

# Гидротехнические методы и геоэкологические аспекты создания искусственных земельных участков и искусственных островов из строительных отходов

Суздалева А. Л.<sup>1</sup>, доктор биол. наук, профессор (НИУ МГСУ)

Перспективным направлением гидротехнического строительства является создание искусственных земельных участков и искусственных островов с использованием строительных отходов. При реализации этих проектов необходимо минимизировать возможные негативные экологические последствия. С этой целью предлагается разрабатывать проекты искусственных земельных участков и искусственных островов в виде управляемых природно-технических систем, функционирование которых позволяет контролировать и улучшать состояние окружающей среды.

**Ключевые слова:** искусственные земельные участки, искусственные острова, строительные отходы, гидротехнические методы, геоэкологические аспекты.

## Hydrotechnical methods and geoeological aspects of creating artificial land and artificial islands from building waste

Suzdaleva A. L.<sup>1</sup>, Doctor of Biological Science, Professor  
(National Research Moscow State University of Civil Engineering)

A promising area of hydraulic engineering is the creation of artificial land and artificial islands using construction waste. When implementing these projects, it is necessary to minimize possible negative environmental consequences. To this end, it is proposed to develop projects of artificial land and artificial islands in the form of controlled natural and technical systems, the operation of which allows to control and improve the environment.

**Keywords:** artificial land plots, artificial islands, construction waste, hydraulic engineering methods, geoeological aspects.

В 2015 г. в мире ежегодно образовывалось более 1 млрд. т строительных отходов [1]. По оценкам международной организации “Transparency Market Research” к 2025 г. их объём удвоится и достигнет 2,2 млрд. т в год. Проблема утилизации строительных отходов приобретает всё большую актуальность. В качестве одного из решений часто практикуется их использование для создания на мелководьях, преимущественно морских, искусственных земельных участков (ИЗУ) и искусственных островов (ИО). Различие между ними заключается в том, что первые из них на значительном протяжении примыкают к береговой линии, а вторые отделены от неё, хотя могут соединяться с берегом транспортными коммуникациями. В большинстве случаев основные работы по их созданию можно рассматривать как одну из форм гидротехнического строительства.

Использование строительных отходов для создания ИЗУ и ИО позволяет одновременно решать две важные задачи, порождаемые развитием нашей цивилизации, — утилизировать огромные массы отходов и расширять среду, пригодную для жизни и деятельности человека, в условиях непрерывного роста народонаселения. Предполагается, что к 2030 г. до 12,5 млн. км<sup>2</sup> естественной среды будет

заменено искусственными территориями [2]. Эта деятельность, как и другие способы возведения ИЗУ и ИО, невозможна без решения ряда сопутствующих проблем. Из них на современном этапе основное внимание уделяется правовому статусу новых участков суши, а также геополитическому значению предпринятых действий [3]. Эти вопросы нередко становятся причиной возникновения острых внутри- и межгосударственных противоречий, способных перерасти в конфликтные ситуации, и в данный момент являются наиболее актуальными. Проблемы, обусловленные крупномасштабной трансформацией окружающей среды, т.е. геоэкологические аспекты подобной деятельности, хотя и декларируются как весьма важные, но на практике нередко рассматриваются как второстепенные. Вместе с тем в долгосрочной перспективе именно они станут наиболее значимыми. Политические разногласия и хозяйственные споры могут быть в любой момент урегулированы путём достижения компромиссных соглашений. Борьба с процессами, вызывающими крупномасштабную деградацию окружающей среды, требует более длительных усилий и нередко не способна в полной мере восполнить нанесённый ущерб.

В настоящее время многие специалисты в области экологии относятся к возведению ИЗУ и ИО как к “необходимому злу”, которое обусловлено невозможностью решить социальные или демографи-

<sup>1</sup> SuzdalevaAL@yandex.ru

ческие проблемы иным путём [2]. Их внимание концентрируется на сопутствующих негативных явлениях. В реальности геоэкологические аспекты носят более сложный характер. Возведение любого гидротехнического сооружения данной категории — это создание нового участка окружающей среды, в большинстве случаев впоследствии используемой как место обитания человека и других организмов. В связи с этим основной целью статьи является анализ и систематизация комплекса всех процессов и явлений, обусловленных использованием строительных отходов при создании ИЗУ и ИО, включая оценку позитивных изменений окружающей среды. Подобный всесторонний и непредвзятый подход способствует выработке междисциплинарных инновационных методов комплексного решения гидротехнических и геоэкологических проблем.

### **Состав отходов и продукты их переработки.**

Основную массу строительных отходов составляют так называемые отходы строительства и сноса (construction and demolition waste (C&D)). Данный термин широко используется специалистами различных стран [4, 5, 6, ]. В российской нормативной базе его определение приводится в ГОСТ Р 57678 – 2017 “Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Ликвидация строительных отходов”, пункт 3.3: “... отходы от сноса, разборки, реконструкции, ремонта или строительства зданий, сооружений, инженерных коммуникаций и промышленных объектов, объединённые в единую группу”.

Состав этих отходов, с одной стороны, достаточно разнообразен, а с другой — в основном состоит из одних и тех же компонентов, что открывает возможность для унификации процессов их переработки и вторичного использования. Большинство специалистов в качестве главного компонента строительных отходов рассматривают лом, а также фрагменты бетонных и железобетонных конструкций [8, 9]. Вместе с тем, если рассматривать отходы строительства и сноса в соответствии с их официальным определением, в них следует также включить грунт, образующийся в ходе землеройных работ и требующий вывоза [10]. В этом случае соотношение компонентов строительных отходов будет принципиально иным. Так, доля грунта при строительстве зданий и сооружений в 2012 г. в Санкт-Петербурге достигала 88 %, во много раз превосходя долю бетонных и железобетонных отходов, которая хотя и занимала по количеству второе место, но составляла всего 4 %.

Помимо вывозимого грунта и бетона (железобетона) в составе отходов строительства и сноса в значительных количествах присутствуют кирпич, асфальтобетон, стекло, керамика, древесина, строительный мусор [11, 12, 13, 14]. По Федеральному

классификационному каталогу отходов (ФККО) все они относятся к IV – V классам опасности (согласно ГОСТ Р 53691-2009 “Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Паспорт отхода I – IV класса опасности. Основные требования”, пункт 3.7: IV класс — малоопасные отходы; V класс — практически неопасные отходы) [10, 15]. Диапазон фракционного состава этих продуктов весьма значителен — от фрагментов железобетонных конструкций размером несколько метров до мелкодисперсных фракций грунта и строительного мусора с частицами микроскопических размеров. В качестве материала для создания ИЗУ и ИО из можно использовать как непосредственно, так и после предварительной обработки [8, 16].

В зависимости от специфики применяемых методов возведения ИЗУ и ИО обработка строительных отходов может осуществляться в форме:

- сортировки;
- дробления крупноразмерных компонентов и их фракционирования;
- прессования мелкофракционных фракций;
- изготовления пульпы, пригодной для транспортировки по трубопроводам;
- изготовления новых бетонных (железобетонных) и иных конструкций, в том числе строительных модулей, габионов, массивов-гигантов и др.

Следует отметить, что производство материалов и изделий из строительных отходов нередко экономически более выгодно, чем их изготовление из первичного сырья. Например, энергозатраты при добыче природного щебня в 8 раз выше, чем при получении щебня из утилизируемых строительных материалов, а себестоимость бетона при включении в его состав вторичного щебня снижается на 25 % [17].

**Методы гидротехнического строительства, применяемые при создании искусственных земельных участков и искусственных островов.** Структура ИЗУ и ИО включает следующие основные элементы:

*основание* — площадка на дне водного объекта, где размещается материал, из которого создается сооружение. В ряде случаев проводятся специальные работы по его подготовке: изменение подводного рельефа, очистка от наносов и др.;

*тело* — основная масса сооружения, состоящая из материалов, перемещённых на этот участок обычно путём отсыпки с берега или намыва подводных грунтов с других участков дна. Отдельную категорию представляют тела ИЗУ и ИО, которые можно обозначить как “структурированные”. Они образованы из нескольких слоёв, различных по своим свойствам, или формируются из специально изготовленных модулей или блоков. Надводная часть тела используется для строительства жилых

зданий, дорог, рекреационных, производственных и военных объектов;

*ограждение* — барьер из конструкций, препятствующий абразивному разрушению тела. Оно может представлять собой стену, откос или подводные террасы. На основе конструкций ограждения или в едином с ними конструктивно-компоновочном комплексе могут создаваться портовые сооружения, хозяйства аквакультуры, искусственные рифы и др.

В настоящее время существуют различные способы возведения ИЗУ и ИО [18, 19]. Строительные отходы и продукты их переработки могут использоваться в большинстве из них. Наиболее традиционным и весьма распространённым можно считать способ, заключающийся в отсыпке материала с автотранспортных средств на прибрежный или удалённый от берега участок мелководья, без его переработки. Ограждение обычно возводится после формирования основной части тела. Данный метод можно обозначить как *дампинговый*. Его использование всегда сопряжено с наиболее сильным негативным воздействием на окружающую среду, прежде всего её интенсивным механическим загрязнением, т.е. поступлением в воду большого количества взвеси. Нередко этому сопутствует химическое загрязнение, обусловленное выщелачиванием из строительных отходов различных водорастворимых соединений. Созданные дампинговым способом ИЗУ и ИО в наибольшей степени подвержены разрушительному воздействию абразии и эрозии. Для предотвращения этих процессов по их внешнему периметру возводятся берегоукрепительные сооружения, а на создаваемой территории организуется водоотведение поверхностного стока.

Эти обстоятельства способствовали поиску методов без столь значительных недостатков. Одним из них является *терриконный метод*, при котором организуется специальная площадка для приготовления материала (сортировка, дробление и др.) в целях создания ИЗУ или ИО. От неё протягиваются транспортеры, доставляющие этот материал в определённые точки акватории, в которые осуществляется его отсыпка, первоначально формирующая скопления конусовидной формы, сходной с терриконами. Этот способ требует затрат на предварительную переработку строительных отходов, но даёт возможность в большей степени контролировать процесс формирования тел ИЗУ и ИО, ограничить его негативное воздействие на морскую среду. Однако подготовка материала (дробление, перемешивание и тому подобное) может сопровождаться интенсивным загрязнением воздушной среды, а также шумом. Это затрудняет использование данного метода вблизи селитебных территорий, для расширения которых нередко создаются ИЗУ и ИО.

Ещё более технически сложен *вулканический метод*, заключающийся в подаче по трубам на участки дна приготовленных на суше смесей, например, из грунта, образующегося в ходе землеройных работ и мелкогабаритного строительного мусора. Поступающий по трубам материал формирует скопления, нарастающие подобно вулканам, кратеры которых образуются из изливающихся снизу потоков лавы. Интенсивность химического и механического загрязнения воды снижается еще в большей степени. Вместе с тем изготовление смеси, пригодной для транспортировки по трубам, требует переработки исходных материалов. Это неизбежно сопровождается усилением негативного воздействия на окружающую среду на тех участках суши, где производятся эти работы.

При *плотинном методе* формированию тела предшествует создание ограждения по его планируемому периметру из специальных конструкций, в том числе бетонных блоков, габионов и геотуб. При использовании этих технологий участок водного объекта, на котором возводится ИЗУ или ИО, в значительной степени изолирован от прилегающей акватории. Габионы состоят из прочной металлической сетки, заполненной щебнем. Данный метод позволяет также осуществлять террасирование склонов ИЗУ и ИО, приспособив их к выполнению различных задач. Геотубы представляют собой рукава, сшитые из полипропилена и заполненные материалом, способным абсорбировать загрязнители. С течением времени они спрессовываются под действием гравитации, образуя основу внешнего контура. Для создания ограждения можно также использовать технологию массивов-гигантов, представляющих собой пустотелые бетонные короба, доставляемые в места установки на плаву и затем засыпаемые наполнителем, в качестве которого могут использоваться строительные отходы.

*Модульный метод* предполагает создание тел ИЗУ и ИО из специально изготовленных для этой цели конструкций, например в форме бетонных блоков. Укладка подобных модулей на дно не сопровождается значительным повышением мутности вод. Их изготовление осуществляется на специальных предприятиях, которые могут быть удалены от района их установки. Данный метод требует больших затрат, но он может окупиться в ходе дальнейшей эксплуатации создаваемых объектов, которые более устойчивы к разрушительным внешним воздействиям. К данному методу также можно отнести сооружение ИЗУ и ИО из блоков спрессованного строительного мусора.

В ходе реализации одного и того же проекта может применяться несколько методов как на различных участках, так и на различных этапах его выполнения.

**Геоэкологические аспекты и действия по их оптимизации.** Возведение ИЗУ и ИО всегда влечёт крупномасштабное и в большинстве случаев необратимое изменение окружающей среды [2, 20, 21]. Оно, как правило, включает трансформацию геологических, геоморфологических, гидролого-гидрохимических и гидробиологических условий, которые можно рассматривать как соответствующие виды техногенеза окружающей среды [22]. Вместе с тем рассматривать возведение ИЗУ и ИО как деятельность, вызывающую исключительно негативные явления, недальновидно и неконструктивно. Превращение участков водных (главным образом морских) объектов в участки суши представляет собой закономерный и неизбежный аспект развития нашей цивилизации. Уже сейчас ИЗУ и ИО интенсивно создаются во многих странах [23], в том числе и в Российской Федерации [24]. В обозримом будущем количество подобных проектов будет только возрастать. Их реализация имеет не только негативные, но и позитивные экологические аспекты. Непредвзятый анализ всей совокупности этих явлений открывает возможности для экологической оптимизации данного направления гидротехнического строительства, для принятия мер по снижению значимости негативных геоэкологических последствий и повышению роли позитивных [25]. Такая возможность уже реализуется на практике. Многие искусственно создаваемые участки суши характеризуются лучшими экологическими условиями по сравнению с естественными участками, расположенными в том же регионе [26]. Более того, целью создания некоторых ИЗУ и ИО является формирование зон с благоприятными условиями среды. Некоторые из них проектируются как озеленённые территории для размещения туристических объектов, окружённых специально оборудованными местами массового отдыха — резортами [27]. Так, в России разработан проект “Федерация”, который предусматривает строительство ИО площадью 250 га вблизи берегов г. Сочи [24]. На его территории предполагается создание инфраструктуры, отвечающей международным требованиям, что на участках исторически сформировавшейся городской застройки сделать затруднительно. Помимо прочего, создание новых территорий, не отягощённых устаревшей инфраструктурой, позволяет в едином комплексе решений обеспечивать экологическую безопасность и безопасность жизнедеятельности населения [28]. В ряде случаев в процессе проектирования ИЗУ и ИО им придаётся конфигурация, открывающая новые перспективы для воспроизводства водных биологических ресурсов и развития аквакультуры. Например, террасирование их подводных склонов и возведение на них искусственных рифов создают благоприятные условия

для развития высокопродуктивных биоценозов, в которых возникают благоприятные условия для развития ряда хозяйственно ценных видов организмов (рыб, съедобных моллюсков и др.). Благоприятной средой для многих видов организмов может служить также надводная поверхность ИЗУ и ИО. Их ограждения, помимо прочего, играют роль средозащитных сооружений, обеспечивающих безопасность населения при возникновении чрезвычайных ситуаций (нагонов, цунами и др.).

Всесторонний анализ геоэкологических последствий трудноосуществим без классификации сопутствующих процессов и явлений. Прежде всего геоэкологические аспекты следует разделить на эндогенные и экзогенные (см. таблицу).

*Эндогенные геоэкологические аспекты* — это изменения окружающей среды, происходящие в пределах ИЗУ и ИО. Прежде всего к ним следует отнести создание новых участков суши, на которых в большинстве случаев живут люди и обитают различные другие организмы. К эндогенным геоэкологическим аспектам также следует отнести последствия разрушения и трансформации материалов, составляющих тела и ограждения ИЗУ и ИО — суффозионные, карстовые, абразионные, водно-эрозионные процессы, а также эмиссию из их недр газообразных веществ (свалочного газа), ветровую эрозию (дефляцию), засоление почв при контакте с морскими водами. В состав эндогенных геоэкологических последствий также следует включить изменения окружающей среды, обусловленные различными антропогенными и природно-антропогенными объектами, создаваемыми на поверхности ИЗУ и ИО, — производственными, жилыми, рекреационными и др.

*Экзогенные аспекты* включают все воздействия ИЗУ и ИО на водную и воздушную среду, лежащую за их пределами. К ним относятся загрязнение вод прилегающей акватории, изменение гидрологического режима, процессов осадконакопления и подводного рельефа, а также целенаправленные изменения условий с целью улучшения рационального использования водных ресурсов. К ним можно отнести повышение рыбохозяйственного и рекреационного потенциала путём террасирования ограждений и возведения на них искусственных рифов, а также создание хозяйств аквакультуры на защищённых от прибоя участках акватории с благоприятным гидродинамическим режимом.

Экзо- и эндогенные геоэкологические аспекты нередко взаимосвязаны. Например, эрозия и абразия берегов приводит к химическому и механическому загрязнению вод в прилегающей акватории. Дефляция поверхности ИЗУ и ИО, выбросы расположенных на их поверхности предприятий — к загрязнению воздуха в окружающем пространстве.



Последствия практически всех перечисленных выше негативных процессов и явлений могут быть снижены до приемлемого уровня на основе своевременного принятия решений по их экологической оптимизации на этапах проектирования и эксплуатации гидротехнических сооружений. Это касается и необратимых изменений окружающей среды. Так, уничтожение водных биологических ресурсов на одних участках компенсируется действиями по увеличению их запасов на других.

Все искусственно создаваемые участки суши представляют собой природно-технические системы (ПТС). В качестве подобной системы можно рассматривать любую совокупность взаимосвязано существующих природных, природно-техногенных и техногенных объектов [29]. Такие системы могут складываться стихийно в процессе неконтролируемого техногенеза окружающей среды, что закономерно приводит к её деградации. Альтернативой является создание управляемых ПТС, благоприятные условия в которых поддерживаются функционированием специальных экологических регуляторов. Ими могут быть такие инженерно-технические объекты, как ГЭС, осуществляющие экологические попуски вод [30], или межбассейновые гидротехнические системы [31], а также группы устройств и мероприятий, координированно выполняющие раз-

личные природоохранные функции и обозначаемые как комплексные экологические регуляторы [32]. Именно такие экологические регуляторы и поддерживают благоприятное состояние ПТС, возникающих при искусственном формировании участков суши, которые сами не обладают естественными механизмами, способными поддерживать такие условия.

Использование строительных отходов даёт ряд существенных преимуществ для экологической оптимизации возведения ИЗУ и ИО и для формирования управляемых ПТС, способных поддерживать на них благоприятные условия:

данное направление гидротехнического строительства во многих случаях позволяет отказаться от возведения искусственных участков суши путём намыва естественных подводных грунтов. Изменения рельефа морского дна и механическое загрязнение воды в этом случае имеют значительно меньшие масштабы;

в составе строительных отходов практически всегда в большом количестве присутствуют материалы, пригодные для изготовления габионов, строительных конструкций и модулей, используемых для формирования структурированных тел, ограждений, а также искусственных рифов и подводных террас. Их производство существенно удешев-

#### Классификация геоэкологических аспектов ИЗУ и ИО, возможности их экологической оптимизации

Геоэкологические аспекты	Характер воздействия на окружающую среду	Возможные направления их экологической оптимизации
<b>Эндогенные аспекты</b>		
Формирование новых участков суши	Уничтожение обширных участков морских экосистем	Создание благоприятной среды для человека и других наземных организмов. Компенсация ущерба водным биологическим ресурсам
Геодинамические процессы, приводящие к разрушению или ухудшению свойств тела (просадки, эрозия, абразия, засоление грунтов и др.)	Нарушение жизнедеятельности населения, разрушение местообитаний организмов	Учёт данных процессов при формировании тел и ограждений
Изменения условий, обусловленные жизнедеятельностью населения и различных объектов	Загрязнение окружающей среды, ухудшение санитарно-эпидемиологической обстановки	Создание систем водоотведения, очистных сооружений и иных объектов природоохранной инфраструктуры
<b>Экзогенные аспекты</b>		
Механическое и химическое загрязнение морской среды при возведении сооружений	Повышение мутности воды, увеличение содержания в водной среде токсичных веществ	Использование плотинного и модульного способов строительства сооружений, предварительная обработка отходов
Изменение береговой линии и гидродинамического режима	Возникновение застойных зон, накопление наносов	Разработка конструктивно-компоновочных решений, не допускающих развития этих явлений
Создание условий для рационального освоения прилегающих акваторий	Целенаправленное изменение гидродинамических условий, подводного рельефа и береговой линии	Возведение искусственных рифов рыбохозяйственного и рекреационного назначения, многоцелевых ограждений

ляется. Так, себестоимость щебня из утилизируемых бетонных конструкций, который может быть использован для этих целей, в 8 раз ниже, чем при его получении путём переработки горных пород [17];

строительные отходы и особенно продукты их переработки в меньшей степени подвержены разрушительному воздействию водной и ветровой эрозии, суффозии, просадкам, чем намываемые или отсыпаемые естественные подводные и наземные грунты;

важной проблемой при создании на ИЗУ и ИО селитебного и рекреационного назначения является формирование на них искусственного почвенного профиля. Материалы для его создания также имеются в составе отходов строительства и сноса. Грунт от землеройных работ нередко обладает достаточным плодородием, которое можно повысить внесением в него продуктов переработки некоторых других видов отходов, например продуктов сжигания деревянных конструкций. Использование для подстилающих слоев бетонных модулей облегчает создание систем, регулирующих дренаж и газовый режим в толще искусственного почвенного профиля и, что еще более важно, обеспечивающих изоляцию плодородного слоя от засоления морскими водами;

продукты переработки строительных отходов могут быть использованы для создания искусственных геохимических барьеров. Их функционирование, которое можно рассматривать как часть комплексного экологического регулятора, основано на способности специально обработанных фрагментов бетона сорбировать загрязнители [33]. Подобные барьеры, размещённые по периметру ИЗУ или ИО, способны задерживать значительную часть загрязнителей, стекающих с их территорий вместе с водами поверхностного стока.

## ВЫВОДЫ

1. Использование строительных отходов для возведения ИЗУ и ИО позволяет одновременно решать такие важные технологические и геоэкологические проблемы, как утилизация постоянно растущего потока побочных продуктов урбанизации; создание новых территорий, пригодных для комфортного существования людей; размещение необходимых объектов. Эти гидротехнические сооружения, возводимые с использованием современных технологий, наносят меньший вред окружающей среде, чем строительство аналогичных объектов из естественных материалов. Кроме того, использование строительных отходов для строительства ИЗУ и ИО экономически выгодней.

2. Возведении ИЗУ и ИО из строительных отходов существенно облегчает формирование на их основе управляемых ПТС, необходимых для обеспечения благоприятных условий на искусственно создаваемых участках суши.

## Список литературы

1. *Wahi N., Joseph C., Tawie R., Ikau R.* Critical review on construction waste control practices: legislative and waste management perspective // *Procedia — Social and Behavioral Sciences*. 2016. No. 224.
2. *Chee S. Y., Othman A. G., Sim Y. K., Adam A. N. M., Firth L. B.* Land reclamation and artificial islands: Walking the tightrope between development and conservation // *Global Ecology and Conservation*. 2017. V. 12.
3. *Неуен Куок Хунг, Тригубенко М. Е.* Битва за Южно-Китайское море между КНР и США // Академия права и экономики. 2018. № 1(5).
4. *Lu W., Yuan H., Li J., Hao J. J. L., Hi X., Ding Z.* An empirical investigation of construction and demolition waste generation rates in Shenzhen city, South China // *Waste Manage.* 2011. V. 31.
5. *Calvo N., Varela-Candamio L., Novo-Corti I.* A Dynamic model for construction and demolition (C&D) waste management in Spain: driving policies based on economic incentives and tax penalties // *Sustainability*. 2014. No. 6.
6. *Tam V. W.-Y., Lu W.* Construction waste management profiles, practices, and performance: a cross-jurisdictional analysis in four countries // *Sustainability*. 2016. V. 8 (2).
7. *Gálvez-Martos J.-L., Styles D., Schoenberger H., Zeschmar-Lahl B.* Construction and demolition waste best management practice in Europe // *Resources, Conservation and Recycling*. 2018. V. 136.
8. *Олейник С. П.* Единая система переработки строительных материалов. — М.: СВП-АРГУС, 2006.
9. *Алексакин А. В., Сборщиков С. Б.* Безопасность строительных систем. Экологические проблемы в строительстве. *Геоэкология // Вестник МГСУ*. 2013. № 1.
10. *Скопчихина Т. В.* Динамика переработки строительных отходов, образующихся на территории Санкт-Петербурга // *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия “Экономика и экологический менеджмент”*. 2015. № 1.
11. *Huang W. L., Lin D. H., Chang N. B., Lin K. S.* Recycling of construction and demolition waste via a mechanical sorting process // *Resources Conservation and Recycling*. 2002. V. 37. No. 1.
12. *Lau H., Whyte A., Law P. L.* Composition and Characteristics of Construction Waste // *Int. J. Environ. Res.* 2008. No. 2(3).
13. *Merino M. R., Gracia P. I., Azevedo I. S. W.* Sustainable construction: construction and demolition waste reconsidered // *Waste Management and Research*. 2010. V. 28. No. 2.
14. *Lu W., Yuan H.* Exploring critical success factors for waste management in construction projects of China // *Resources, Conservation and Recycling*. 2010. V. 55. No. 2.
15. *Галицкова Ю. М., Михасек А. А.* Использование отходов в промышленном и гидротехническом строительстве // *Промышленное и гражданское строительство*. 2015. № 6.
16. *Balzannikov M. I., Mikhasek A. A.* The use of modified composite materials in building hydraulic engineering structures // *Procedia Engineering*. 2014. V. 91.
17. *Ефименко А. З.* Бетонные отходы — сырьё для производства эффективных строительных материалов // *Технологии бетонов*. 2014. № 2.
18. *Воскожьян В. Г.* Строительство искусственного острова // *Современные наукоемкие технологии*. 2006. № 8.

19. Семенов Д. А., Калошина С. В. Инновационные технологии строительства искусственных островов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. 2016. Т. 7. № 4.
20. Larson C. China's island building is destroying reefs. Science. 2015. V. 349 (6255).
21. Givi A. A., Karimi S., Sadat M., Zoghi M., Karimi S., Foroughi N., Malekmohamadi B. Ecological risk assessment of construct artificial islands by fault tree analysis method in the Persian gulf // International Journal of Environmental Monitoring and Analysis. 2015. V. 3. No. 3.
22. Суздалева А. Л., Горюнова С. В. Техногенез и деградация поверхностных водных объектов. — М.: ИД “ЭНЕРГИЯ”, 2014.
23. Hayward P., Fleury C. Absolute waterfrontage: Road networked artificial islands and finger island canal estates on Australia's Gold Coast // Urban Island Studies. 2016. No. 2.
24. Мельников Н. Н. Искусственный земельный участок: поиск универсального определения // Журнал российского права. 2011. № 5.
25. Федоров М. П., Суздалева А. Л. Экологическая оптимизация гидроэнергетики как альтернативная стратегия охраны окружающей среды // Гидротехническое строительство. 2014. № 3.
26. Криворотько М. О., Подгорная Т. И. Анализ техногенных воздействий на природную среду в прибрежной зоне г. Кобе // Новые идеи нового века — 2015: Мат. Пятнадцатой междунар. научн. конф. — Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. Т. 2.
27. Суздалева А. Л., Безносков В. Н., Суздалева А. А. Экологические и социально-экологические основы проектирования городских резортов // Экология урбанизированных территорий. 2012. № 3.
28. Суздалева А. Л. Современный характер урбанизации и необходимость комплексного решения проблем экологической безопасности, безопасности жизнедеятельности и охраны труда // Экология урбанизированных территорий. № 2. 2014.
29. Суздалева А. Л. Системная техноэкология и управляемые природно-технические системы // Безопасность в техно-сфере. 2016. Т. 5 № 3.
30. Федоров М. П., Суздалева А. Л. Гидротехническое строительство как основа устойчивого развития // Гидротехническое строительство. 2014. № 11.
31. Суздалева А. Л. Гидротехническое строительство при организации рынка ресурсов пресной воды // Гидротехническое строительство. 2015. № 9.
32. Суздалева А. Л. Создание управляемых природно-технических систем. — М.: ИД ЭНЕРГИЯ, 2016.
33. Бальзаников М. И., Галицкова Ю. М., Семенова В. В. Утилизация отходов производства строительных блоков // Экология и промышленность России. 2015. Т. 19. № 11.