

УДК 330.3; 332.1; 338.2

ЕРЗНКЯН БАГРАТ АЙКОВИЧ
д.э.н., профессор, главный научный сотрудник, руководитель лаборатории ФГБУН «Центральный
экономико-математический институт РАН»,
e-mail: yerz@cemi.rssi.ru, lvova1955@mail.ru

ФОНТАНА КАРИНЭ АРКАДЬЕВНА
к.э.н., старший научный сотрудник ФГБУН
«Центральный экономико-математический институт РАН»,
e-mail: fontana@mail.ru

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ИННОВАЦИОННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В ГОРОДСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Аннотация. *Предметом исследования* является инновационное водоснабжение в городском хозяйстве на основе применения новейших технологий и повторном использовании водных ресурсов, в частности, городских стоков. **Цель исследования:** разработка принципов и подходов к инновационному водоснабжению в городском хозяйстве с акцентом на его технологических и институциональных аспектах. **Метод или методология:** используются аналитические и логические методы; методология исследования базируется на положениях общей теории систем, теории длинных волн и институциональной экономики. **Результаты работы:** выявлено, что практика повторного использования водных ресурсов (одно из направлений циркулярной экономики для воды) варьируется в зависимости от социально-экономических обстоятельств, эколого-климатических условий, культурных и религиозных предпочтений, существующего законодательства, участия в международных проектах, а также политической готовности к рассмотрению и реализации подобных проектов. **Область применения результатов:** могут быть использованы исполнительными структурами городского хозяйства при управлении городским водохозяйственным комплексом и другими органами государственной власти и органами местного самоуправления; в научных исследованиях, связанных с водообеспечением и водоотведением, решением экологических проблем. **Выводы:** 1) выявлены проблемы, препятствующие устойчивому развитию хозяйства российских городов в сфере водоснабжения; 2) охарактеризованы особенности инновационного водоснабжения и обоснована целесообразность его применения в городском хозяйстве; 3) разработаны предложения по институциональному обеспечению повторного использования водных ресурсов и совершенствованию политики городских (муниципальных) органов власти в направлении циркулярной экономики, устойчивого развития городского ВКХ и внедрения инновационных практик водоснабжения. **Ключевые слова:** инновационное водоснабжение, повторное использование воды, городское хозяйство, устойчивое развитие, технологии, институты, циркулярная экономика.

YERZNKYAN BAGRAT HAYKOVICH

Doctor of Economic Sciences, Professor, Chief Research Associate,
Head of the Laboratory of FSBS "Central Economic-Mathematical Institute of the RAS",
e-mail: yerz@cemi.rssi.ru, lvova1955@mail.ru

FONTANA KARINE ARKADIEVNA

Candidate of Economic Sciences, Senior Research Associate of FSBS
"Central Economic-Mathematical Institute of the RAS",
e-mail: fontana@mail.ru

TECHNOLOGICAL AND INSTITUTIONAL ASPECTS OF INNOVATIVE WATER SUPPLY IN CITY ECONOMY

Abstract. *The subject of the study* is innovative water supply in city economy based on applying the newest technologies and repeat use of water resources, in particular, of city drainage. **The goal of the study:** developing principles and approaches for innovative water supply in city econo-

*my stressing its technological and institutional aspects. **The method or methodology:** we have used analytical and logical methods; the methodology of the study is based on provisions of the general theory of systems, the theory of long waves and institutional economy. **The results of the study:** it has been found that the practice of repeat use of water resources (one of the areas of focus of circular economy for water) varies depending on social-economic circumstances, environmental-climatic conditions, cultural and religious preferences, existing legislation, participating in international projects, as well as political preparedness to discuss and implement such projects. **The area of application of the results:** the results may be used by the executive structures of city economy when managing city water economic complex, as well as by other governmental authorities and self-governance authorities; in scientific studies connected with water supply and water drainage, solving environmental problems. **The conclusions:** 1) we have found the problems that impede sustainable development of the economy of Russian cities in the sphere of water supply; 2) we have characterized the typical features of innovative water supply and we have substantiated the practicability of its use in the city economy; 3) we have developed suggestions for institutional supply of repeat use of water resources and improving the policy of city (municipal) governmental authorities towards circular economy, sustainable development of city wastewater disposal organization and implementing innovative practices of water supply.*

Keywords: Innovative water supply, repeat use of water, city economy, sustainable development, technologies, institutes, circular economy.

Введение. Устойчивое развитие городского хозяйства в сфере водоснабжения предполагает повторное использование (ПИ) очищенных сточных вод (ОСВ), которое, в свою очередь, является «одним из важным направлением циркулярной экономики»¹. Подобные практики уже не одно десятилетие применяются в индустриально развитых странах мира, но в России сталкиваются с рядом трудностей. Среди них: отсутствие стимулов к внедрению инновационных технологий и методов водоснабжения; не адекватное региональным условиям и технологическим решениям; институциональное обеспечение ПИ сточных вод; слабая увязка проводимой городскими (муниципальными) органами власти политики с существом конкретных проблем ПИ и др.

Целью настоящего исследования является разработка принципов и подходов по инновационному водоснабжению в городском хозяйстве.

Понятие инновационного водоснабжения. Под инновационным водоснабжением будем понимать снабжение водой населения и промышленности городов с использованием новейших достижений в области экономики знаний, имеющей отношение к устойчивому развитию городского хозяйства (ГХ). Требования к такому водоснабжению должны исходить из необходимости учета, по меньшей мере, двух составляющих – технологической и институциональной. К первой относятся все те технологические решения, касающиеся, в особенности, новых технологических укладов, которые могут найти применение в системе управления ГХ, ко второму – все те правила, нормативы, стандарты, нормы и пр., без которых не может обойтись реализация технологических решений.

Взаимосвязанное рассмотрение указанных составляющих устойчивого развития не только системы городского водоснабжения, но и любой отрасли или региона и экономики в целом характерно для понимания логики длинноволновой динамики социально-экономического развития и последовательной, но не линейной смены технологических и ассоциируемых с ними технологических укладов.

Ключевую роль эти уклады – вначале только технологические, а впоследствии и институциональные – играют в концепции научно-технического прогресса (НТП) Д.С. Львова и С.Ю. Глазьева, для которых НТП выступает динамическим, неравномерным, с высокой степенью неопределенности процессом структурных изменений, а технологические уклады – целостными самовоспроизводящимися, структурно-технологическими единицами [1]. Суть логики прогресса такова: вначале возникает уникальная технология, становящаяся с течением времени доступной для других, затем растущее ее применение (коммерциализация) приводит к потере

¹ Приветственное слово специального представителя президента РФ по вопросам природоохранной деятельности, экологии и транспорта Иванова С.Б. участникам II Всероссийского водного конгресса «Россия на мировом рынке воды: конкурентоспособность, компетенции, инновации», Москва, 5.06-07.06.2018 г.

своей уникальности. Все это сопровождается возникновением сопряженных производств, связанных однотипными технологическими цепями, которые и образуют новый технологический уклад.

В соответствии с методологически подобной описанной концепции технологического развития технико-экономической парадигмой Карлоты Перес новый технологический уклад вместе со своим институциональным обрамлением возникает на первой и крепнет на второй фазе развития, при этом первые две фазы знаменуют собой период становления, третья и четвертая – период развертывания [2].

Об этих периодах можно говорить в понятиях пульсаций, что и делает В.Е. Дементьев: первая сопровождается широким применением принципиально новых технологий как улучшающих, а вторая – сменой базисных технологий и созданием новых технологических совокупностей на основе кластеров инноваций [3, с. 60]. В его трактовке развития особое место отводится сетевым эффектам, воздействие которых на обновление продуктов и технологий может в общем случае быть как прямым, так и косвенным, как положительным, так и отрицательным. Существенное значение имеет при этом понятие критической массы покупателей – «количества участников сети, после которого начинается самопроизвольный ее рост без дополнительных стимулов для участников» [3, с. 61].

Технологические и институциональные аспекты. Применительно к инновационному водоснабжению примером реализации технологической составляющей может послужить поиск решений по выбору новейших технологий по повторной и циклической очистке воды, совершенствованию технологий до уровня, когда процесс очистки станет более эффективным и менее затратным по сравнению с первоначальными системами очистки, модернизации технологий по переработке воды и т. п.

Примером реализации институциональной составляющей выступает – помимо совершенствования нормативно-правовых актов и в целом формальных институтов макроэкономического уровня – институциональный выбор на уровне контрагентов, под которым понимается поиск механизмов осуществления трансакций между предприятиями и организациями – участниками городской системы водоснабжения, вовлеченными в водный цикл. Перед потенциальными контрагентами может встать вопрос, на какой основе вступать им во взаимоотношения: если на основе формальных институтов, то понадобятся соответствующие контракты, обладающие юридической силой, если неформальных – необходимости в обращении к формальным контрактам не будет, вместо них более целесообразным может оказаться неформальный механизм доверительных отношений [4, с. 56]. В ситуации когда оба механизма – формальный и неформальный – будут применены одновременно, они могут – в общем случае – усилить друг друга, ослабить либо остаться, с точки зрения исхода трансакции, нейтральными. Здесь мы имеем дело с проблемой институционального усиления / подкрепления с различными возможными исходами [5].

Обе эти составляющие устойчивого развития должны претворяться в жизнь при соблюдении экологической, культурной, исторической, экономической, социальной и иных условий – предпосылок успешности устойчивого развития городского водохозяйственного комплекса, в т. ч. в направлении циркулярной экономики. Об этом свидетельствует практика использования, в т. ч. инновационного, воды, которая варьируется в зависимости от социально-экономических обстоятельств, эколого-климатических условий, культурных и религиозных предпочтений, институциональных условий в форме существующего законодательства и неформальных норм водоснабжения, участия в международных проектах и пр., а также политической готовности к рассмотрению и реализации подобных проектов.

В 2011 г. 7 млрд м³/год муниципальных очищенных сточных вод было повторно использовано во всем мире. По оценкам «Global Water Intelligence», рынок ПИ во всем мире находится в фазе расширения и, скорее всего, опередит опреснение. Прогнозируется, что к 2030 г. ПИ ОСВ составит 26 млрд м³/год от общего потребления воды². В ЕС на сегодняшний день объем использования ОСВ составляет порядка 1,1 млрд м³/год. Исследование, проведенное Еврокомиссией по оценке воздействия сточных вод, основанное на «Модели AQUAREC»³ по 5 странам

² Global Water Intelligence, 2015, Summary of Vol I.

³ «Модель AQUAREC Integrated concepts for reuse of upgraded wastewater» была профинансирована в рамках программы EK Fifth Framework Programme, 2003–2006 гг.

ЕС (Италия, Германия, Франция, Португалия, Греция), показало, что к 2025 г. потенциал ПИ ОСВ, при наличии более сильных финансовых и политических стимулов, может достигнуть 6 млрд м³/год (рис.1), а в рамках базового сценария (при минимальном вмешательстве правительства) – не более 1,7 млрд м³/год [6].

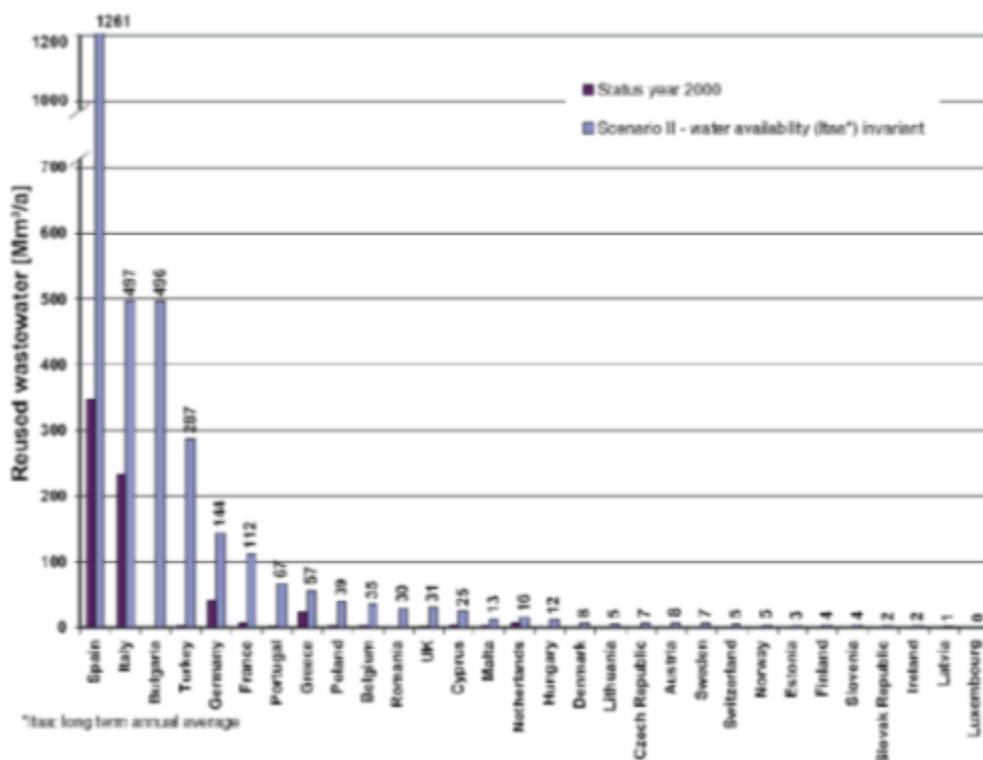


Рис. 1. Оценка потенциала ПИ ОСВ в европейских странах (результаты «AQUAREC» сопоставимы с оценками «Biotechnology Innovation Organization»)

Городская политика в области водоснабжения. Необходимость в ориентированном на инновации устойчивом развитии городов предъявляет помимо прочего повышенные требования к совершенствованию городской политики в области водоснабжения – в особенности в плане ПИ ОСВ. Объясняется это тем, что водопотребление сверх всякой меры, равно как и безрассудный сброс городских (муниципальных) и промышленных отходов, неизбежно приводит к кризисному состоянию, ощущаемому многими крупными городами мира. При этом, как отмечалось в Дублинском заявлении, принятом на Международной конференции 1992 г., посвященной вопросам воды и окружающей среды, рост населения городов «ведет к сокращению запасов воды и увеличению загрязнения окружающей среды из-за истощения и деградации природных водных источников, вызванных расточительством прошлых лет» [7].

Такая установка на ПИ ОСВ, выработанная мировым научно-экспертным сообществом с целью обеспечения населения городов водой и создания условий для долгосрочного экономического развития, поставила перед ним ряд проблем, касающихся способов, методов, механизмов повторного водоснабжения [4, с. 55].

Актуальность данной проблемы в отношении конкретных городов неоднозначна, и она осложняется еще и тем, что нет единого подхода к ее решению.

Понятие ПИ будем относить к производству воды через процессы ее очистки и подлежащей надлежащей (адекватной) обработке [4]. Вне зависимости от выбранного подхода в настоящее время получила распространение точка зрения, согласно которой одним из наиболее быстро развивающихся и приоритетных направлений при управлении водными ресурсами (ВР) и в то же время одним из основных элементов устойчивого управления городским водным циклом становится ПИ воды, в т. ч. ОСВ. Устойчивость понимается в широком смысле, включая экологическую составляющую, что в данном контексте означает инкорпорирование в стратегию развития ГХ «экологических требований в качестве важнейшей ее органической

составляющей – возможно, наряду с требованиями иного рода – социально-экономическими, технологическими, культурно-историческими и пр.» [8, с. 6]. По сути дела, речь идет о применении на практике экологического императива академика Н.Н. Моисеева для обеспечения желаемого состояния общества «в данных конкретных природных условиях» [9, с. 186]. Важно подчеркнуть, что применительно к ГХ она «выступает не в качестве не зависящего от человека ограничителя развития, как это было или считалось ранее, а как ограничитель, требования к которому задаются человеком (обществом, цивилизацией)» [10, с. 18].

Представляет интерес сопоставление некоторых подходов, применяющихся на практике за рубежом и у нас в стране. Так, страны Южного Средиземноморья и Ближнего Востока используют опыт опреснения морской воды, чреватый значительными негативными побочными эффектами: в большинстве случаев этот процесс сопровождается засолением почвы, ее опустыниванием и увеличением количества так называемых неустойчивых земель.

В Турции реализуется гигантский гидроэнергетический проект (в рамках развития юго-восточной Анатолии), в который входят 22 плотины и 19 электростанций. Последствия его реализации пока еще не ясны, и трудно предвидеть, как она отразится на экологии региона, включая территории Сирии и Ирака, расположенные ниже по течению Евфрата и Тигра.

Китай для решения проблемы водоснабжения строит гидроэлектростанцию «Три Ущелья» – проект, не имеющий по своим масштабам аналогов в мире. К моменту завершения работ на север Китая ежегодно будет поступать по 44,8 млрд куб. м воды. Этот проект реализуется, несмотря на его критику со стороны международных экологических организаций. По мнению экспертов-экологов, это строительство может привести к заиливанию и загрязнению реки Янцзы выше по течению.

Также отметим, что в практике европейских стран к источнику воды, подлежащей повторному использованию, принято относить только сточные воды, отраженные в «Директиве по очистке городских сточных вод» 91/271/ЕЕС [11].

В России возрождается идея «поворота» отечественных рек, негативные последствия которого далеко превосходят связанные с ним позитивные результаты. В рамках осуществления этой идеи предлагается прорыть канал длиной 2550 км и шириной 200 м от Ханты-Мансийска до Узбекистана через Казахстан, чтобы поставлять в Среднюю Азию 27–30 куб. м воды (7% годового стока Оби). Согласно проекту, для передачи воды по пересеченной местности потребуется сооружение 8 насосных станций с годовым потреблением электроэнергии 10,2 млрд кВт·ч.

Существуют также проекты использования антарктических запасов пресной воды путем превращения айсбергов в ледяную крошку и затем ее транспортировку грузовыми судами. Полученная таким способом чистая вода может стоить почти 30 центов за литр (опреснение обходится почти в 100 раз дешевле).

Стратегические наработки предприятий и организаций, вовлеченных в ПИ городских сточных вод, являя пример реализации инновационной политики управления ГХ, представляют несомненный интерес для нашей страны, учитывая серьезные экологические проблемы, с которыми сталкиваются органы местного самоуправления в российских городах. В их числе: снижение внимания органов местной власти к экологическим проблемам подведомственных территорий; сокращение площадей озеленённых территорий; снижение требований к соблюдению норм экологического законодательства; неудовлетворительная ситуация в сфере уборки и утилизации твёрдых бытовых отходов и пр. [12].

Такие проекты должны предусматривать: выработку стандартов и требований к качеству ОСВ; определение сфер использования; оценку потребностей и возможностей; совместную работу учреждений и организаций; осуществление строгого контроля; экономический и финансовый анализ; наращивание потенциала; проведение исследований; международное сотрудничество [13].

Главное в инновационных проектах занимают вопросы социально-экономической, институционально-технологической, экологической направленности; защита общественного здоровья; обеспечение строгих стандартов качества и использование соответствующих технологий для очистки городских сточных вод; общественное признание [14].

Реализация инновационных проектов должна быть нацелена на смягчение существующего

Литература

1. Львов, Д. С., Глазьев, С. Ю. Теоретические и прикладные аспекты управления научно-техническим прогрессом // *Экономика и математические методы*. 1987. Т. 23. Вып. 5. С. 793–804.
2. Перес, К. Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания. – М. : Изд-во «Дело» АНХ, 2011.
3. Дементьев, В. Е. Факторы цикличности радикальных инноваций // *Эволюция экономической теории : воспроизводство, технологии, институты*. – СПб. : Алетейя, 2015. С. 55–65.
4. Ерзнкян, Б. А., Фонтана, К. А. Стратегические проблемы устойчивого развития городских систем водоснабжения // *Стратегическое планирование и развитие предприятий [Электронный ресурс] : материалы Девятнадцатого всероссийского симпозиума, Москва, 10-11 апреля 2018 г. ; под ред. чл.-корр. РАН Г.Б. Клейнера*. – М. : ЦЭМИ РАН, 2018. С.55–57.
5. Ерзнкян, Б. А. Институциональное усиление : три типа отношений // *Журнал институциональных исследований*. 2017. Т. 9. №1. С. 27–38.
6. BIO. *Optimizing water reuse in the EU. Final report - Part I. EC/DG-ENV, 116 // Paris: Bio by Deloitte*. – Paris, France, 2015.
7. *The Dublin Statement on Water and Sustainable Development // International Conference on Water and the Environment. Dublin, Ireland (1992): [Электронный ресурс]*. – URL : <http://www.gdrc.org> (дата обращения: 12.01.2018).
8. Ерзнкян, Б. А., Фонтана, К. А., Фонтана, К. Автоматические системы полива в экологически устойчивом развитии городского хозяйства // *Montenegrin Journal of Ecology*. 2018. Vol. 5. Nos. 1-2. P. 5–12.
9. Моисеев, Н. Н. Судьба цивилизации. Путь разума. – М. : МНЭПУ, 1998.
10. *Urban Waste Water Treatment Directive (UWWTD) 91/271/EEC of the Council of 21 May 1991 Concerning Urban Waste Water Treatment. Official Journal. L 135/40, 30 May 1991 [Электронный ресурс]*. – URL : http://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/index_en.html (дата обращения: 05.04.2018).
11. Ерзнкян, Б. А. Экологический императив : утопия или необходимость? // *Montenegrin Journal of Ecology*. 2014. Vol. 1. No. 2. P. 17–24.
12. Ерзнкян, Б. А., Фонтана, К. А. Стратегические наработки в инновационном управлении использованием очищенных городских сточных вод: зарубежный опыт // *Стратегическое планирование и развитие предприятий [Электронный ресурс] : материалы Девятнадцатого всероссийского симпозиума, Москва, 10-11 апреля 2018 г. ; под ред. чл.-корр. РАН Г.Б. Клейнера*. – М. : ЦЭМИ РАН, 2018. С. 412–415.
13. Фонтана, К. А. Сокращение водных ресурсов : использование вторичных вод для орошения // *Системное моделирование социально-экономических процессов : труды 39-й международной научной школы-семинара, г. Санкт Петербург, 30 сентября – 6 октября 2016 г. ; под ред. д-ра экон. наук В.Г. Гребенникова, д-ра экон. наук И.Н. Щепиной*. – Воронеж : Воронежский государственный педагогический университет, 2016. С.214–217.
14. Asano, A., Bahri, A. Global challenges to wastewater reclamation and reuse // *J. Lundqvist (ed.) // Selections from the 2010 World Water Week in Stockholm, 2010. P. 64–72 [Электронный ресурс]*. – URL : www.worldwaterweek.org/onthewaterfront (дата обращения: 01.02.2018).
15. Фонтана, К. А. Вторичное использование очищенных городских сточных вод в сфере управления водными ресурсами и устойчивого развития систем водоснабжения // *Теория и практика институциональных преобразований в России : сб. научных трудов ; под ред. Б.А. Ерзнкяна. Вып. 39*. – М. : ЦЭМИ РАН, 2017. С. 138–144.
16. Asano, T., Levine, A. *Wastewater Reclamation, Recycling and Reuse: Past, Present and Future // Water-Science and Technology*. 1996. Vol. 33. Nos. 10-11. P. 1–14.
17. Fontana, K. A., Fontana, C. *Wastewater use: a new opportunity for the green economy : General overview // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2016. № 3 (86). Ч. II. С.8–11.

References:

1. Lvov, D. S., Glaziev, S. Yu. *Theoretical and application aspects of managing the scientific-technological progress // Economics and Mathematic Methods*. 1987. Vol. 23. Issue 5. P. 793–804.
2. Perez, C. *Technological Revolutions and Financial Capital. The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. – Moscow : Delo, 2011.
3. Dementyev, E. V. *Factors of cyclicity of radical innovations. The Evolution of Economic Theory : Economic Reproduction, Technology, Institutions*. – Saint-Petersburg : Aletheia, 2015. P. 14–46.
4. Yerznkyan, B. H., Fontana, K. A. *Strategic Problems of Sustainable Development of Urban Water Supply Systems // Strategic Planning and Enterprise Development [Electronic resource] : Proceedings of the Nineteenth All-Russian Symposium, Moscow, April 10-11, 2018 ; ed. G.B. Kleiner*. – Moscow : CEMI RAS, 2018. P. 55–57.
5. Yerznkyan, B. H. *Institutional reinforcement: three types of relationships // Journal of Institutional Studies*. 2017. Vol. 9. No. 1. P. 27–38.
6. BIO. *Optimizing water reuse in the EU. Final report – Part I. EC/DG-ENV, 116 // Paris: Bio by Deloitte*. – Paris, France, 2015.
7. *The Dublin Statement on Water and Sustainable Development // International Conference on Water and the Environment. Dublin, Ireland, 1992 [Electronic Resource]*. –URL : <http://www.gdrc.org> (access date: 12.01.2018).
8. Yerznkyan, B. H., Fontana, K. A., Fontana, K. *Automatic irrigation systems in environmentally sustainable urban development // Montenegrin Journal of Ecology*. 2018. Vol. 5. Nos. 1-2. P. 5–12.

9. Moiseev, N. N. *The fate of civilization. The path of the mind.* – Moscow : , 1998.
10. *Urban Waste Water Treatment Directive (UWWTD) 91/271/EEC of the Council of 21 May 1991 Concerning Urban Waste Water Treatment. Official Journal. L 135/40, 30 May 1991 [Electronic Resource].* – URL : http://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/index_en.html (access date: 05.04.2018).
11. Yerznkyan, B. H. *Ecological imperative: Utopia or necessity?* // *Montenegrin Journal of Ecology.* 2014. Vol. 1. No. 2. P. 17–24.
12. Yerznkyan, B. H., Fontana, K. A. *Strategic achievements in innovative management of treated urban wastewater: foreign experience* // *Strategic planning and enterprise development [Electronic resource] : materials of the Nineteenth All-Russian Symposium, Moscow, April 10-11, 2018 ; ed. G.B. Kleiner.* – Moscow : CEMI RAS, 2018. P. 412–415.
13. Fontana, K. A. *Reduction of water resources : use of secondary waters for irrigation* // *System modeling of socio-economic processes : proceedings of the 39th international scientific school-seminar, St. Petersburg, September 30 – October 6, 2016 ; eds. V.G. Grebennikov, I.N. Shchepina.* – Voronezh : Voronezh State Pedagogical University, 2016. P. 214–217.
14. Asano, A., Bahri, A. *Global challenges to wastewater reclamation and reuse* // J. Lundqvist (ed.) // *Selections from the 2010 World Water Week in Stockholm.* 2010. P. 64–72. [Electronic resource]. – URL : www.worldwaterweek.org/onthewaterfront (access date: 01.02.2018).
15. Fontana, K. A. *Secondary use of treated urban wastewater in the field of water resources management and sustainable development of water supply systems : Theory and Practice of Institutional Transformations in Russia ; ed. B. H. Yerznkyan.* – Moscow : CEMI RAN [CEMI RAS. 2017. Issue 39. P. 138–144.
16. Asano, T., Levine, A. *Wastewater Reclamation, Recycling and Reuse : Past, Present and Future* // *Water-Science and Technology.* 1996. Vol. 33. Nos. 10-11. P. 1–14.
17. Fontana, K. A., Fontana, C. *Wastewater use : a new opportunity for the green economy : General overview* // *Actual problems of humanitarian and natural sciences.* 2016. No. 3 (86). Part I.I. P. 8–11.