

Современные методы технологического проектирования морских портов в условиях Российской нормативной базы Modern methods of port planning in Russian legal framework

Купцов Николай Владимирович

ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный политехнический университет,

Nikolay Vladimirovich Kuptsov

Saint-Petersburg State Polytechnical University

Ключевые слова: морские порты и терминалы, перевозка грузов морем, перевалка грузов, технологическое проектирование морских портов, причалы, технологические решения, имитационное моделирование.

Технологическое проектирование морских портов является многозадачной деятельностью, в которую вовлечены знания экономики транспорта, судооборота, морской навигации, безопасности и логистики. Не лишним будет запас сведений о воздействии волн и течений, движении наносов и морского дна, дноуглубительных работах и образовании территории, проектировании оградительных сооружений (молов, волноломов) и причалов. Специалист технолог, в тесном сотрудничестве со специалистами в различных областях, занимает центральное место в разработке современных решений по перевалке грузов для морских перегрузочных комплексов.

Российская нормативная база в области технологического проектирования не является актуальной, и вычисления, которые базируются на этих нормах, часто не отвечают современным требованиям. К сожалению, российская школа технологического проектирования отстала от мировых стандартов. Иностранные консалтинговые фирмы уже имеют хорошие аналитические навыки и результаты в области математического моделирования процессов перегрузочного комплекса. Для российских специалистов освоение данной методики является высокоприоритетной задачей.

Key words: ports and terminals, carriage of cargo by sea, cargo handling, port planning, berths, technology solutions, simulation and modeling.

Port planning is a multidisciplinary activity by nature. It involves expertise in the field of transport economics, shipping, nautical matters, safety and logistics. But also knowledge of waves and currents, sediment transport and coastal morphology, dredging and land reclamation, design of breakwaters and quays. Port planner, within the team of experts in different scopes, plays a central role in developing of modern handling solutions for sea ports and terminals.

Russian standards of port planning are not relevant and calculations, which are based on those norms, often do not satisfy modern requirements. Unfortunately we are lagging behind world standards, foreign consulting firms already have good analytical skills and results in port planning modeling. For Russian specialists mastering of this methodology is a high priority mission.

Введение в морской транспорт и перевозку грузов морем

В мировой транспортно-логистической системе перемещения грузов существует 5 видов транспорта для перемещения грузов на большие расстояния:

1. Водный;
2. Воздушный;
3. Железнодорожный;
4. Автотранспорт;
5. Трубопроводный.

Каждый из видов транспорта обладает своими свойствами и характеристиками, но для перемещения грузов между континентами конкурентными остаются только водный и воздушный виды транспорта. Доставка грузов по воздуху является быстрой, но широко используется только для важных и мелкогабаритных грузов. Морские суда перевозят самые разные виды товаров в громадном объеме, при этом большую часть грузов составляют нефть и нефтепродукты, сжиженный газ, уголь, руда, навалочные грузы. С точки зрения платы владельцу транспортного средства за услуги по перевозке грузов, доставка морским водным транспортом является наиболее дешёвой, что представлено в таблице 1 [17].

Таблица 1. Фрахтовые ставки при доставке груза через Атлантический океан.

Вид транспорта	Время доставки, дни	Фрахтовая ставка, амер. доллар/кг
Воздушный, в том числе:		
ускоренная доставка	2-3	3,30
стандартная доставка	4-7	1,00-1,90
Водный	14-28	0,13-0,26

Получается, что на перевозках через моря и океаны у водного транспорта конкурентов нет, так как авиаперевозки дороги, и их суммарная доля в грузоперевозках низка.

Сейчас водный транспорт охватывает 60-67% мирового грузооборота, и с каждым годом водный морской транспорта становится все более привлекательным, его доля возрастает в связи с устойчивым ростом мировой торговли и другими факторами. Стандартные таможенные процедуры становятся быстрее в связи с современными технологиями, такими как электронная передача данных. Надежность связей между водным и наземным транспортом становится выше, так как составляются маршруты и расписания. При правильном планировании и организации перегрузочных работ, что происходит сейчас во многих портах, итоговое время доставки и обработки груза повышается в разы.

Доставка груза морским транспортом – не единственное слагаемое в суммарной стоимости перевозки груза. В перевозку продукта до конечного потребителя также вовлечены следующие участники логистической цепочки: морской перегрузочный комплекс (складирование, погрузка и выгрузка судов), железнодорожные и автоперевозчики (при поставке от продавца на морской перегрузочный комплекс, отгрузке с морского перегрузочного комплекса и доставке потребителю). Цепочка образования стоимости перевозки груза приведена на рисунке 1.

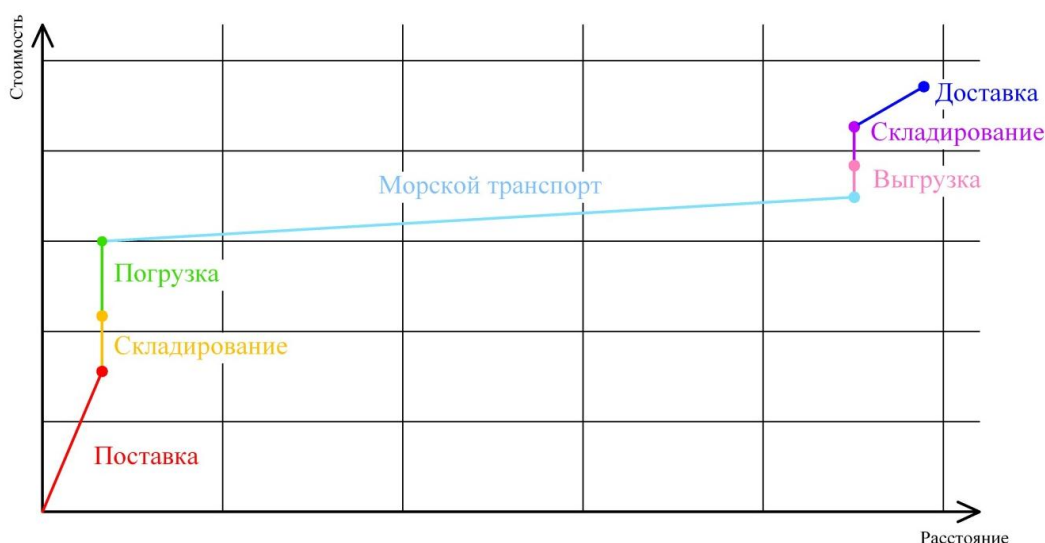


Рисунок 1. Цепочка образования стоимости при перевозке груза морским водным транспортом.

По рисунку 1 заметно, что весомое накопление стоимости перевозок происходит при перевалке груза в морских портах (операции складирования, погрузки и выгрузки судов). От того на сколько технологически правильно будут решены и запланированы процессы и операции в порту, зависит итоговая стоимость перевозки груза.

Успешное решение задачи совершенствования морских портов, в связи с количественными и качественными изменениями в морском транспортном флоте и возможностями перевалки грузов, реализуется путем создания специализированных комплексов, обеспечивающих прием современных крупнотоннажных судов, и применения высокопроизводительного перегрузочного оборудования [2].

Технологическое проектирование и планирование морских портов

В принципе, проектирование порта ничем не отличается от других промышленных объектов инфраструктуры: нужно определить требования на текущий момент времени, разработать подходящую компоновочную схему порта со всеми коммуникациями (автодороги и железнодорожный транспорт) и рассмотреть программу поэтапного развития порта. Сложность и многозадачность процесса принятия верного решения делает проектирование порта более сложной дисциплиной по сравнению с большинством инфраструктурных объектов: в дополнение к пространственному планированию на местности нужно применить знания нагрузок на гидротехнические конструкции, типовые решения промышленных сооружений внутри порта, требования к окружающей среде.

Элементарный цикл проектирования и общая методология планирования морского порта, представленные на рисунке 2, заключается в тщательном анализе исходных данных, получении укрупненных результатов и постоянном их уточнении и актуализации на каждом из последующих этапов.



Рисунок 2. Элементарный цикл проектирования и общая методология планирования морского порта.

Более детализированная схема стадий проектирования морского порта приведена на рисунке 3.

Очень важно выдержать баланс между точностью исходных данных и уровнем детальности проектирования. Подбор вариантов выполняется на основе доступных данных о волнах, течении, батиметрии, грунтах, рельефе. Зачастую эти данные получают из открытых источников, не посещая площадку строительства будущего порта. На этой стадии нужно начать выполнять изыскания, так как для получения результатов потребуется время. По каждому из вариантов разрабатывают не более чем наброски планов, основанные на основных правилах выполнения генеральных планов: должны быть отражены принципиальные размеры подходного канала, разворотных кругов судов, причальных сооружений и габариты береговой части терминала. Оценка стоимости осуществляется приблизительно с ориентировочной точностью $\pm 30\%$, опираясь на укрупненные показатели стоимости (гидротехнические конструкции, дноуглубление, перегрузочное оборудование, здания и сооружения). К этапу выбора 2-3 наиболее перспективных вариантов становятся доступными некоторые результаты изысканий, исходные данные становятся более точными. Каждый из этих альтернативных вариантов рассматривается более детализировано с использованием данных обследования местности, анализом гидрологических и естественных условий, логистического моделирования. На этой стадии точность оценки стоимости составляет $\pm 20\%$, при таком уровне точности можно выполнять первичный экономический анализ. После выбора основного варианта выполняют конструктивные расчеты и подбор сечений конструкций, точность оценки стоимости стремится к $\pm 10\%$. Выполняется подробный экономический анализ целесообразности и прибыльности проекта.

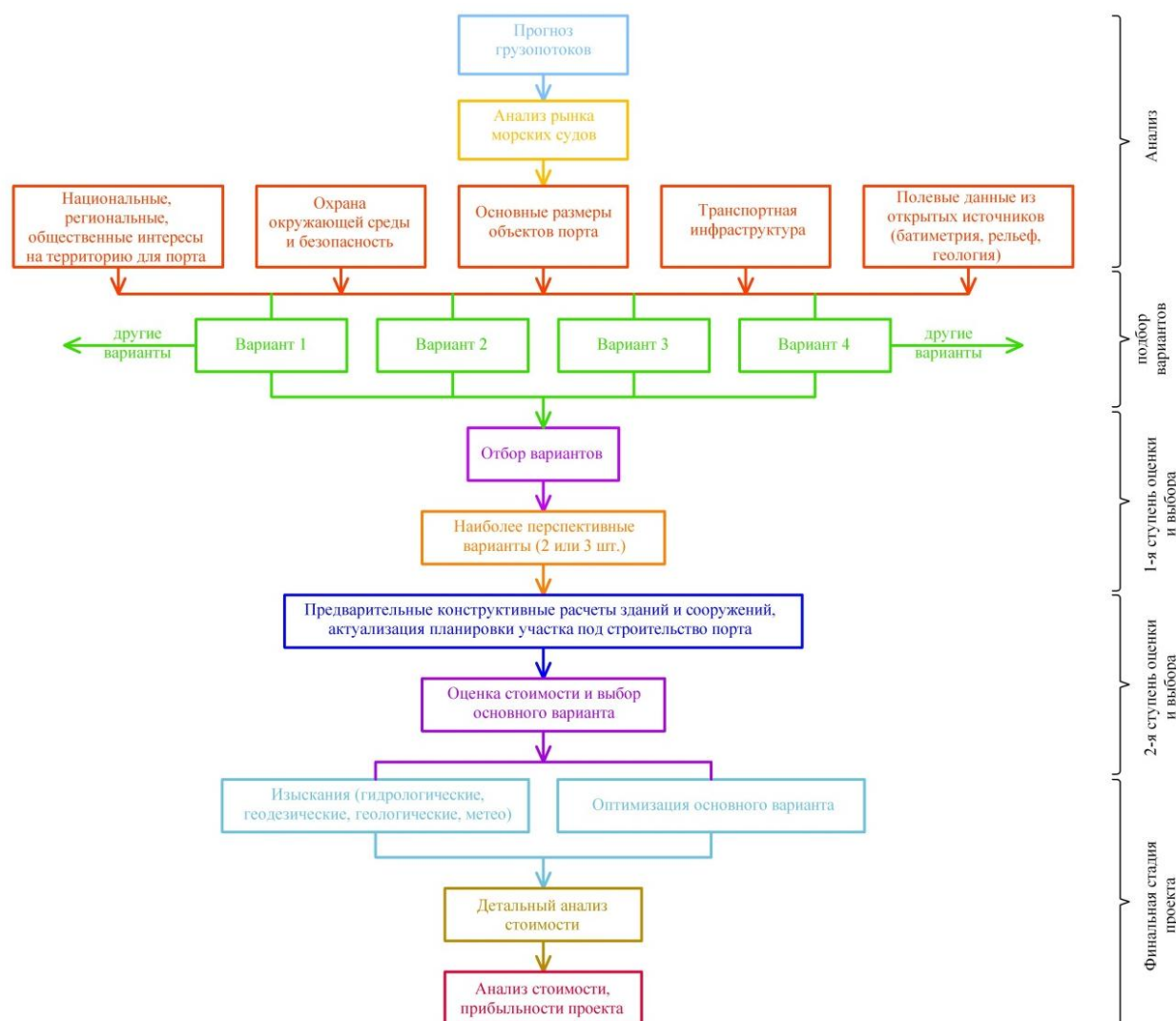


Рисунок 3. Детализированная схема проектирования морского порта

Очевидно, что специалист, который занимается планированием и технологическим проектированием морского порта (в мировой практике – port planner), должен обладать глубокими знаниями и опытом во многих специальных вопросах и смежных отраслях. Вот только малый список вопросов, в которых он должен разбираться:

Технические:

- Океанология (волны);
- Прибрежные гидротехнические конструкции (волноломы, молы);
- Гидравлика (течения и приливы);
- Безопасность мореплавания (подходной канал, операционная акватория);
- Причальные сооружения (набережные, пристани);
- Дноуглубление (выемка грунта, образование территории);
- Геология, геотехника, сейсмика (фундаменты, устойчивость конструкций);
- Перегрузочное технологическое оборудование;
- Технологические операции на терминале (оборудование);
- Транспорт (авто- и железнодорожный транспорт);
- Требования безопасности по перевозке опасных грузов;

Экономические:

- Макроэкономика и экономика транспорта (прогноз грузопотоков);
- Экономический и финансовый анализ;
- Коммерческая деятельность (финансирование, маркетинг);

Экологические:

- Пространственная планировка и компоновка;
- Воздействие на окружающую среду (загрязнения воздуха и воды, уровень шума, загрязненность грунтов);

Юридические:

- Знание нормативной базы (знание национальных и региональных постановлений, допусков).

Проблемы технологического проектирования и планирования морских портов в условиях Российской нормативной базы

В условиях повышенного спроса на терминальные услуги, характеризующие работу портов и терминалов в конце XX века, последние могли не уделять особого внимания совершенствованию операций для обеспечения максимальной эффективности своей работы. Мировой экономический кризис поставил все порты в условия борьбы за выживание, что незамедлительно привело к росту исследований в области совершенствования работы существующих и повышения качества технологического проектирования вновь создаваемых портов. Высокие эксплуатационные показатели стали являться обязательным атрибутом, обеспечивающим устойчивую позицию порта на рынке транспортных услуг.

В большинстве случаев экстенсивный рост физических возможностей перегрузки (увеличение числа причалов, парка перегрузочного оборудования, складских площадей, персонала) невозможен или существенно ограничен. Кроме того, указанные внешние причины заставляют искать способ решения проблемы в оптимизации использования производственных мощностей за счёт повышения степени их использования, что в общем случае не связано со значительными объёмами капитальных затрат. Для действующих портов способом решения этой проблемы является совершенствование системы управления и технологических процессов. Для вновь создаваемых портов и терминалов необходимо разработать новые процедуры и подходы к проектированию. Действующая проектная нормативная база РФ, в частности Нормы технологического проектирования [15] и [16], формировалась в начале 90-х годов XX века и на современном этапе она не только не стимулирует, но и сдерживает повышение качества проекта. Проектирование подобных транспортных объектов требует более детального изучения процессов и учёта влияния всех факторов, отсутствующих в устаревшей, но обязательной для проектирования нормативной документации [6].

При проектировании сложных транспортных систем и подсистем возникают многочисленные задачи, требующие оценки количественных характеристик и качественных закономерностей процессов функционирования этих систем. Ограниченность возможностей экспериментального исследования больших транспортных систем делает невозможным их полное проектирование, внедрение и эксплуатацию без использования методики моделирования, которая позволяет в соответствующей форме представить процессы функционирования систем и описание протекания этих процессов с помощью математических моделей. Наибольшее распространение при этом получили аналитический и имитационный методы моделирования. При аналитическом моделировании транспортных систем полное исследование удастся провести в том случае, когда получены явные зависимости, связывающие искомые величины с параметрами системы и начальными условиями ее изучения. Однако это удастся выполнить только для сравнительно простых транспортных систем. Анализ характеристик процессов функционирования сложных систем с помощью только аналитических методов сталкивается со значительными трудностями, приводящими к необходимости существенного упрощения моделей и получению недостоверных результатов. Поэтому чаще всего для исследования транспортных систем используются имитационные модели [14].

Технологические процессы отличаются разнообразием по характеру и трудоемкости (многочисленная номенклатура грузов, различие вариантов работ, конструктивные особенности судов, железнодорожных вагонов и грузового автотранспорта, непрерывно изменяющаяся обстановка в порту, физическое состояние и расположение грузов на складе) [10], поэтому без имитационного моделирования представить общую картину на всех этапах технологического процесса представляется затруднительным.

Целостность расчетной технологической модели в каждом конкретном сценарии развития порта зависит как от неуправляемых (объективных), так и от управляемых факторов, которые в основном можно сгруппировать по трём категориям: объективные природно-географические, объективные транспортно-экономические, управляемые рыночные [13], [22].

Объективные природно-географические, на которые во многом влияет географическое расположение порта:

- длительность периода ледовой навигации;
- ветровые и волновые условия;
- приливы и течения;
- метеорологические ограничения;
- частота туманов.

Объективные транспортно-экономические:

- расположение географического порта, обеспечивающее экономичные транспортные маршруты доставки грузов с участием морского и смежного транспорта;
- развитие инфраструктуры порта;
- расположение порта в условиях ограничений и возможностей существующего города-порта;
- неравномерность грузопотоков;
- суда-перевозчики;

Управляемые рыночные:

- сроки и качество обработки транспорта и груза;
- правильная эксплуатация машин для достижения максимальной производительности.

Эти и многие другие факторы, зачастую отсутствующие в российской нормативной базе, нужно обязательно учитывать при создании технолого-логистической модели, чтобы проект соответствовал современным требованиям.

Развитие и совершенствование методов конструирования, появление новых видов технологического оборудования, изменение системы морских и наземных перевозок, нарастающее влияние экологических и финансово-экономических факторов привели к существенной диверсификации терминалов как объектов, составляющих инфраструктуру транспортной индустрии, и появлению высокой динамики изменчивости их функциональной структуры. Сегодняшние нормы [15] и [16], которые должны являться рекомендациями и правилами, направленными на обеспечение качества технологического проектирования, превратились в обременение для проектировщиков, так как содержащиеся в них указания служат инструментом органов экспертизы разного уровня, предусматривающим формальную оценку проектов и составление списка замечаний. При этом строгое выполнение норм [15] и [16] неизбежно приводит проект к уровню требований конца XX века. В ряде случаев ситуация доходит до того, что заказчику предоставляются две версии проекта: одна, составленная в строгом соответствии с нормами, используется для прохождения экспертиз, другая, называемая по-разному в зависимости от изобретательности сторон, содержит техническое описание реального проекта терминала [23], [24]. В этом смысле показательным является более качественное технологическое проектирование, проводимое зарубежными консалтинговыми фирмами. Анализ многих вариантов проектов показывает, что большинство из них противоречит действующим нормам и поэтому они не могут быть реализованы с точки зрения российской экспертизы, а доработанные в соответствии с существующими нормами перестают отвечать международным требованиям качества.

В качестве опорных данных можно использовать рекомендации международных документов и современные научные статьи, справочники зарубежных авторов по технологическому проектированию морских портов. К сожалению, в российских нормативных документах многие актуальные требования отсутствуют. К примеру, в качестве критерия оптимальности грузопотока на начальных и предварительных этапах проектирования обычно используют рекомендации UNCTAD относительно длины очереди судов в ожидании обслуживания и времени ожидания на рейде, которое не превышает 30% от времени обслуживания судна у причала [20].

В настоящее время в мировой практике моделирование является основным методом исследований во всех областях знаний и научно обоснованным методом оценки характеристик сложных систем [23], используемым для принятия решений в различных сферах деятельности. К сожалению, в области технологического проектирования морских портов в России данная методика слабо развита или совсем не знакома специалистам. Чтобы выдержать конкуренцию со стороны зарубежных проектных и консалтинговых фирм, российским специалистам следует смотреть шире российского законодательства, развивая свое научное знание области моделирования технологических процессов, опираясь на мировой международный опыт (к примеру, [18] и [19]), для получения результатов, более адекватных и приближенных к реальной транспортно-логистической цепочке. Более того, нормативная база технологического проектирования должна быть дополнена и расширена в соответствии с современными требованиями к проектированию.

Литература

1. Винников В.В. Системы технологий на морском транспорте (перевозка и перегрузка). – М.: ТрансЛит, 2010. – 576 с.
2. Горюнов Б.Ф. Специализированные причалы морских портов. – М.: Транспорт, 1968. – 312 с.
3. Елисеев С.Ю. Логистика управления экспортными грузопотоками, следующими через морские порты // Наука и техника транспорта. 2005. № 1. С. 6-12.
4. Жуков Е.И., Письменный М.Н. Технология морских перевозок. – М.: Транспорт, 1991. – 335 с.
5. Кузнецов А.Л. Генезис агентного имитационного моделирования в ходе развития методов технологического проектирования портов и терминалов // Эксплуатация морского транспорта. 2009. № 4. С. 3-7.
6. Кузнецов А.Л., Погодин В.А., Спасский Я.Б. Имитационное моделирование работы порта с учетом дифференцированных метеоусловий // Эксплуатация морского транспорта. 2011. № 1. С. 3-8.
7. Кузнецов А.Л. Оптимальная концентрация технологических линий для обслуживания судна в порту в условиях ограниченных ресурсов // Эксплуатация морского транспорта. 2011. № 4. С. 3-7.
8. Кузнецов А.Л. Расширение возможностей нормативного расчета технологических параметров контейнерных терминалов // Эксплуатация морского транспорта. 2011. № 1. С. 19-22.
9. Николаева Л.Л., Цимбал М.М. Морские перевозки. – О.: Феникс, 2005. – 425 с.
10. Плюхин Д.С., Е.Г. Угодин Погрузочно-разгрузочные работы с насыпными грузами. – М.: Транспорт, 1989. – 303 с.
11. Проталинский О.М., Ханова А.А. Концепция интеллектуального управления технологическими процессами грузового порта на основе имитационных моделей // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2007. № 1. С. 46-49.
12. Смирнов Г.Н., Горюнов Б.Ф., Курлович Е.В. Порты и портовые сооружения. – М.: Стройиздат, 1979. – 607 с.
13. Степанов А.Л., Туаршева О.А. Технология и организация перегрузочного процесса. – СПб.: ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2004. – 72 с.
14. Тарануха А.С. Теоретические основы оценки конкурентоспособности морских портов // Эксплуатация морского транспорта. 2012. № 2. С. 3-8.
15. Фетисов В.А., Майоров Н.Н. Исследование и реализация оптимального варианта работы портовой логистической системы с использованием имитационных моделей систем массового обслуживания // Эксплуатация морского транспорта. 2012. № 3. С. 3-7.
16. РД 31.3.01.01-93 Руководство по технологическому проектированию морских портов. – М.: 1993.
17. РД 31.3.3.05-97 Нормы технологического проектирования морских портов. – М.: 1997.
18. H. Ligteringen, H. Velsink Ports and terminals. - CA Delft, Netherlands: VSSD, 2012 – 276 p.
19. G.P. Tsinker Port engineering: planning, construction, maintenance and security, John Wiley & Sons Inc., New Jersey, 2004 – 881 p.
20. C.A. Thorensen Port designer's handbook. – London: Thomas Telford Limited, 2010 – 554 p.
21. UNCTAD. Port Development. A handbook for planners in developing countries: Second Edition, Revised and expanded – New York: UNCTAD, 1985 – 227 p.
22. Козинец Г.Л. Алгоритм расчета сталежелезобетонных водоводов // Инженерно-строительный журнал. 2011. №6. С. 41-49.
23. Гиргидов А.А. Гибридное моделирование в проектировании гидротехнических сооружений и FLOW-3D® как средство его реализации // Инженерно-строительный журнал. 2011. №3. С. 21-27.
24. Чеготова Е. В. Роль технического заказчика в организации инвестиционно-строительной деятельности // Инженерно-строительный журнал. 2012. №3. С. 5-11.
25. Чеготова Е. В. Негосударственная экспертиза - законодательство и реалии // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2012. №1. С.28.