

Красноармейский пр-т., 98, г. Барнаул, 656031, Россия

Data about the authors

Pavlov Sergey Aleksandrovich, candidate of technical sciences, head of the department "Hydraulics, agricultural water supply and wastewater disposal", associate professor.

Tkachenko Tatyana Nikolaevna, Candidate of Agricultural sciences, associate professor of chair «Hydraulics, agriculture water and wastewater».

Altay State Agrarian University

Krasnoarmeyskiy p-t., 98, Barnaul, 656031, Russia

Рецензент:

Постнова И.С. Начальник отдела ГИС и математического моделирования ООО «Центр инженерных технологий», к.т.н., доцент.

УДК 502/504:628:378.1

ЖИЗНЕСТОЙКОСТЬ АНТРОПО-МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЭКОСИСТЕМ В СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ «ПРИРОДООБУСТРОЙСТВО И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»

Фоменко Г.А.

Реформирование национальной системы образования по направлению подготовки «Природообустройство и водопользование» предполагает включение в федеральный государственный образовательный стандарт требований к освоению базовых знаний в области охраны окружающей среды и устойчивого развития. В статье, на основании анализа опыта магистерской подготовки в Ярославском государственном техническом университете во взаимодействии с Институтом «Кадастр», а также лучших международных практик, показаны особенности реализации такого подхода. Сформулирован ряд предложений по совершенствованию федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования ФГОС 3++ по направлению подготовки 20.04.02 «Природообустройство и водопользование» (магистратура).

Ключевые слова: устойчивое развитие; «зеленая» экономика; ФГОС 3++; антропо-модифицированные экосистемы; экосистемные услуги

RESILIENCE OF ANTHROPO-MODIFIED ECOSYSTEMS WITHIN THE EDUCATIONAL SYSTEM CONCERNING THE PROGRAMME “ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AND WATER USE”

Fomenko G.A.

Reforming national educational system concerning the programme “Environmental management and water use” requires including basic information on environment protection and sustainable development in the national educational standard. The article includes the features of this approach implementation based on the analysis of the Master programme in Yaroslavl State Technical University as well as best international experience. The author represents suggestions to improve the national educational standard FGOS 3++ concerning the Master programme 20.04.02 “Environmental Management and Water Use”.

Keywords: sustainable development; green economy; FGOS 3++; anthropo-modified ecosystems; ecosystem services

Мы живем в мире, в котором, как предсказывал еще В.И. Вернадский [5], значительно возросла роль Человека¹, не только созидательная, но и разрушительная. В юбилейном докладе Рим-

¹ В конце 80-х – начале 90-х годов появились новые теории экономического роста, подтвердившие тот факт, что реальной движущей силой экономического прогресса является человек. Эти теории, разработанные

ского клуба (2018) констатируется: «Мы живем в антропоген, геологическую эпоху, когда деятельность человека становится определяющей для планеты» [27]. Его авторы исходят из концепции «полного мира», предложенного Г. Дейли [19], – мира, заполненного до краёв, с весьма смутными перспективами дальнейшего расширения границ. Следовательно, все ранее созданные модели развития, предполагающие неограниченные возможности освоения Земли, становятся неэффективными и опасными для выживания человечества. Старые модели сталкивают страны и народы между собой и, по мнению ведущих международных экспертов, обществу предстоит переход через период нестабильности², когда возрастает значение экологических рисков³.

Выдающийся российский ученый П.Г. Кузнецов подчеркивал, что «лучший способ сохранить Землю и страну для будущих поколений — это формировать человека, способного обосновать, разработать и реализовать идеи устойчивого развития Жизни в условиях глобальных вызовов и угроз», а «забота живущих поколений о поколениях будущих — образование людей, способных и реализующих свою способность к творчеству во имя развития Жизни» [2]. Созвучно этой позиции и мнение Д.Л. Арманда который отмечал, что «путь, достойный человека, состоит не в том, чтобы без конца «побеждать» Природу, а в том, чтобы наладить с ней мирное сосуществование» [1, с. 274].

Люди всегда зависели от услуг, обеспечиваемых биосферой и экосистемами, представляющими собой динамичный комплекс сообществ растений, животных и микроорганизмов, и неживой среды, взаимодействующих как функциональное единство (статья 2 Конвенции о биологическом разнообразии) [20]. Как показал В.И. Вернадский [4], биосфера сама является продуктом жизни на Земле, и человек полностью зависит от состояния экосистем, рассматриваемых как основной элемент поддержания Жизни. Однако промышленность, города, сельское хозяйство, строительство, производство энергии и транспорт не только локально, но и глобально, на длительный срок, загрязнили биосферу и обострили экологические риски [15]. За последние полвека уничтожение и трансформация человеком многих естественных экосистем нарушили отрегулированный баланс производства–потребления–утилизации первичной природной биологической продукции, эволюционно отлаженную биотическую регуляцию процессов в биосфере, обеспечивающих, в том числе, и поддержание качества среды в благоприятном для человека состоянии [11].

В юбилейном докладе Римского клуба (2018) авторы выдвинули идею «нового Просвещения», фундаментальной трансформации мышления, результатом которой должно стать целостное мировоззрение — гуманистическое, но свободное от антропоцентризма, открытое развитию, но ценящее устойчивость и заботящееся о будущем [27]. Эти взгляды базируются на теории сложных систем, сближая нормативное и естественно-научное видение проблем развития, без чего невозможна эффективная плано-проектная деятельность в соответствии с базовыми установками устойчивого развития. Такая философско-методологическая позиция не позволяет считать человека существом, случайно «выпавшим» из окружающей природы и даже ставшим ее врагом. Согласно системному взгляду, существенными свойствами организма или живой системы, являются свойства целого, которыми не обладает ни одна из его частей [7].

Именно системный подход должен стать основой подготовки современных инженерных кадров, прежде всего, по направлению «Природообустройство и водопользование», поскольку именно инженеры, реально преобразуя экосистемы, несут особую ответственность за создание гармоничной среды обитания Человека и сохранение Природы. Поэтому федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС) по направлению «Природообустройство и водопользование» должен формировать компетенции, благодаря которым инженеры, проектируя будущее, могут избежать ошибок в области техносферной безопасности и сохранения экосистем. Между тем, сложившиеся в уходящую индустриальную эпоху практические ме-

ные такими экономистами, как Пол Ромер и Роберт Лукас, были нацелены на изучение воздействия человеческого капитала на темпы роста стран в долгосрочном плане [6].

² Материалы экспертного форума «Green Growth and Sustainable Development Forum 2015 - Enabling the next industrial revolution: Systems innovation for green growth». ОЭСР, Париж, 2015. В мероприятиях форума принимали участие эксперты из стран ОЭСР, а также Китая, России и ряда других стран, не входящих в эту организацию (автор принимал непосредственное участие в его работе).

³ Федеральным законом РФ от 10 января 2002 года «Об охране окружающей среды» экологический риск определяется как вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и антропогенного характера.

тоды инженерного проектирования природно-техногенных комплексов и водохозяйственных систем зачастую ограничивают инженера адресацией к техническим проблемам, отодвигая или оставляя без ответа критически важные вопросы, связанные с нарастанием рисков жизнедеятельности и потерей функций экосистем.

Инженер должен осознавать, что природа способна поддерживать или, напротив, препятствовать развитию общества. Сегодня это ее свойство отождествляют с понятием экосистемных услуг⁴, то есть комплексом всех благ, получаемых человеком от природы. Требуется понимание ответственности, поскольку, в конечном итоге, все экосистемы в той или иной степени управляются человеком: даже большинство нетронутых, заповедных участков дикой природы охраняются, а значительная часть реально существующих экосистем уже антропо-модифицированы (Human-Dominated Ecosystems). Они имеют общий набор признаков, включая упрощенные пищевые сети, горизонтальную гомогенизацию и высокие питательные и энергетические ресурсы.

В последние годы все более осознается, что сохранение устойчивости экосистем во многом зависит от перехода к модели «зеленой» экономики, которая ориентирована на рост благосостояния людей при одновременном снижении рисков для окружающей среды. Наиболее распространенное определение «зеленой» экономики сформулировано ЮНЕП: ««зеленой» является такая экономика, которая приводит к повышению благосостояния людей и укреплению социальной справедливости при одновременном существенном снижении рисков для окружающей среды и дефицита экологических ресурсов» [26]. Поэтому так важно обеспечить сохранение и восстановление утраченных структур и функций экосистем (устойчивость экосистем), а также сокращение использования ресурсов в производстве и потреблении (ресурсоэффективность) [14].

Наряду с теоретическими проработками, сегодня активно разрабатываются *практические* инструменты повышения жизнестойкости антропо-модифицированных экосистем (human-dominated ecosystems). Это понятие шире, чем природно-техногенные комплексы, и подчеркивает значение экологической составляющей жизнедеятельности, а также важность экосистемного подхода в территориальном планировании и проектировании развития. Наиболее выраженная современная форма антропо-модифицированных экосистем — это города, которые представляют собой сложные экосистемы с преобладанием человека [16]. В условиях нарастания процессов урбанизации повышается экологическая уязвимость городов: возрастают риски здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды, почв и шумового воздействия; утрачивается природная среда и снижается биоразнообразие в результате экологически необоснованных градостроительных решений. По мере развития туризма, возрастает антропогенная нагрузка и на «дикую» природу. Экологическое сельское хозяйство предъявляет новые требования к природообустройству и водопользованию. Нарастание климатических изменений и природных катастроф выдвигает новые требования к планированию территорий и используемым инженерным решениям, в частности, повышает спрос на инженерную защиту.

Наш опыт подготовки специалистов по направлению 20.04.02 «Природообустройство и водопользование» (магистратура) в Ярославском государственном техническом университете (ЯГТУ), во взаимодействии с российскими и зарубежными вузами, позволил сформулировать актуальные направления совершенствования федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования ФГОС 3++ по направлению подготовки 20.04.02 «Природообустройство и водопользование» (магистратура).

Во-первых, *повысить системообразующую роль положений устойчивого развития в соответствии с требованиями глобального процесса «образование в интересах устойчивого развития» (ОУР)*, поскольку именно «образование является фундаментом устойчивого развития» и интеграция элементов устойчивого развития в систему обучения определяется как важнейший шаг на пути к такому развитию [12]. ОУР гораздо шире понятия экологического образования, поскольку оно объединяет образовательные усилия на синтезе проблем экономического развития, окружающей природной среды и развития личности человека. Еще в 2005 году в Вильнюсе была принята «Стратегия ЕЭК ООН для образования в интересах устойчивого развития», разработанная по инициативе РФ и Швеции. Суть стратегии состоит в том, чтобы перейти от простой передачи знаний и навыков, необходимых для существования в современном обществе, к готовности действовать и жить в быстроменяющихся условиях, участвовать в планировании социального развития, учиться предви-

⁴Понятие экосистемных услуг, введенное в «Оценке экосистем на пороге тысячелетия» существенно изменило характер дискуссий о потере биоразнообразия [20].

деть последствия предпринимаемых действий, в том числе и возможные последствия в сфере устойчивости природных экосистем и социальных структур. В частности, было признано, что в инженерные программы необходимо внести изменения, раскрывающие суть концепции устойчивого развития, при этом, кроме теоретических основ, должны быть раскрыты практические пути реализации такого развития. Важно отметить, что с 2015 года ОУР предусмотрено в Целях устойчивого развития в декларации «Преобразование нашего мира: повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» [25].

В Российской школе устойчивого развития (В.И. Вернадский, Э. Бауэр, Н.Н. Моисеев, П.Г. Кузнецов, Б.Е. Большаков, О.Л. Кузнецов, Н.Н. Лукьянчиков, Б.В. Поярков и др.) проблеме междисциплинарного, комплексного эколого-социально-экономического подхода к развитию и проектированию системы «Природа — Общество — Человек» также отводится важная роль, как и проблеме создания, соответствующей принципам устойчивого развития, системы образования. Поэтому образование в интересах устойчивого развития (ОУР), помимо приобретения знаний и навыков, способствует еще и формированию взглядов, позиций, ценностей, воспитанию человека и гражданина. В этом контексте актуальна высказанная П. Г. Кузнецовым мысль, что любому творческому процессу соответствуют три типа логик: логика исследования (или логика мышления) — от «природы к идее»; логика конструирования — от «идеи к природе»; синтез этих логик как проектирование устойчивого развития на основе закона развития Жизни [2].

К сожалению, предмет устойчивого развития преподается весьма узко, преимущественно в рамках экологических специальностей, что явно недостаточно. Между тем, концепция УР в настоящее время одна из наиболее быстро развивающихся: публикуется много научных докладов по данной тематике, особенно по повышению жизнестойкости в условиях рискогенной внешней среды. В связи с этим, актуализируется проблема «обучения обучающихся».

Важность такой постановки вопроса отмечена на государственном уровне: в перечне поручений Президента РФ по итогам заседания Государственного совета по вопросу «Об экологическом развитии Российской Федерации в интересах будущих поколений», состоявшегося 27 декабря 2016 года, предусмотрено включение в федеральные государственные образовательные стандарты требований к освоению базовых знаний в области охраны окружающей среды и устойчивого развития, в том числе, с учётом современных приоритетов мирового сообщества, прежде всего, Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года, Парижского соглашения, принятого 12 декабря 2015 г., и обязательств Российской Федерации в области противодействия изменению климата и сохранения благоприятной окружающей среды».

Во-вторых, включение в образовательный стандарт базовых вопросов сохранения, восстановления или увеличения потоков экосистемных услуг⁵ за счет целенаправленного воздействия на экосистемы. Такой подход, предполагающий сотрудничество с природой, а не борьбу с ней, подразумевает: стремление принять в расчет все функции, присущие экосистемам; использование относительно безвредной энергии и возможностей рециклинга отходов жизнедеятельности и промышленного производства; восприятие природно-техногенных комплексов (ПТК), как антропо-модифицированных экосистем.

Соответственно, приоритетными задачами природообустройства территорий и водопользования следует назвать: восстановление экосистем, поврежденных деятельностью человека, а также создание новых устойчивых экосистем, особенно значимых для Человека и Природы.

В настоящее время выделяют следующие основные концептуальные подходы к проектированию: (1) опора на самовоспроизводящиеся мощности экосистем; (2) практическая апробация научных экологических разработок; (3) реализация системного подхода; (4) сохранение невозобновляемых источников энергии; (5) сохранение биосистем [23].

Для этого инженеры в сфере природообустройства и водопользования проектируют услуги экосистем — продукты, функции и процессы, которые заимствуются у биосферы, что требует понимания их взаимосвязей и взаимодействий с функциями и формами ландшафта, знания закономерностей его эволюции. Они должны быть способны проектировать антропо-модифицированные экосистемы, восстанавливая, или, по крайней мере, подражая естественным экосистемам. Это требует синтеза различных знаний и междисциплинарных подходов, а также воспитания осторожности и ответственности, поскольку знания об экосистемах априори неполны.

⁵ Экосистемные услуги – это поток энергии, материалов и информации из природного капитала, или сток материалов и информации в определенном месте и времени в пространстве [18].

Следует различать инженерное природообустройство и экологию как науку. Безусловно, экологи, изучающие экосистемы, обладают соответствующей естественнонаучной подготовкой и предоставляют основную информацию для проектирования экосистемных услуг. Тем не менее, процесс проектирования будущего предполагает синтез научного и нормативного подходов, что означает знание законодательства, норм и правил, умение формировать и организовывать междисциплинарные команды для решения сложных проблем. В рамках направления магистерской подготовки «Природообустройство и водопользование» специалисты должны овладеть навыками наблюдения и исследования экосистем и оценки оказываемых ими экосистемных услуг, адаптации лучших инженерных технических решений. Особенно важна способность креативно, нестандартно мыслить и изобретать, поскольку каждый проект уникален, и невозможно найти полный аналог конкретной живой экосистемы.

В-третьих, расширить преподавание навыков экологического инжиниринга, который был удачно определен Митчем и Йоргенсоном как «проектирование интеграции человеческого сообщества с его окружающей природной средой для обоюдной пользы»⁶. Н. Т. Odum описал практику экологического инжиниринга как «управление, которое объединяет проектирование человеческой деятельности и само-проектирование окружающей среды таким образом, что они находятся во взаимном симбиозе» [24]. Такое видение меняет представление об инженерном проектировании, которое все еще часто понимается весьма технократически, как конструктивная деятельность, направленная на создание планов, чертежей, расчетов, макетов материальных систем и объектов на основе имеющихся знаний разных областей науки [13]. В России в последние десятилетия также наметилась тенденция к более широкому, комплексному пониманию проектирования. Так, Б.Е. Большаков определяет проектирование (в широком смысле этого слова – авт.), как «... творческий процесс создания систем, обладающих определёнными свойствами; а цель проектирования — внести определенные изменения в окружающий нас мир» [3].

Задача экологического инжиниринга, зародившегося сравнительно недавно, состоит в том, чтобы проектировать геосистемы, которые являются целесообразными с экологической точки зрения и, одновременно с этим, экономически жизнеспособными. Эти системы обеспечивают себя сами, не опустошая и не загрязняя окружающую среду и, как следствие этого, остаются устойчивыми в течение долгого времени [8]. К основным чертам экологического инжиниринга относят: использование экологической науки и теории; применимость ко всем типам экосистем; адаптационные методы проектирования; признание руководящей системы ценностей [17].

Говоря об экологическом инжиниринге, следует понимать ограниченность его пределов. Гибель не только стран, но и цивилизаций на земном шаре нередко наступала в результате нарушения постоянно действующих законов природы хозяйственной деятельностью человека. Так на наших глазах быстро исчезает Аральское море, которое, во многом вследствие забора воды из основных питающих рек Амударьи и Сырдарьи с целью орошения, в 1989 году распалось на два изолированных водоёма — Северное (Малое) и Южное (Большое) Аральское море. В 2014 году восточная часть Южного (Большого) Аральского моря полностью высохла, достигнув в тот год исторического минимума площади всего моря в 7297 кв. км⁷. До начала обмеления Аральское море было четвёртым по величине озером в мире.

Как справедливо отмечают М. Мэтлок и Р. Морган, «К проектированию услуг экосистемы нужно приближаться с глубоким осознанием смирения и уважения к тому, что мы не знаем...» [21]. Е. Одуму принадлежит известное высказывание: «... человек живет лучше всего, когда он действует как часть природы ... в противном случае, подобно неразумному паразиту, он может начать так использовать своего хозяина, что рискует погубить самого себя» [10].

В-четвертых, необходимо учитывать потребности работодателей в инженерах для планирования и проектирования сложных антропо-модернизированных экосистем, поскольку в настоящее время возник дефицит специалистов, обладающих навыками системного инжиниринга, организации междисциплинарных коллективов для решения сложных проблем территориального развития, способных ставить согласованные между собой технические задачи и координировать их выполнение. Они должны владеть базовыми знаниями устойчивого развития, а также навыками и инструментарием экоинжиниринга и ГИС-технологий. Учитывая практическую направленность

⁶ Митч и Йоргенсен были первыми, кто дал определение экологическому инжинирингу и его основным принципам (1989 г.) и широко использовали его в книге в 2004 году [22].

⁷ Карта динамики Аральского моря с 1960 по 2015 годы. http://www.ntsomz.ru/img/Aral_1960_2015.gif

образования, важно привлечение к сотрудничеству с университетами территориальных органов государственного управления и органов местного самоуправления, высокотехнологичных компаний и предприятий, научных и проектных институтов и консалтинговых организаций⁸.

Важными механизмами решения этих задач следует назвать активизацию проведения в вузах специальных, поддерживающих подходы устойчивого развития, научных семинаров, конференций, конкурсов с заинтересованным участием представителей наукоемкого бизнеса. В результате наиболее достойные студенты получают дополнительный шанс быть замеченными потенциальными работодателями. С целью содействия инновационному развитию и реализации подходов устойчивого развития с 2014 года Научно-исследовательским проектным Институтом «Кадастр», при поддержке Ярославского государственного технического университета, проводится специальный конкурс проектов бакалавров и магистров по решению проблем устойчивого развития. Конкурс носит имя лауреата Премии Совета Министров СССР, заслуженного химика РСФСР Л.А. Князькова, внесшего огромный вклад в повышение устойчивости развития Российской Федерации, долгое время работавшего в Институте «Кадастр».

Выводы

Таким образом, подготовку магистров по направлению 20.04.02 «Природообустройство и водопользование» следует обеспечивать в рамках глобального процесса ОУР, максимально ориентируясь на реальные высокие потребности территориальных органов государственного управления и органов местного самоуправления, высокотехнологичных предприятий, научных и проектных организаций. ФГОС 3++ должен задать системные рамки для того, чтобы все компоненты образовательного процесса соответствовали принципам и подходам ОУР. Он должен ориентировать на овладение теоретическими основами устойчивого развития, а также практическими навыками реализации такого методологического системного подхода через плановые и проектные инженерные решения. В рамках магистерской подготовки следует давать представление о возможностях и ограничениях экологического инженерного проектирования, междисциплинарного по своей природе. Преподавательский состав должен более эффективно использовать понятийные категории и терминологический аппарат устойчивого развития. Также для повышения качества, гибкости и практической направленности образования по направлению 20.04.02 «Природообустройство и водопользование» целесообразно повысить заинтересованность университетов в привлечении ведущих специалистов из других ВУЗов, в том числе зарубежных, а также предприятий, институтов и консалтинговых организаций.

Литература

1. Арманд Д.Л. Наука о ландшафте: Основы теории и логико-математические методы. М.: Мысль, 1975. 288 с.
2. Большаков Б.Е., Кузнецов О.Л. П.Г. Кузнецов и проблема устойчивого развития Человечества в системе природа-общество-человек // Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление: электронное научное издание. 2014. Т. 10, № 2 (23). 28 с. URL: <http://www.rypravlenie.ru/wp-content/uploads/2014/08/01-Bolshakov.pdf> (дата обращения 01.10.2018).
3. Большаков Б.Е. Теория и методология проектирования устойчивого развития социо-природных систем: уч.-мет. пособие [Электронное издание] 2008. 143 с. URL: <http://it-nur.uni-dubna.ru> (гос. регистрация №11265 от 11.10.2006 г.) (дата обращения 13.09.2018).
4. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. М.: Айрис-пресс, 2004. 576 с.
5. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере // Философские мысли натуралиста. М., 1988. С. 503-510.
6. Доклад о развитии человека за 1996 год / ПРООН. Нью-Йорк; Оксфорд, 1996. 227 с.
7. Капра Ф. Паутина жизни. Новое научное понимание живых систем / Пер. с англ. под ред. В. Г. Трилиса. М.: ИД «София», 2003. 336 с.
8. Моллисон Б., Слей Р. Введение в пермакультуру. 2011. 218 с.
9. Наше общее будущее: Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию, 1987 г. М.: Прогресс, 1989. 374 с.

⁸ С целью повышения качества обучения, развития научной и производственной составляющей, с 22 ноября 2010 года действует Соглашение о сотрудничестве между Ярославским государственным техническим университетом и Научно-исследовательским проектным Институтом «Кадастр», выполняющим прикладные исследования и проектные разработки в области устойчивого развития. Более подробную информацию см. на сайте Института «Кадастр» – <http://nipik.ru/activities/the-promotion-of-education/yaroslavl-state-technical-university/>

10. Одум Е. Экология / Пер. с англ. В. В. Алпатова. М.: Просвещение, 1968. 168 с.
11. Оценка экосистем на пороге тысячелетия: Доклад международной программы / Группа экспертов по оценке экосистем на пороге тысячелетия. 2005. 138 с.
12. Повестка дня на 21 век, глава 36 «Содействие просвещению, информированию населения и подготовке кадров»: Конференция ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро. Нью-Йорк: ООН, 1992.
13. Философия науки: словарь основных терминов. М.: Академический Проект, 2004. 320 с.
14. Фоменко Г.А. «Зеленая» экономика как выход из глобального финансового и экономического кризиса // Формирование и реализация экологической политики на региональном уровне: материалы 5 научно-практической конференции (8-9 декабря 2011 г.). В 2 ч. Ч. 2 / науч. ред. А.Г. Гушин. Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2011. С. 3-8.
15. Яблоков А.В., Левченко В.Ф., Керженцев А.С. Преодолимы ли трудности перехода антропосферы в ноосферу // Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера». 2016. Т. 8. № 3. С. 247-257.
16. Alberti M. *Advances in urban ecology: integrating humans and ecological processes in urban ecosystems*. Seattle, WA: Springer Science Business Media, 2008. 366 p.
17. Bergen S.D. et al. *Design Principles for Ecological Engineering* // *Ecological Engineering*. 2001. № 18. Pp. 201-210.
18. Costanza R., dArge R., de Groot R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital // *Nature*. 1997. №387. Pp. 253-260.
19. Daly H. Economics in a full world // *Scientific American*. 2005. September. pp. 100-107.
20. *Ecosystems and human wellbeing. Synthesis report / Millennium Ecosystem Assessment*. Washington: Island Press, DC, 2005. 137 p.
21. Matlock M.D., Morgan R.A. Ecological engineering design: restoring and ecosystem services preservation. 2011. 339 p.
22. Mitsch W.J., Jorgensen S.E. Ecological engineering: A field whose time has come // *Ecological Engineering*. 2003. № 20 (5). Pp. 363-377.
23. Mitsch W.J., Jorgensen S.E. *Introduction to Ecological Engineering* // *Ecological Engineering: An Introduction to Ecotechnology*. New York: John Wiley & Sons, 1989. Pp. 3-12.
24. Odum H.T. Self organization, transformity, and information // *Science*. 1988. № 242. Pp. 1132-1139.
25. Technical report by the Bureau of the United Nations Statistical Commission (UNSC) on the process of the development of an indicator framework for the goals and targets of the post-2015 development agenda (Working draft) Sustainable Development Knowledge Platform. United Nations (19 March 2015). 44 p.
26. *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication / UNEP*. 2011. URL: <http://www.unep.org/greeneconomy> (дата обращения 02.10.2018).
27. Von Weizsaecker E., Wijkman A. *Come On! Capitalism, Short-termism, Population and the Destruction of the Planet*. Springer, 2018. 220 p.

Данные об авторе:

Фоменко Георгий Анатольевич, доктор географических наук, профессор, научный руководитель магистратуры «Природообустройство и водопользование» ЯрГТУ. Председатель Правления НИПИ «Кадастр».

E-mail: info@nipik.ru

Научно-исследовательский проектный институт «Кадастр»

Ярославский государственный технический университет

ул. Розы Люксембург, д. 22, Ярославль, 150043, Россия

Data about the author:

Fomenko Georgy Anatolievich, Doctor of Geographic Sciences, Professor, Scientific Director of the Master Programme "Environmental Management and Water Use". Research and Designing Institute "Cadaster", Chairman of the Board.

Research and Designing Institute "Cadaster"

Yaroslavl State Technical University

Rosa Luxemburg Street, 22, Yaroslavl, 150043, Russia

Рецензент:

Жарницкий В.Я., доктор тех. наук, заведующий кафедрой оснований и фундаментов, строительства и экспертизы объектов недвижимости РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.