizika. Stohastichnost i struktury. *Fizika XX veka: razvitiye i perspektivy*. [Physics of the XX century: development and prospects]. Moscow: Nauka, 1984. pp. 219—280. [in Russian]
27. Mitsch W. J., Jorgensen S. E. Introduction to Ecological Engineering. *Ecological Engineering: An Introduction to Ecotechnology*. New York: John Wiley & Sons, 1989. P. 3—12.
28. Vetoshkin A. G. *Osnovy inzhenernoj zashhity okruzhajushhej sredy: uchebnoe posobie*. [Fundamentals of environmental engineering: a training manual]. Vologda: Infra-Inzhenerija, 2016. 455 p. [in Russian]
29. Odum H. T. et al. Experiments with Engineering of Marine Ecosystems. *Publication of the Institute of Marine Science of the University of Texas*. 1963. No. 9. P. 374—403.
30. Odum H. T. Ecological Engineering and Self-Organization. *Ecological Engineering: An Introduction to Ecotechnology*. Ed. W. J. Mitsch, S. E. Jorgensen. New York: John Wiley & Sons, 1989. P. 79—101.
31. Mitsch W. J. Ecological Engineering — A Cooperative Role with the Planetary Life Support Systems. *Environmental Science & Technology*. 1993. No. 27. P. 438—445.
32. Mitsch W. J. Ecological Engineering: a new paradigm for engineers and ecologists. *Engineering Within Ecological Constraints*. Ed. P. C. Schulze. Washington: National Academy Press, 1996. P. 114—132.
33. von Weizsaecker E., Wijkman A. *Come On! Capitalism, Short-termism, Population and the Destruction of the Planet*. Springer, 2018. 220 p.
34. North D. *Instituty, institucionalnye izmenenija i funkcionirovanie ekonomiki*. [Institutions, institutional changes and the functioning of the economy]. Translation from English by A. N. Nesterenko; foreword and scientific ed. by B. Z. Milner. Moscow: Fond ekonomicheskoy knigi "Nachala", 1997. 180 p. [in Russian]
35. Fomenko G. A. Institucionalnye ogranichenija i reglamentacii upravlenija prirodoohrannoj dejatel'nost'ju. *Problemy regionalnoj ekologii*. [Problems of regional ecology]. 2012. No. 6. pp. 208—216. [in Russian]
36. Fomenko G. A. *Sociokulturnaja metodologija upravlenija prirodoohrannoj dejatel'nost'ju: avtoreferat dis. ... doktora geograficheskikh nauk*. [Sociocultural environmental management methodology: abstract of doctoral thesis ... in Geographical Sciences]. 25.00.24. Institut geographii RAN. Moscow, 2002. 47 p. [in Russian]
37. Shchedrovitsky G. P. *Izbrannye trudy*. [Selected Works]. Moscow: School of Cultural Policy, 1995. 800 p. [in Russian]
38. Sosnovskaya K. V. *Proektnoe myshlenie v bytii cheloveka: avtoreferat dis. ... kand. filosofskih nauk*. [Design thinking in human being: abstract of PhD thesis dissertation]. 09.00.13. Siberian Federal University. Omsk, 2013. 24 p. [in Russian]

39. Georgij Petrovich Shhedrovickij: *Putevoditel' po metodologii organizacii, rukovodstva i upravlenija*. Razdel 6: Mysledejatel'nost' i chistoe myshlenie. [Georgij Petrovich Shhedrovitsky: A guide to the methodology of organization, leadership and management. Section 6: Thought and pure thinking]. Gumanitarnyj portal. Moscow: IAA Centr gumanitarnyh tehnologij, 2020, available at: <https://gtmarket.ru/laboratory/basis/3344/3351>. [in Russian]
40. Mollison B. *Vvedenie v permakulturu*. [Introduction to permaculture]. 1974. [in Russian]
41. Pankina M. V., Zakharova S. V. Ekologicheskij dizajn kak napravlenie sovremennogo dizajna. Opredelenie ponjatija. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*. [Modern problems of science and education]. 2013. No. 4, available at: <http://www.science-education.ru/110-9670>. [in Russian]
42. Lenton T. M. et al. Tipping elements in the Earth's climate system. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2008. No. 105 (6). P. 1786–1793.
43. Morse-Jones S. et al. *Ecosystem valuation: Some principles and a partial application*: CSERGE working paper EDM, № 10-01. 2010.
44. *System of Environmental Economic Accounting 2012 — Experimental Ecosystem Accounting*. New York, 2014. 177 p.
45. de Groot R. S. Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes. *Landscape and Urban Planning*. 2006. No. 75 (3–4). P. 175–186.
46. Costanza R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*. 1997. No. 387. P. 253–260.
47. *Zdorovje sredy: metodika ocenki* [Environmental health: assessment method]. V. M. Zakharov [et al.]. Moscow: Centr jekologicheskoy politiki Rossii, 2000. 68 p. [in Russian]
48. Folke C. et al. Regime shifts, resilience, and biodiversity in ecosystem management. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*. 2004. No. 35. P. 557–581.
49. Cork S., Stoneham G., Lowe K. *Ecosystem services and Australian natural resource management futures*: Paper to the Natural Resource Policies and Programs Committee and the Natural Resource Management Standing Committee. 2007.
50. *Keeping Track of our Changing Environment: From Rio to Rio + 20 (1992–2012)*. UNEP. Nairobi: Division of Early Warning and Assessment, 2011.
51. Vallet A. et al. Interactions Between Stakeholders and Ecosystems: Social Networks, Power, Beneficiaries, and Agents of Change. *EcoSummit 2016*: Conference, Montpellier, Elsevier, 2016.
52. Bobylev S. N., Goryacheva A. A., Nemova V. I. “Zelenaja” ekonomika: proektnyj podhod. *Gosudarstvennoe upravlenie. Elektronnyj vestnik*. [Public administration. Electronic bulletin]. 2017. No. 64, pp. 34–44, available at: http://e-journal.spa.msu.ru/vestnik/item/64_2017bobylev_goryacheva_nemova.htm [in Russian]
53. Chan K. M. A., Satterfield T., Goldstein J. Rethinking ecosystem services to better address and navigate cultural values. *Ecological Economics*. 2012. No. 74. P. 8–18.
54. Ernstson H., Sörlin S. Ecosystem services as technology of globalization: on articulating values in urban nature. *Ecological Economics*. 2013. No. 86. P. 274–284.
55. Huntsinger L., Oviedo J. L. Ecosystem services are social-ecological services in a traditional pastoral system: the case of California's Mediterranean rangelands. *Ecology and Society*. 2014. No. 19 (1).
56. Kumar M., Kumar P. Valuation of the ecosystem services: a psycho-cultural perspective. *Ecological Economics*. 2008. No. 64. P. 808–819.
57. Schaich H., Bieling C., Plieninger T. Linking ecosystem services with cultural landscape research. *GAIA — Ecological Perspectives for Science and Society*. 2010. No. 19. P. 269–277.
58. Tengberg A. et al. Cultural ecosystem services provided by landscapes: assessment of heritage values and identity. *Ecosystem Services*. 2012. № 2. P. 14–26.
59. Valles-Planells M., Galiana F., Van Eetvelde V. A classification of landscape services to support local landscape planning. *Ecology and Society*. 2014. No. 19 (1).
60. Bonin M., Antona M. Genealogie scientifique et mise en politique des services ecosystemiques et services environnementaux. *VertigO*. 2012. No. 12. P. 2–10.
61. Stepin V. S. *Filosofija nauki. Obshhie problem*. [Philosophy of Science. Common problems]. Moscow: Gardariki, 2006. 384 p. [in Russian]
62. Förster J. et al. Assessing Ecosystem Services for Informing Land-use Decisions: A Problem-oriented Approach. *Ecology and Society*. 2015. No. 20 (3).
63. Opdam P. Bridging the Gap Between Ecosystem Services and Landscape Planning. *Routledge Handbook of Ecosystem Service*. Eds. M. Potschin et al. London/New York: Routledge, 2016. P. 564–567.