

На правах рукописи

Жоану -

БАБАК НАТАЛЬЯ АНАТОЛЬЕВНА

**МИНИМИЗАЦИЯ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА
ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЖКХ
СИСТЕМОЙ ПРЕВЕНТИВНЫХ МЕТОДОВ**

Специальность 25.00.36 – Геоэкология (в строительстве и ЖКХ)

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук**

Санкт-Петербург - 2011

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Петербургский государственный университет путей сообщения» на кафедре «Инженерная химия и естествознание»

Научный консультант доктор технических наук, профессор
Масленникова Людмила Леонидовна

Официальные оппоненты доктор технических наук, профессор
Сёмин Евгений Геннадиевич

доктор технических наук, профессор
Кнатько Василий Михайлович

Заслуженный деятель науки РФ,
академик РААСН,
доктор технических наук,
профессор
Комохов Павел Григорьевич

Ведущая организация Военно-транспортный институт
железнодорожных войск и военных
сообщений (филиал военной академии
тыла и транспорта имени генерала
армии А.В. Хрулёва)

Защита состоится 29 декабря 2011 г. в 12 час. 00 мин. на заседании диссертационного совета ДМ 212.229.30 при ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет» по адресу: 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 9, ауд. 3-237.

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет».

Автореферат разослан «28» ноября 2011 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Уманец В.Н.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы связана с необходимостью создания научно обоснованных технических и технологических решений для минимизации негативного воздействия на окружающую среду (ОС) промышленно-гражданской строительной деятельности и ЖКХ. Строительная деятельность относится к одному из мощнейших факторов негативного воздействия на окружающую среду, в связи с тем обстоятельством, что любые материалы для гражданского и промышленного строительства при их производстве требуют больших материальных затрат в виде сырья и топлива. В нашей стране строительная деятельность дает 8,1% загрязнений атмосферы (что близко с такой деятельностью как автомобильный транспорт – 13,3%, цветная металлургия – 10,5%), добывает свыше 20 видов полезных ископаемых, занимая 15 тыс. га земли, извлекает миллионы тонн минерального сырья и топливных ресурсов ежегодно. Особенно заметный урон окружающей среде по всем составляющим наносит производство строительной керамики, в особенности кирпича, наиболее масштабного строительного материала. Так, например, только за период с 2007-2009 гг. среднее ежегодное производство кирпича составило 11,57 млрд. шт. усл. кирпичей (по данным ФСГС РФ), что потребовало извлечения из литосферы около 50 млн. т природного сырья, около 3 трлн. м³ природного газа, выброс углекислого газа составил миллионы тонн. В условиях, когда уменьшение темпов гражданского и промышленного строительства не прогнозируется, очевидна необходимость поиска научно обоснованных технических и технологических решений, в том числе и превентивных, способных прогнозировать снижение нагрузки на окружающую среду. Разработке научных основ системы превентивных методов оценки состояния, защиты природно-техногенных систем и управления ими при осуществлении промышленно-гражданской строительной деятельности и ЖКХ, минимизирующей негативное воздействие на окружающую среду, посвящена данная работа.

Выполненная работа базируется на научных работах профессора Л.Б. Сватовской и ее учеников профессоров Панина А.В., Якимовой Н.И., Титовой Т.С., Шершневой М.В., Масленниковой Л.Л., Соловьевой В.Я. и др. и развивает знания о геозащитных природо- и энергосберегающих резервах, которые содержатся в разного рода уровнях организации веществ, процессов и технологий, об оценках этих резервов и их информационных составляющих для снижения в целом негативного влияния на окружающую среду строительной деятельности.

Работа выполнена в соответствии с позицией «Технологии предотвращения загрязнения окружающей среды» в рамках одного из приоритетных направлений развития науки, технологии и техники в РФ «Экология и ресурсосбережение» перечня критических технологий, утвержденных президентом РФ 21.05.2006 (Пр.-842), а также по п.5.6 и 5.7 паспорта специальности 25.00.36.

Целью работы является минимизация негативного воздействия на окружающую среду промышленно-гражданской строительной деятельности и ЖКХ путем осуществления системы превентивных методов.

Идея работы состоит в возможности прогнозирования и достижения минимизации негативного воздействия на окружающую среду всех этапов цикла строительной деятельности, начиная с получения материалов и заканчивая готовым объектом строительства, определяя и используя их геоэкологические резервы в превентивных решениях.

Задачи исследований:

- разработать систему методов оценки состояния, защиты природно-техногенных систем и управления ими при осуществлении строительной деятельности и ЖКХ, обосновывающих геоэкологические резервы превентивных решений и прогнозирующих минимизацию негативного воздействия на окружающую среду;
- осуществить выбор превентивных решений и теоретически оценить предполагаемую минимизацию воздействия на окружающую среду строительной деятельности и ЖКХ;
- исследовать снижение негативного воздействия на окружающую среду при практическом осуществлении разработанных методов на различных примерах строительной деятельности и ЖКХ;
- опытно-промышленно апробировать предложенные решения снижения негативного воздействия на окружающую среду строительной деятельности и ЖКХ с анализом достигнутого снижения.

Методы исследования. При решении поставленных в работе задач применялись современные методы рентгенофазового анализа, методы инфракрасной спектроскопии, атомно-абсорбционной фотометрии, калориметрии, потенциометрии, ртутной порометрии, оптико-микроскопического анализа, математического моделирования, статистической обработки, а также оценочные методы анализа экологичности и качества.

Научная новизна диссертационной работы состоит в следующем.

1. Разработана система превентивных методов, в соответствии с которой предложены и проанализированы этапы промышленно-гражданской строительной деятельности и ЖКХ, негативно воздействующие на окружающую среду на примере получения и использования строительной керамики; предложен специальный количественный показатель негативного воздействия, $P_{НВ}$, для оценки такого воздействия. Доказана с помощью показателя $P_{НВ}$ необходимость превентивных решений, осуществление которых обнаруживает геоэкологический резерв, позволяющий снижать негативное воздействие на ОС строительной деятельности и ЖКХ.
2. Предложено в качестве научных основ системы превентивных методов базироваться на энергетической природе основных фаз техногенных минеральных продуктов, используемых вместо природного сырья на этапе получения материалов. Предложено для информации об энергетической природе техногенного сырья использовать введенный в работе относительный коэффициент резерва энергии ($K_{РЭ}$). Рассчитано с помощью введенного

количественного показателя $P_{\text{НВ}}$ теоретически прогнозируемое снижение негативного воздействия на природно-техногенные системы строительной деятельности и ЖКХ, основанное на учете $K_{\text{РЭ}}$.

3. Показано, что осуществление системы превентивных методов по снижению негативного воздействия строительной деятельности и ЖКХ на примере получения и использования строительной керамики и других композиционных жаростойких материалов при осуществлении этой деятельности за счет выявленного геоэкологического резерва приводит к фактическому снижению показателя $P_{\text{НВ}}$. Установлена взаимосвязь между показателем негативного воздействия $P_{\text{НВ}}$ и коэффициентом резерва энергии $K_{\text{РЭ}}$ минерального техногенного сырья на различных этапах строительной деятельности и ЖКХ; проанализировано качество предлагаемых технологий и прослежена их взаимосвязь с $P_{\text{НВ}}$.

4. Проанализировано качество этапов строительной деятельности и ЖКХ и его взаимосвязь с $P_{\text{НВ}}$; результаты анализа свидетельствуют о снижении негативного воздействия на окружающую среду с ростом качества этапов строительной деятельности; доказана экологическая безопасность полученной продукции.

Степень обоснованности научных положений, рекомендаций и выводов обеспечивается корректностью поставленных задач, представительностью и достоверностью исходных и экспериментальных данных, использованием современных материалов теорий, гипотез и допущений.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Система превентивных методов оценки состояния, защиты природно-техногенных систем и управления ими при осуществлении строительной деятельности и ЖКХ; выявление этапов строительной деятельности и ЖКХ; количественный показатель негативного воздействия этих этапов и суммарного воздействия, $P_{\text{НВ}}$; а также геоэкологический резерв превентивных решений, обоснованный, в том числе, учетом коэффициента резерва энергии ($K_{\text{РЭ}}$) техногенного минерального сырья.

2. Достигнутые результаты по минимизации негативного воздействия на окружающую среду строительной деятельности и ЖКХ на выделенных этапах в соответствии с системой превентивных методов на примерах получения и эксплуатации строительной керамики разного ассортимента при использовании техногенного сырья с соответствующими значениями $K_{\text{РЭ}}$.

3. Достигнутые результаты по минимизации негативного воздействия на окружающую среду строительной деятельности в соответствии с системой превентивных методов на примере печестроения в кирпичной промышленности и получении жаростойких композиционных материалов при использовании минерального техногенного сырья с соответствующими значениями $K_{\text{РЭ}}$.

4. Теоретическое обоснование минимизации негативного воздействия на окружающую среду промышленно-гражданской строительной деятельности при использовании модифицированного техногенного сырья. Оценка качества и экологической безопасности жизненного цикла строительной деятельности с модифицированным техногенным сырьем.

Личный вклад автора. В диссертации изложены идеи и результаты работ, выполненных автором лично. Все экспериментальные данные были получены самим автором или в соавторстве с творческим коллективом. Автор осуществлял анализ и обобщение полученных данных, являясь разработчиком предложенных оценочных методов воздействия строительной деятельности и ЖКХ на окружающую среду, интерпретировал полученные результаты и проводил все необходимые расчеты, участвовал в выпуске опытно-промышленных партий и апробации полученных результатов.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в следующем:

1. Разработанная система превентивных методов минимизации негативного воздействия на окружающую среду промышленно-гражданской строительной деятельности и ЖКХ позволила обнаружить и использовать её геоэкологический резерв, проявляющийся на всех этапах этой деятельности.
2. Показано, что превентивные методы и использование геоэкологического резерва строительной деятельности и ЖКХ при вовлечении в производство техногенного минерального сырья с соответствующими значениями $K_{РЭ}$ (1,19; 1,54), минимизируют негативное воздействие на окружающую среду, что выражается, во-первых, в сбережении природного сырья при его замене на техногенное минеральное сырье и освобождении земель, занятых под их складирование; во-вторых, в снижении выбросов парниковых и кислотообразующих газов на этапе производства; в-третьих, в снижении коэффициента теплопроводности полученного керамического материала, что приводит к сбережению природного топлива и снижению выбросов парниковых газов на этапе эксплуатации объектов строительства из природно-техногенной строительной керамики; в-четвертых, в снижении количества образующихся строительных отходов (боя кирпича) с соответствующим снижением потребления природных ресурсов.
3. Показано, что замена части природного сырья на техногенное только для 1% производимого кирпича в России даст экономию природного сырья от 6976,7 до 122093,2 т на сумму от 7 до 163 млн. руб., высвобождение от 5,8 до 26,1 га земель, занятых под складирование отходов, уменьшение от 7 до 400 т вредных выбросов в атмосферу, уменьшение количества образующихся при строительстве отходов в два раза ($K_{РЭ}$ 1,54), уменьшение энергозатрат в два раза при эксплуатации зданий и сооружений за счет снижения коэффициента теплопроводности кирпича от 0,35 до 0,15 Вт/(м·°С) ($K_{РЭ}$ 1,19), что в три раза уменьшает выбросы парниковых газов. Показано, что общий показатель негативного воздействия ($\Pi_{НВ}$) строительной деятельности и ЖКХ снижается с 63,1 до 1,73. Новизна превентивных решений, реализованных в строительном цикле на примере строительной керамики, защищена патентами РФ № 2205161, 2397153, 2412131, 2191763; разработанными проектами технических условий ТУ 5741-003-01115840-2009, ТУ 2362-006-07519745-2000, ТУ 23 2299-001-07519745-2010; оценены предотвращенный экологический ущерб и плата за загрязнение окружающей среды.

4. Показано, что превентивные методы и использование геоэкологического резерва промышленно-гражданской строительной деятельности на примере печестроения в кирпичном производстве и синтезе жаростойких композиционных материалов приводит к снижению нагрузки на окружающую среду. Показаны на примере использования техногенного сырья с $K_{PЭ}=1,19$ для жаростойкого бетона (в пересчете на 1% производства керамического кирпича) уменьшение выброса CO_2 от 64 до 316 т в год, освобождение от 17,4 до 40,7 га земель, занятых под складирование отходов, и экономия около 279 т природного минерального сырья при замене его на техногенное сырье. При этом общий показатель негативного воздействия ($P_{НВ}$) снижается с 100 до 1,48. Новизна превентивных решений реализованных в данном строительном цикле защищена патентами РФ № 2187482, 2366632, 2370468, 2360876, 2388714, 2387622, 2243182, 2426707, разработанными проектами технических условий ТУ 5745-001-98593931-2009, 5745-002-77663403-2010, 2133-005-07519745-2000, 2133-001-07519745-2010; рассчитан предотвращенный экологический ущерб и плата за загрязнение окружающей среды.

5. Показано, что превентивные решения и использование геоэкологического резерва модифицированного ионами тяжелых металлов техногенного сырья на основе отходов строительной деятельности и ЖКХ, позволяет минимизировать негативное воздействие на окружающую среду и снизить показатель $P_{НВ}$ с 63,1 до 1,51 при реализации их в строительном цикле. Новизна решений защищена патентами РФ № 2375101, 2416585, разработанным проектом технических условий ТУ 0330-003-01115840-10 и доказательством экологической безопасности жизненного цикла строительной деятельности.

6. Определено, что общий предотвращенный экологический ущерб окружающей природной среде от строительной деятельности и ЖКХ при реализации разработанной системы превентивных методов при замене только 1% традиционного производства составляет свыше 28 млн. руб. в год. Материалы диссертационной работы вошли в учебный практикум по специальности «Инженерная защита окружающей среды» в виде соответствующих методических указаний и учебных пособий для слушателей ФПК ПГУПС. Патент РФ № 2370468 «Термоизоляционная масса» награжден золотой медалью «Innovations for investments to the future» ARBU (американо-российский деловой союз) в области инновационных разработок. Разработки внедрены на предприятиях ОАО «Ленстройкерамика», ЗАО «Петрокерамика», ООО «Образь», ЗАО «Керамика», ООО «НПО «Максимус», ООО «Цемтех».

Реализация результатов работы. Новизна превентивных решений в целом защищена 14 патентами РФ, 9 ТУ, гигиеническими сертификатами и актами испытаний продукции в сертифицированной экологической лаборатории. Опытно-промышленное апробирование проводилось на предприятиях ОАО «Ленстройкерамика», ЗАО «Петрокерамика», ООО «Образь», ЗАО «Керамика», ООО «НПО «Максимус», ООО «Цемтех», Вагонное ремонтное депо Санкт-Петербург сортировочный Витебский Октябрьской дирекции филиала ОАО «РЖД» и реализовано в строительстве

часовни Александра Невского на территории ПГУПС и фрагментов обжиговых печей ООО «Образь».

Апробация работы. Основные положения работы были доложены и обсуждены на научно-практической конференции, посвященной 190-летию ПГУПС «Пенобетоны 3-го тысячелетия. Тепло России» (Санкт-Петербург, 1999), на международном экологическом конгрессе «Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности» (Санкт-Петербург, 2000), The 3rd International Youth Environment Forum of Baltic Countries «ECOBALTICA 2000» (St. Petersburg, June 2000), на международной научно-технической конференции «Экологические проблемы и пути их решения в XXI веке: образование, наука, техника» (Санкт-Петербург, 2000), на I международной научно-практической конференции «Строительная керамика на пороге XXI века» (Санкт-Петербург, 2001), на академических чтениях «Новые исследования в областях водоснабжения, водоотведения, гидравлики и охраны водных ресурсов» (Санкт-Петербург, 2004, 2009), на международной научно-практической конференции «Пенобетон 2007» (Санкт-Петербург, 2007); на международной научно-практической конференции «Периодический закон Д.И. Менделеева в современных трудах ученых транспортных ВУЗов» (Санкт-Петербург, 2009), на международной конференции «Технологии – транспорту», (Санкт-Петербург, 2009), на международной научно-практической конференции «Техносферная и экологическая безопасность на транспорте» (Санкт-Петербург, 2008, 2010).

Публикации. Основные положения диссертационного исследования достаточно полно отражены в 62 публикациях, в состав которых входят 4 монографии, 14 патентов РФ, 14 статей, опубликованных в изданиях, рекомендованных перечнем ВАК.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 7 глав, общих выводов, списка литературы. Диссертация изложена на 344 страницах основного текста, содержит 78 рисунков, 139 таблиц и 5 приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении изложены актуальность проблемы, цель и основные задачи исследований, приведены научные положения, выносимые на защиту, новизна работы, а также её структура.

В первой главе проведен системный анализ современных экологических проблем, связанных с промышленно-гражданской строительной деятельностью и ЖКХ, отраженных в работах М.Я. Бикбау, Р.Ю. Гумранова, В.П. Журавлева, В.П. Князевой, Н.В. Маслова, Л.В. Передельского, О.Е. Приходченко, А.П. Платонова, Н.С. Серпокрылова, Е.Г. Сёмина, В.Ф. Строганова, Н.П. Сугрובה, А.Н. Тетиора, В.Н. Уманца, В.А. Фёдорова, М.П. Фёдорова, В.В. Фролова и др.

В настоящее время существует целая система показателей оценки состояния окружающей среды. Возрастающая нагрузка на окружающую среду в результате хозяйственной деятельности требует разработки и реализации мер по совершенствованию управления природно-техногенными системами с точки зрения оценки уровня воздействия на них. В России основа системы

экологической оценки построена на использовании таких инструментов, как государственная экологическая экспертиза и оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС). Этим вопросам посвящены труды отечественных ученых Аверченкова А.А., Арского Ю.М., Гришина Н.Н., Данилова-Данильяна В.И., Комаровой Л.Ф., Лопатина В.Н., Максименко Ю.Л., Порфирьева Б.Н., Потравного И.М., Шевчука А.В., Яблокова А.В. и др. Их исследования способствовали формированию концептуальных подходов к экологической оценке и становлению управленческих процедур, ориентированных на федеральный уровень принятия хозяйственных решений. Определенные теоретические подходы к развитию отечественной системы экологической оценки были предложены Васильевым С.А., Голубевой С.Г., Горкиной И.Д., Черпом О.М., Хотулевой М.В. Все указанные подходы требуют научной доработки и детализации для дальнейшей практической реализации.

Критический анализ литературных данных по негативному воздействию строительной деятельности и ЖКХ на окружающую среду показал, что на момент постановки работы не существовало системы знаний, позволяющей на качественном и количественном уровнях оценивать строительную деятельность и ЖКХ как единый комплекс, негативно воздействующий на окружающую среду. Поэтому не прослеживались геоэкологические межотраслевые взаимосвязи на всех главных этапах комплекса, начиная с получения неорганических материалов и заканчивая воздействием на окружающую среду готовых объектов строительства.

Во второй главе формируется основная рабочая гипотеза работы, в рамках которой предложена система превентивных методов оценки состояния, защиты природно-техногенных систем и управления ими при осуществлении промышленно-гражданской строительной деятельности и ЖКХ. В рамках разработанной системы методов выделены этапы деятельности, наносящие основной урон окружающей среде, проведена оценка этих этапов, введен и рассчитан количественный показатель – показатель негативного воздействия ($P_{НВ}$), характеризующий негативное воздействие на окружающую среду этапов промышленно-гражданской строительной деятельности и ЖКХ. Для снижения негативного воздействия на окружающую среду строительной деятельности и ЖКХ предложено внедрение системы превентивных решений, выявляющей и использующей геоэкологический резерв, взаимосвязанный с введенным в работе коэффициентом резерва энергии техногенного сырья, что позволяет прогнозировать минимизацию негативного воздействия на окружающую среду различных этапов строительной деятельности и ЖКХ. Проведена проверка гипотезы на модельных системах, доказана ее состоятельность. Теоретически рассчитан показатель $P_{НВ}$ различных этапов строительной деятельности и ЖКХ; показано, что при разработке и внедрении системы превентивных методов показатель негативного воздействия снижается.

Был осуществлен выбор объектов и методик экспериментально-теоретических исследований, от которых зависела достоверность полученных результатов, единая направленность и последовательность в решении поставленных задач. В главе представлены результаты комплексного

исследования химико-технологических свойств техногенного сырья и их оценка, результаты планирования эксперимента и его статистическая обработка.

В третьей главе приведена разработанная система превентивных методов на примере получения и использования строительной керамики при вовлечении в производство техногенного сырья с различным коэффициентом резерва энергии, что позволяет управлять качеством окружающей среды на различных этапах строительной деятельности и ЖКХ.

Четвертая глава посвящена оценке минимизации негативного воздействия на ОС, достигнутой при осуществлении превентивных методов и использовании геоэкологического резерва на примере строительной керамики разного ассортимента в промышленно-гражданской строительной деятельности и ЖКХ. Произведены расчеты показателя $P_{НВ}$, реально достигнутого сбережения природных и энергетических ресурсов, предотвращенного экологического ущерба, платы за размещение отходов.

В пятой главе разработана система превентивных методов на примере получения и использования в печестроении жаростойких композиционных материалов с техногенным сырьем различного коэффициента резерва энергии, что позволяет управлять качеством окружающей среды на выбранных этапах строительной деятельности и ЖКХ.

Шестая глава содержит оценку минимизации негативного воздействия на ОС, достигнутой при осуществлении строительной деятельности на примере печестроения в кирпичной промышленности. Произведены расчеты показателя $P_{НВ}$, реально достигнутого сбережения природных и энергетических ресурсов, предотвращенного экологического ущерба, платы за размещение отходов.

В седьмой главе теоретически обоснованы возможности использования отходов строительства и ЖКХ в качестве реагентов для иммобилизации тяжелых металлов. Данное техногенное сырье с модифицированной поверхностью может использоваться для производства строительной керамики, что позволяет минимизировать негативное воздействие строительной деятельности и ЖКХ и управлять качеством окружающей среды.

В заключении работы представлены основные результаты и выводы, а также список используемой литературы и приложения.

ОСНОВНЫЕ ЗАЩИЩАЕМЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Система превентивных методов оценки состояния, защиты природно-техногенных систем и управления ими при осуществлении строительной деятельности и ЖКХ; выявление этапов строительной деятельности и ЖКХ; количественный показатель негативного воздействия этих этапов и суммарного воздействия, $P_{НВ}$; а также геоэкологический резерв превентивных решений, обоснованный, в том числе, учетом коэффициента резерва энергии ($K_{РЭ}$) техногенного минерального сырья.

Основная научная гипотеза работы заключается в возможности прогнозировать и достигать уменьшение негативного воздействия на окружающую среду путем развития системы превентивных методов, как совокупности действий, позволяющих обнаружить и использовать геоэкологический резерв в комплексе строительной деятельности и ЖКХ.

Под геоэкологическим резервом мы понимаем возможное и реально достигаемое сбережение природного сырья, энергии, топлива, уменьшение деградации земель, выброса в атмосферу вредных газов и пыли и т. д., к которым приводит учет взаимосвязей всех этапов строительной деятельности и ЖКХ, включая энергетическую и химическую природу материалов, используемых в строительстве.

Для доказательства справедливости высказанной гипотезы строительная деятельность и ЖКХ были разбиты на этапы с учетом их антропогенного воздействия на природно-техногенные системы; проведена качественная и количественная оценка этого воздействия с помощью введенного соответствующего показателя; выбраны превентивные решения снижения данного показателя и введен фундаментальный параметр оценки природы веществ, характеризующий его взаимосвязи с воздействием на окружающую среду этапов строительной деятельности и ЖКХ; проведены обоснование и оценка возможного реального снижения негативного воздействия данного комплекса на окружающую среду (рисунки 1 - 3).

В соответствии с разработанным методом был проведен анализ, который позволил выделить три основных этапа последовательного осуществления промышленно-гражданской строительной деятельности и ЖКХ, и проанализировано их негативное воздействие на окружающую среду (рисунок 4). Результаты анализа свидетельствуют о том, что наибольшее суммарное негативное воздействие на природно-техногенные системы оказывает этап производства материалов строительной керамики. Так например, в пересчете на усредненные показатели производства строительного кирпича и цемента за 2007-2009 г.г. (при равнозначных сырьевых затратах) по различным литературным данным требуется от $839 \cdot 10^{12}$ до $2848 \cdot 10^{12}$ кВт·ч и от $88 \cdot 10^6$ до $2986,3 \cdot 10^{10}$ кВт·ч в год соответственно. Поэтому, в дальнейшем, в качестве объекта исследования минимизации негативного воздействия строительной деятельности и ЖКХ было выбрано наиболее энерго- и ресурсозатратное производство строительной керамики (керамического кирпича) и его использование.

Трудность учета негативного воздействия строительной деятельности и ЖКХ из-за множественности процессов и параметров, которыми оно описывается, предопределило необходимость поиска обобщающих показателей, позволяющих оценивать это воздействие на окружающую среду. Нами были рассмотрены рейтинговые методы, предложенные и разработанные для геоэкологии на кафедре «Инженерная химия и естествознание» ПГУПС, которые в первом приближении с учетом весовых коэффициентов, позволяют в единой системе проанализировать разные стороны негативного воздействия.



Рисунок 1 – Превентивный метод прогноза минимизации негативного воздействия на окружающую среду строительной деятельности и ЖКХ

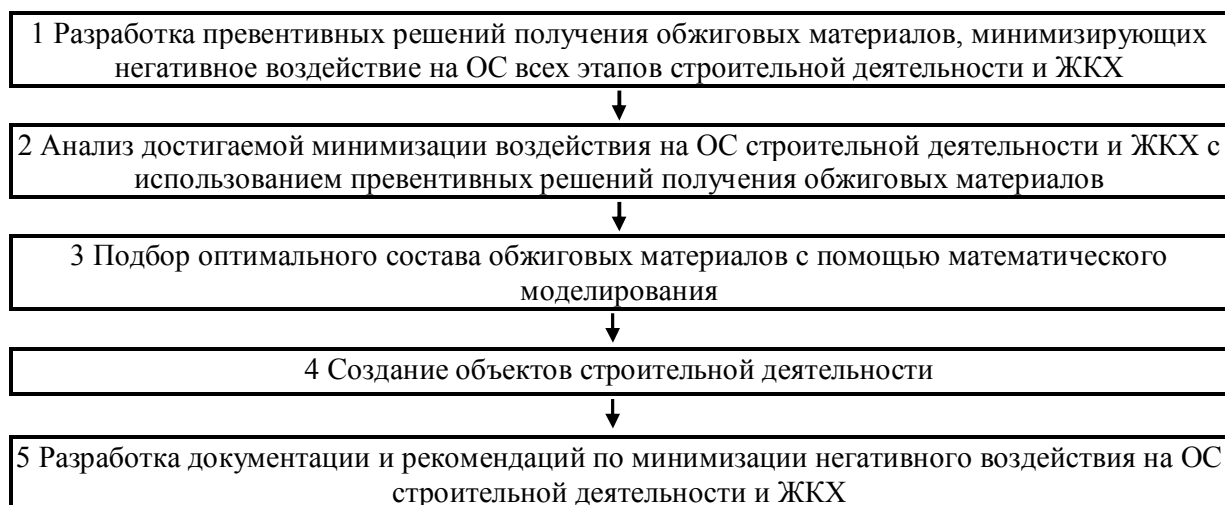


Рисунок 2 – Превентивные решения по снижению негативного воздействия на окружающую среду строительной деятельности

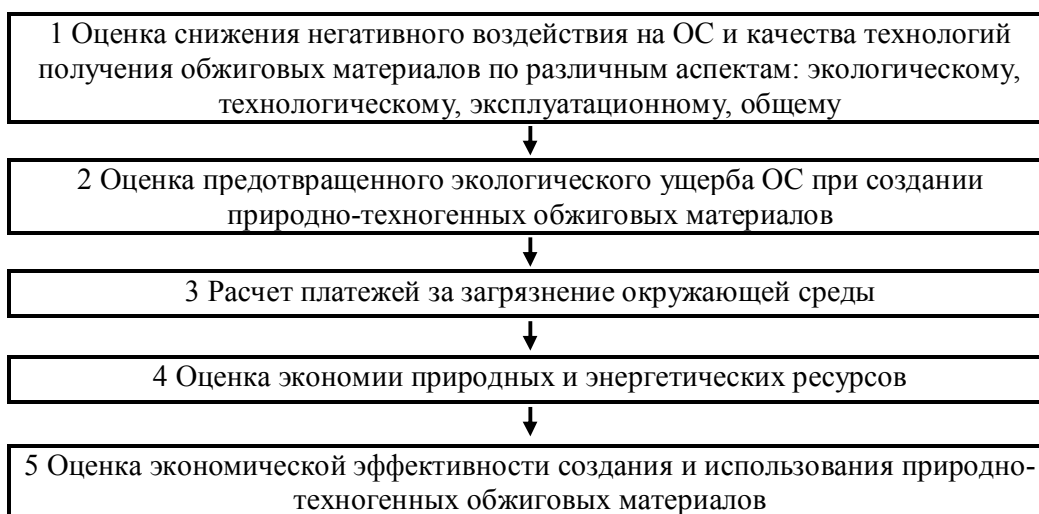


Рисунок 3 – Анализ и оценка эффективности разработанных превентивных решений по снижению негативного воздействия на окружающую среду строительной деятельности и ЖКХ

Нами было сделано допущение, что в такой системе возможна оценка этапов промышленно-гражданской строительной деятельности и ЖКХ по показателю негативного воздействия, $P_{НВ}$, значение которого обратно пропорционально значению IEQ (index ecology and quality, индекс экологичности и качества) (Титова Т.С., 2005). Следовательно, прослеживается идея о том, что чем выше индекс IEQ (максимальное значение равно 1), тем меньше негативное воздействие. При этом каждый этап требует выделения наиболее значимых аспектов оценки минимизации негативного воздействия на окружающую среду и присвоения им соответствующих весовых коэффициентов, ограничив максимальное негативное воздействие на окружающую среду значением $P_{НВ}$ равным 100.

В первом приближении нами было рассчитано, что для этапа 1 - «производство строительных материалов» с выбранными аспектами «потребление природных минеральных ресурсов»; «потребление энергоресурсов»; «выбросы в атмосферу» показатель $P_{НВ1}$ равен 100, т.е. имеет условно максимальное значение; для этапа 2 - «строительство» с выбранным аспектом «образование строительных отходов» показатель $P_{НВ2}$ составил 1,7. При этом было учтено, что ежегодно в строительстве теряется огромное количество каменных материалов, до 17% кирпича превращается в бой и идет в отходы, причем 40% оставшегося тоже имеют те или иные повреждения. Для этапа 3 - «эксплуатация зданий и сооружений» главными аспектами выбрали «потребление энергоресурсов» и «выброс углекислого газа в атмосферу», исходя из факта, что на сегодняшний день до 30% тепловой энергии при отоплении зданий и сооружений рассеивается в окружающей среде; оценка этапа с учетом коэффициентов значимости аспектов дала значение $P_{НВ3}=50,7$.

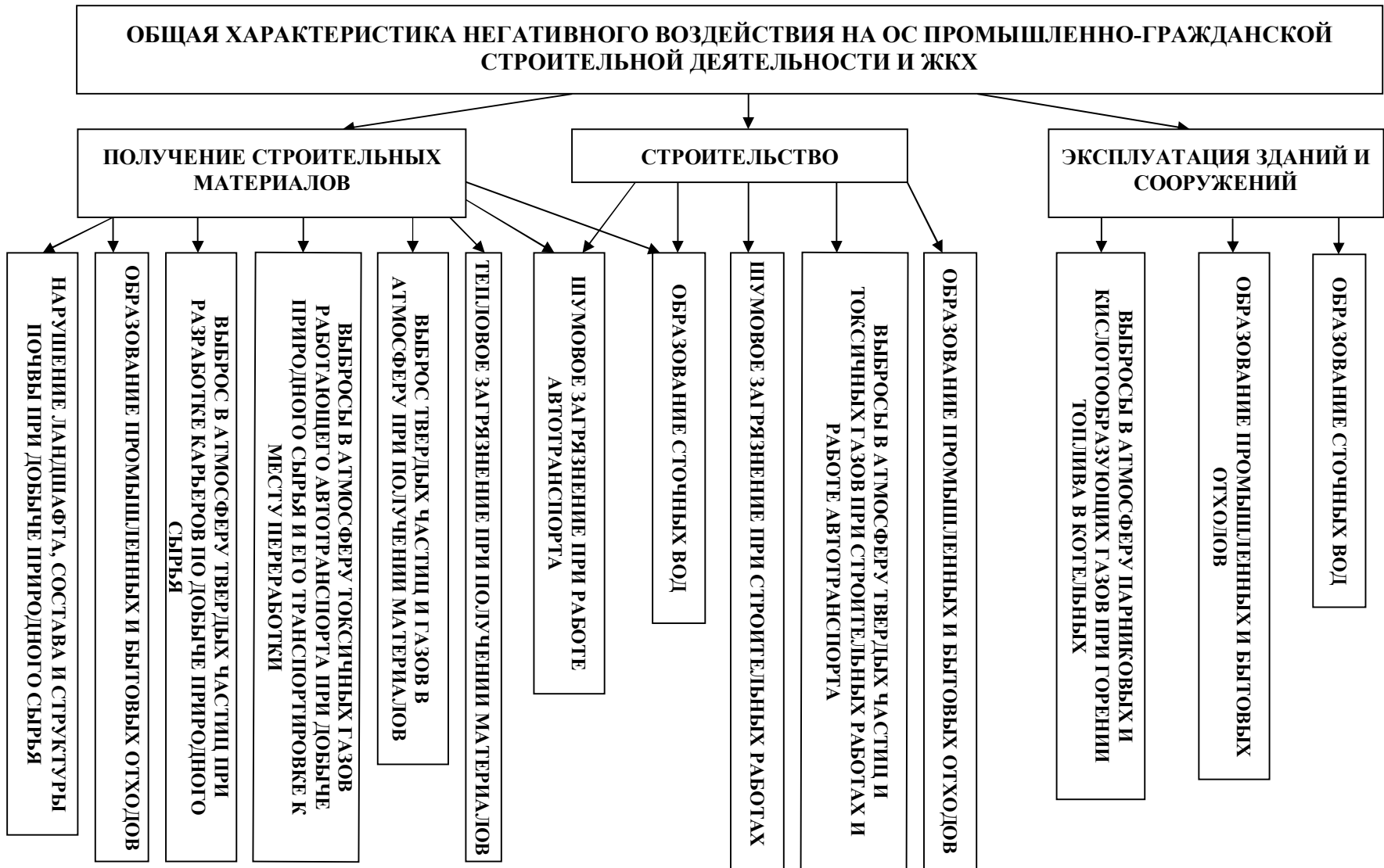


Рисунок 4 – Этапы негативного воздействия промышленно-гражданской строительной деятельности и ЖКХ на окружающую среду

Для общей оценки негативного воздействия строительной деятельности и ЖКХ были учтены коэффициенты значимости трех выбранных этапов, и расчет показал значение $P_{НВ}=63,1$ (рисунок 5).

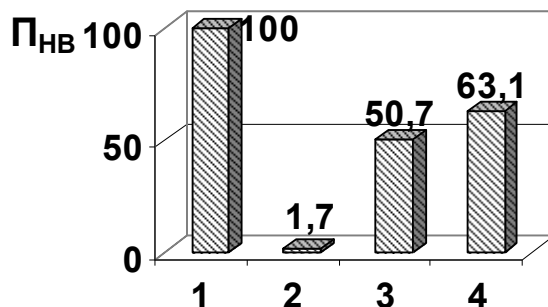


Рисунок 5 – Общий и поэтапные показатели негативного воздействия строительной деятельности и ЖКХ на окружающую среду: 1- производство строительной керамики; 2 – строительство; 3 – эксплуатация зданий и сооружений; 4 – общий показатель

При выборе научно обоснованного решения для прогноза и реализации снижения негативного воздействия на окружающую среду строительной деятельности и ЖКХ, влияющего на ее этапы, нами учитывалось то обстоятельство, что «...при строительстве зданий и сооружений главным образом используются неорганические материалы, основными составляющими которых являются силикаты и алюмосиликаты, т.е. преимущественно те соединения, из которых состоят попутные продукты и отходы промышленности» (почетный академик РААСН Боженков П.И., 1994).

Именно это положение нами анализировалось в дальнейшем для минимизации показателя негативного воздействия на окружающую среду на различных этапах (рисунок 6). Анализ показал, что наибольший вклад в снижение негативного воздействия на ОС вносит использование техногенного минерального сырья. В таком случае возникает вопрос о том, какие фундаментальные характеристики элементов, из которых состоит минеральное техногенное сырье, могут быть основой для прогноза снижения $P_{НВ}$ и, таким образом, являться основой превентивности. На сегодняшний день известны классификации техногенного сырья по признаку принадлежности основных фаз к электронному семейству по таблице Д.И. Менделеева (Л.Б. Сватовская, Л.Л. Масленникова, М. Абу-Хасан, 1993-2004 г.г). Однако эти работы затрагивали взаимосвязи природы фаз со свойствами материалов, не рассматривая взаимосвязей их влияния на окружающую среду и снижения негативного воздействия.

Для ответа на вопрос о возможности прогноза снижения негативного воздействия на окружающую среду строительной деятельности и ЖКХ с учетом природы минерального техногенного сырья нами предложен относительный коэффициент резерва энергии элементов, наиболее распространенных в земной коре, $K_{РЭ}$, основанный на энергетической характеристике электронного уровня организации вещества.

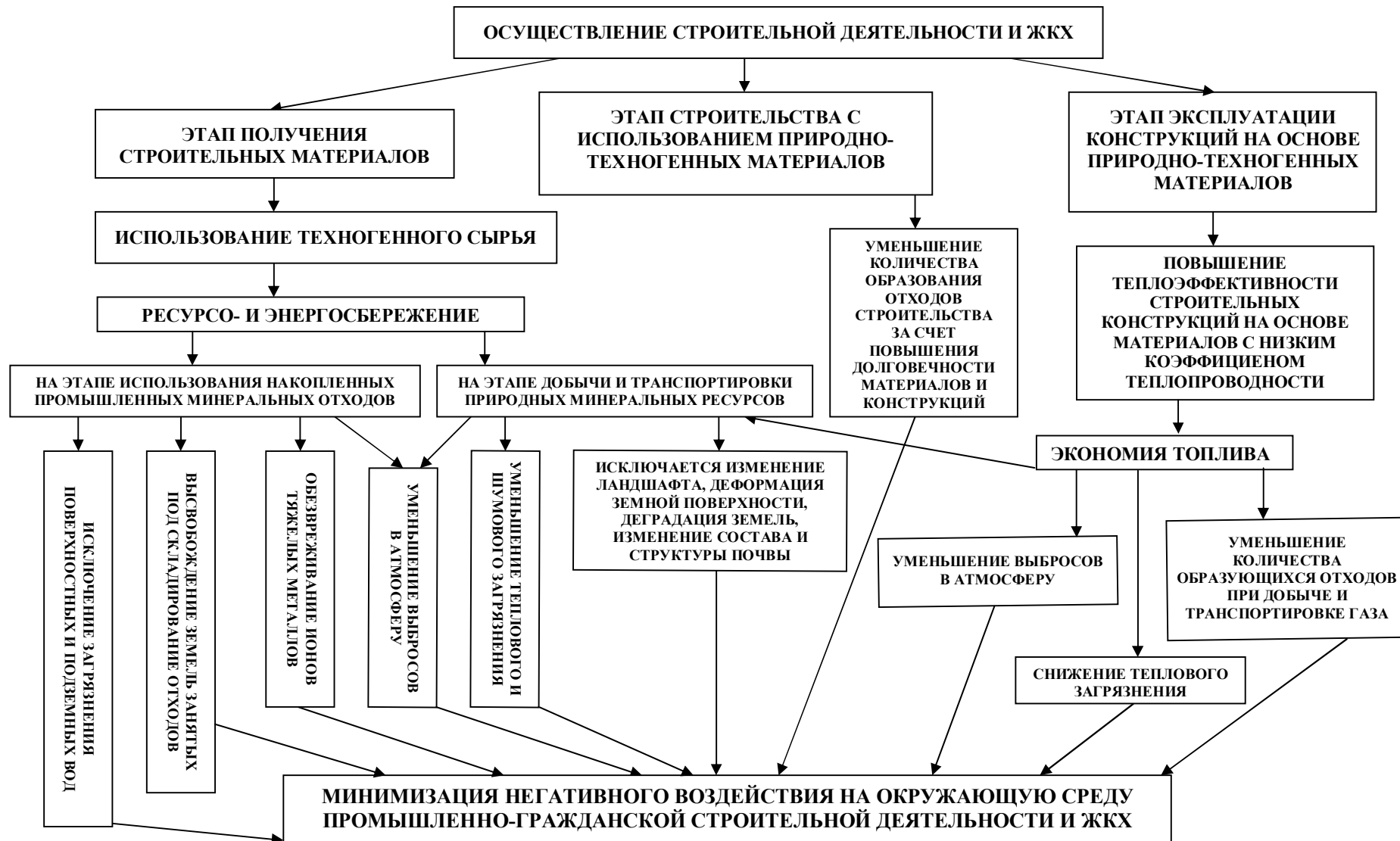


Рисунок 6 – Прогнозируемая минимизация негативного воздействия на окружающую среду строительной деятельности и ЖКХ на различных этапах при получении и использовании природно-техногенных материалов

Используя геохимическую таблицу Н.А. Заварицкого, построенную на основе таблицы Д.И. Менделеева, и учитывая распределение химических элементов в земной коре по декадам В.И. Вернадского с дополнениями А.Е. Ферсмана, а также химический состав техногенного сырья, были оценены химические элементы по энергетическим характеристикам (рисунок 7, таблица 1). Так как коэффициент резерва энергии ($K_{PЭ}$) рассматривался через взаимосвязи со снижением негативного воздействия на окружающую среду, то полагалось, что при введении техногенного минерального сырья соответствующего значения $K_{PЭ}$ превентивность проявится на всех этапах строительной деятельности и ЖКХ, причем не только за счет природо-, энергосохранения, снижения выбросов и т.д., но и через свойства строительных материалов.

Н

Li	Be	B 1,61	C 2,19	N	O 2,83	F													
Na 0	Mg 1,49	Al 1,16	Si 1,59	P 2,04	S 2,02	Cl 2,52													
K 0,84	Ca 1,19	Sc 1,28	Ti 1,33	V 1,31	Cr 1,32	Mn 1,45	Fe 1,54	Co 1,53	Ni 1,48	Cu 1,50	Zn 1,83	Ga	Ge	As	Se				
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te				

Рисунок 7 - Часть геохимической таблицы элементов по А.Н. Заварицкому. Элементы **O, Si** – I декада по В.И. Вернадскому с дополнениями А.Е. Ферсмана; **Al, Fe, Ca, Na, Mg, K, H** - II декада; **_____** - выделены группы элементов: главных горных пород Na, Mg, Al, Si, K, Ca; магматических эманаций B, C, N, O, F, P, S, Cl, группы железа Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Co (по Н.А. Заварицкому); различным цветом показаны основные элементы техногенного сырья; цифрами даны значения $K_{PЭ}$

Таблица 1 - Энергетические критерии оценки некоторых катионов основных фаз минерального техногенного сырья

Элемент	Na	Ca	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
Молярная энергия ионизации, кДж/моль	495,8	589,8	652,7	717,4	761,6	759	736,7	745,4
Относительный коэффициент резерва энергии $K_{PЭ}$ (по Na)	0	1,19	1,32	1,45	1,54	1,53	1,48	1,50

В таблице 1 приведено разделение катионов по энергиям, причем полагалось, что крайние и близкие к ним значения $K_{PЭ}=1,19$ и $K_{PЭ}=1,54$ реализуются и в разных свойствах материалов, определяющих вклад в геоэкологический резерв снижения негативного воздействия на ОС всего цикла строительной деятельности и ЖКХ. Например, полагалось, что снижение теплопроводности материала для строительства при $K_{PЭ}=1,19$ минерального техногенного сырья за счет рассеивания тепла по фонному механизму

передачи энергии приведет к последующему снижению энергозатрат и сбережению энергоресурсов на стадии эксплуатации строительных сооружений, в то время как влияние веществ с $K_{PЭ}=1,54$ проявится за счет более высоких энергий связи, образующихся при синтезе, упрочнения материала, снижения боя и отходов на стадии строительства и последующем сбережении энерго- и природных ресурсов во всем цикле строительной деятельности.

Проверка гипотезы о возможной взаимосвязи энергетических характеристик элементов минерального сырья и уровня снижения негативного воздействия на ОС через свойства материалов для строительства была произведена на модельных керамических системах с вводом 10 % оксидов элементов с различными энергетическими параметрами в керамическую матрицу. Исследования и расчеты $P_{НВ}$ для различных свойств показали (рисунок 8), что например, показатель негативного воздействия, $P_{НВ}$ по свойству «предел прочности при сжатии» снижается при вводе оксидов элементов с более высокими энергетическими параметрами, в то время как ввод оксидов с более низкими энергетическими параметрами снижает $P_{НВ}$ по свойству «коэффициент теплопроводности».

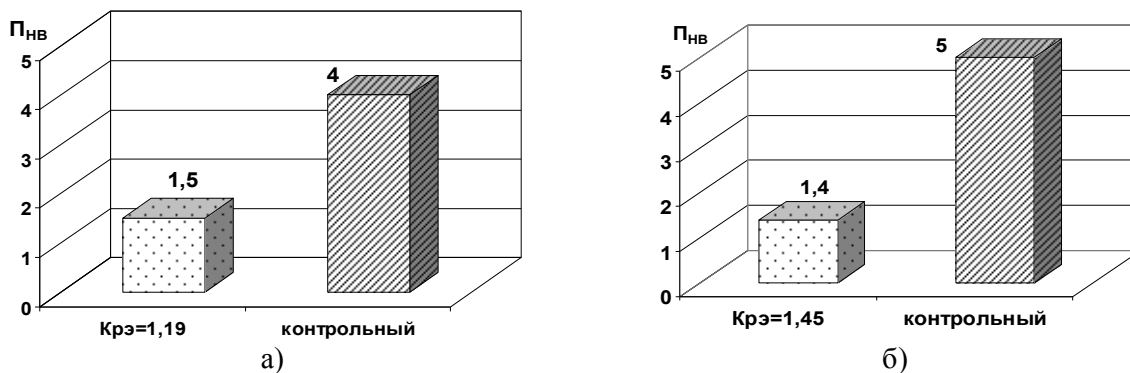


Рисунок 8 - Зависимость $P_{НВ}$ эксплуатационных свойств от энергетических параметров катиона вводимого оксида: а) свойство «коэффициент теплопроводности», б) свойство «предел прочности при сжатии»

Выявленные закономерности были учтены при расчете показателя негативного воздействия, $P_{НВ}$ для образцов по сумме всех эксплуатационных свойств (таблица 2).

Таблица 2 - Показатель негативного воздействия экспериментальных образцов

Экспериментальные образцы	$P_{НВ}$ (по всем эксплуатационным свойствам)
Контрольный - с песком	4,5
Добавка оксида с $K_{PЭ}=1,19$	3,5
Добавка оксидов с $K_{PЭ}=1,45-1,54$	2,0

Данные исследований и анализ показателя негативного воздействия на окружающую среду свидетельствуют о том, что присутствие в исследуемых образцах катионов с $K_{PЭ}=1,45-1,54$, относящихся к d-семейству таблицы Д.И. Менделеева, оказывает влияние на увеличение прочностных характеристик образцов (прочность при изгибе увеличилась в два раза, прочность при сжатии -

от 20 до 40%) и снижает показатель негативного воздействия по сравнению с контрольным по этому свойству. Это объясняется тем обстоятельством, что увеличение прочности строительной керамики за счет сырья с энергетическими параметрами $K_{pэ}=1,45-1,54$ приводит к уменьшению образующихся отходов, например боя кирпича, в результате погрузочно-разгрузочных работ и транспортировки, что в свою очередь уменьшает показатель негативного воздействия на окружающую среду этапа «строительство».

Анализ данных образцов с $K_{pэ}=1,19$ (s-семейство таблицы Д.И. Менделеева) показывает, что присутствие катионов с такими энергетическими параметрами не увеличивает прочностные показатели, но в два раза снижает коэффициент теплопроводности образцов, что даёт возможность получить теплозащитную строительную керамику. Это, в свою очередь, влечет за собой снижение показателя негативного воздействия на окружающую среду этапа ЖКХ «эксплуатация зданий и сооружений», так как снижает расход энергоресурсов, идущих на отопление зданий и сооружений, а также выброс парниковых газов в атмосферу.

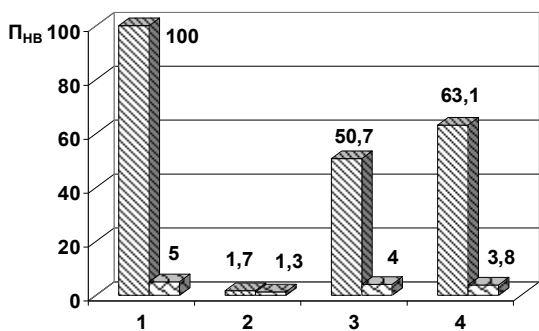


Рисунок 9 - Теоретическая оценка негативного воздействия этапов строительной деятельности и ЖКХ на окружающую среду до и после введения превентивных решений на модельных системах:
1 - производство строительных материалов; 2 - строительство;
3 - эксплуатация зданий и сооружений; 4 - общий

Далее в работе был рассчитан теоретический показатель негативного воздействия строительной деятельности и ЖКХ на модельных системах (рисунок 9) до и после применения превентивных решений по замене природного сырья на минеральное техногенное сырье в соответствии с энергетической природой катиона.

Уменьшение численного значения показателя $\Pi_{нв}$ при использовании превентивных решений обеспечивается сбережением природного сырья, энергии, улучшением эксплуатационных свойств строительной керамики, уменьшением выбросов вредных газов в атмосферу, что и определяет геоэкологический резерв строительной деятельности и ЖКХ.

2. Достигнутые результаты по минимизации негативного воздействия на окружающую среду строительной деятельности и ЖКХ на выделенных этапах в соответствии с системой превентивных методов на примерах получения и эксплуатации строительной керамики разного ассортимента при использовании техногенного сырья с соответствующими значениями $K_{pэ}$.

С помощью системы превентивных методов была оценена возможность минимизации негативного воздействия на ОС строительной деятельности и ЖКХ при использовании строительной керамики различного ассортимента на основе техногенного сырья с соответствующим значением $K_{pэ}$ (рисунок 10).

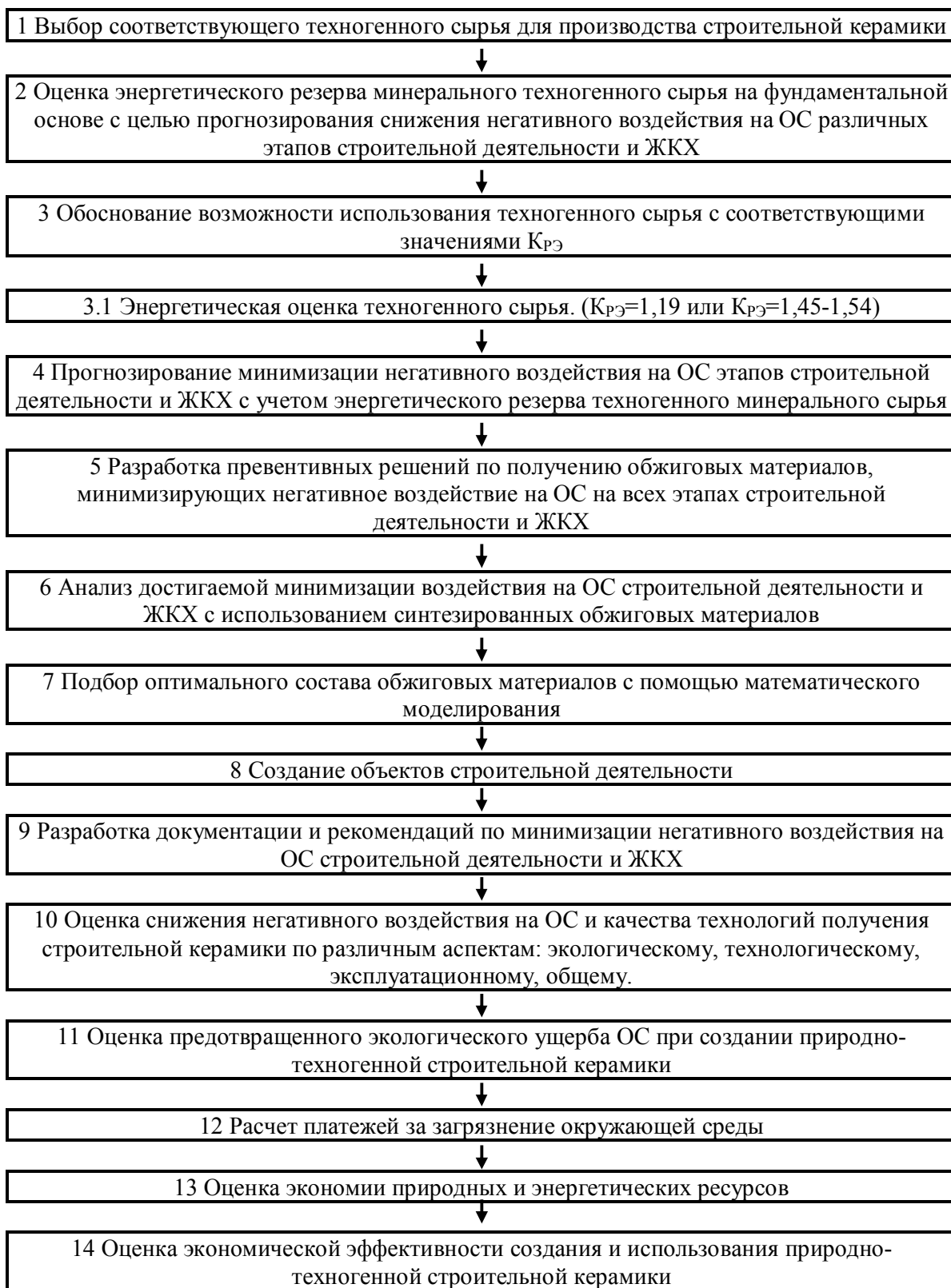


Рисунок 10 – Система превентивных методов защиты природно-техногенных систем и управления ими при осуществлении строительной деятельности и ЖКХ с применением природно-техногенной строительной керамики

Выполняя последовательность действий в соответствии с рисунком 10, по общепринятой технологии на ЗАО «Петрокерамика» была выпущена опытная партия керамического камня, а на ОАО «Ленстройкерамика» - полнотелого кирпича с заменой природного песка на техногенный отход купершлак (с преобладанием элементов со значением $K_{PЭ}$ 1,54 (таблица 1)). Был оценен показатель негативного воздействия (таблица 3) и качество продукции, показано, что показатель негативного воздействия, $P_{НВ}$, на этапе производства материала снизился, а качество материала повысилось.

С другой стороны, поскольку для получения теплозащитного кирпича необходимо использовать техногенное сырье со значением $K_{PЭ}$ 1,19 (таблица 1), учитывая наряду с энергетической природой и пористую структуру сырья, то для производства были выбраны гранулированные доменные шлаки (ГДШ) и отходы пенобетона (кальцийсодержащие техногенные продукты).

В работе была проведена статистическая обработка результатов наблюдений; также при использовании аппарата регрессионного анализа были построены математические модели эксперимента при получении керамического кирпича на основе техногенного минерального сырья. Оценка моделей показала, что они адекватны и хорошо описывают полученные в ходе эксперимента результаты. Наиболее перспективным оказался состав при совместном присутствии ГДШ и боя пенобетона (патенты РФ № 2397153, 2412131), разработаны ТУ 5741-003-01115840-2009 «Керамический кирпич лицевой». Опытные партии камня использованы для внутренней отделки помещений. Для большего понижения значения $P_{НВ}$ было опробовано

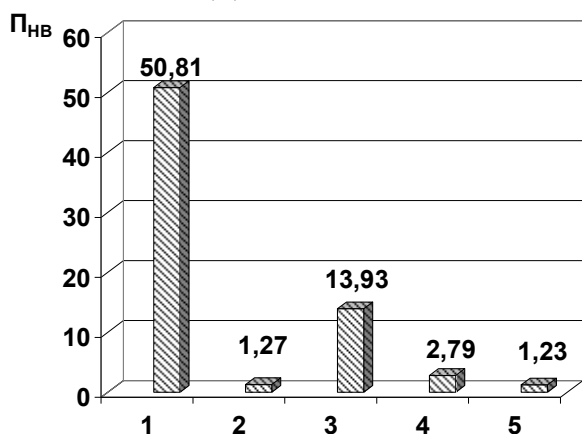


Рисунок 11 - Показатель негативного воздействия $P_{НВ}$ этапа «производство строительных материалов» при использовании минерального техногенного сырья различной природы: 1 – песок;

2 – купершлак ($K_{PЭ}=1,54$);

3 - бой пенобетона ($K_{PЭ}=1,19$);

4 - ГДШ и бой пенобетона ($K_{PЭ}=1,19$);

5 - ГДШ и купершлак ($K_{PЭ}=1,19 - 1,54$)

совместное использование отходов с различными значениями $K_{PЭ}$ (1,19 и 1,54), а также были исследованы различные составы с целью подбора оптимальных показателей согласно ГОСТ 530-2007 «Кирпич и камень керамические» и определен показатель негативного воздействия этапа «производство строительных материалов» при использовании минерального техногенного сырья с различным коэффициентом резерва энергии, $K_{PЭ}$ (рисунок 11).

Для обобщенной оценки $P_{НВ}$ всей строительной деятельности и ЖКХ для этапа «производство строительных материалов», были усреднены показатели $P_{НВ}$ превентивных решений 2, 4, 5 (рисунок 11) и принято значение этапа 1,76. При оценке $P_{НВ}$ этапа

«строительство» принималось в расчет то обстоятельство, что техногенное сырье с повышенными энергетическими параметрами увеличивает прочностные показатели изделий в 2-3 раза. Значение $P_{НВ}$ составило 1,25. С целью расчета показателя негативного воздействия на окружающую среду этапа «эксплуатация зданий и сооружений» был произведен теплофизический расчет - определение толщины стены проектируемого здания из синтезируемых материалов (таблица 3). Теплофизический расчет ограждающих конструкций выполнялся в соответствии с нормами строительной теплотехники и с учетом климатических характеристик заданного района строительства в соответствии с требованиями и по методикам, изложенным в СНиП II-3-79* "Строительная теплотехника", СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий" и СНиП 23-01-99 "Строительная климатология ". Были рассчитаны теплопотери $Q_{т.п.}$, Вт через ограждающие конструкции (стены) для материалов с различным коэффициентом теплопроводности. Расчет показал, что использование строительной керамики с техногенным сырьем ($K_{рЭ}=1,19$) сокращает теплопотери в 2-2,5 раза, что снижает выбросы углекислого газа и, в целом снижает показатель негативного воздействия этапа «эксплуатация зданий и сооружений» (таблица 3). Обобщенный показатель негативного воздействия этапа «Эксплуатация зданий и сооружений» составил 1,9 (таблица 4).

Таблица 3 – Показатель негативного воздействия, $P_{НВ}$, этапа «эксплуатация зданий и сооружений» с учетом природы различных стеновых материалов

Стеновой материал кладки	Плотность, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)		Толщина, м	$P_{НВ}$
		в сухом состоянии	в условиях эксплуатации		
Кирпич керамический полнотелый (контрольный)	1800	0,56	0,81	2,44	50,7
Кирпич керамический полнотелый (отход – пенобетон, ГДШ $K_{рЭ}=1,19$)	1500	0,24	0,40	1,22	1,7
Кирпич керамический полнотелый (отходы ГДШ, купершлак $K_{рЭ}=1,19-1,54$)	1800	0,29	0,42	1,28	1,9
Кирпич керамический пустотелый (контрольный)	1250	0,28	0,47	1,43	2,4
Камень керамический пустотелый (отход – пенобетон $K_{рЭ}=1,19$)	900	0,15	0,20	0,61	1,2

Результаты теоретических и практических расчетов показателя негативного воздействия, $P_{НВ}$, строительной деятельности и ЖКХ в рамках разработанной системы превентивных методов представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Теоретические и практические показатели негативного воздействия на окружающую среду строительной деятельности и ЖКХ до и после введения превентивных решений по строительной керамике

Период времени	Показатель негативного воздействия, $P_{НВ}$ на этапах строительной деятельности и ЖКХ							
	Производство строительных материалов		Строительство		Эксплуатация зданий и сооружений		Общий	
	Теор.	Практ.	Теор.	Практ.	Теор.	Практ.	Теор.	Практ.
До превентивных мероприятий	100	100	1,67	1,67	50,7	50,7	63,1	63,1
После превентивных мероприятий	5,0	1,76	1,25	1,25	4,0	1,90	3,80	1,73

Еще одним примером подтверждения системы превентивных методов для снижения нагрузки на ОС может служить производство лицевого кирпича объемного окрашивания. Для объемного окрашивания был использован осадок, образующийся при мойке железнодорожного транспорта, содержащий в основном оксиды железа ($K_{рз}=1,54$). Для решения задачи оптимизации состава керамической шихты с использованием стабилизированного осадка, был проведен регрессионный анализ, найден оптимальный состав, при котором утилизируется максимальное количество отхода и достигаются наилучшие технические характеристики керамического материала. При этом показатель $P_{НВ}$ этапа «производство строительных материалов» снизился со 100 до 13,8.

Еще одним примером использования превентивного метода может быть замена дорогостоящих природных компонентов при производстве глазури на минеральное техногенное сырье (кислый отход гальванического производства). Были разработаны ТУ 2362-006-07519745-2000 «Раствор солевой в глазурь «Мифол-42», состав глазури запатентован. Прочность связывания тяжелых металлов, входящих в состав техногенного минерального сырья, была оценена по вымываемости их из образцов методом атомно-абсорбционного анализа согласно МУ 2.1.674-97 «Методические указания санитарно-гигиеническая оценка стройматериалов с добавлением промтоходов». Миграция ионов тяжелых металлов в окружающую среду не происходит.

В таблице 5 представлены расчеты по сбережению природного сырья и энергоресурсов, освобождению земель, занятых под складирование отходов, которые характеризует значение $P_{НВ}$. Снижение показателя $P_{НВ}$ по сравнению с теоретическим, равным 63,1, которое представлено в натуральных величинах, иллюстрирует геоэкологический резерв использования превентивных методов,

основанных на учете природы минерального техногенного сырья, на всех этапах строительной деятельности и ЖКХ.

Таблица 5 – Управление природно-техногенными системами в результате некоторых превентивных решений (в пересчете на внедрение только 1% в производство)

Этапы строительной деятельности и ЖКХ	Снижение нагрузки на ОС в превентивных решениях за счет техногенного сырья			
	Купершлак, $K_{p3}=1,54$	Осадок от мойки железнодорожных составов $K_{p3}=1,54$	ГДШ и отсеб пенобетона, $K_{p3}=1,19$	Бой пенобетона, $K_{p3}=1,19$
Этап производства строительных материалов (116,3 млн. шт. условного кирпича в год)	<i>Экономия</i> природного песка – 69767,4 т; природного газа – 1744,2 т <i>на сумму 20272,1 тыс. руб.</i> Снижение выбросов CO_2 на 4796,5 т Освобождение 5,8 га земель	<i>Экономия</i> природной глины – 20930,2 т, песка – 6976,7 т <i>на сумму 7772,1 тыс. руб.</i> Снижение выбросов SO_3 – 55,4 т Освобождение 4,65 га земель	<i>Экономия</i> природного песка – 104651,2 т, глины – 34883,7 т <i>на сумму 39558,1 тыс. руб.</i> Снижение выбросов SO_3 – 90,7 т Освобождение 21,5 га земель	<i>Экономия</i> природного песка – 87209,3 т, глины – 34883,7 т <i>на сумму 34570,2 тыс. руб.</i> Снижение выбросов SO_3 – 90,7 т Освобождение 26,2 га земель
Этап строительства	Уменьшение отходов в 2 раза	–	–	–
Этап эксплуатации зданий и сооружений, в год (24 условных 14-ти этажных дома)	<i>Экономия</i> природного газа – 12,2 т <i>на сумму 2441,9 тыс. руб.</i> Снижение выбросов CO_2 на 33,7 т	<i>Экономия</i> природного газа – 12,2 т <i>на сумму 2441,9 тыс. руб.</i> Снижение выбросов CO_2 на 33,7 т	<i>Экономия</i> природного газа – 18,6 т <i>на сумму 3662,8 тыс. руб.</i> Снижение выбросов CO_2 на 51,2 т	<i>Экономия</i> природного газа – 24,4 т <i>на сумму 4883,7 тыс. руб.</i> Снижение выбросов CO_2 на 67,44 т
Общий $P_{нв}$ строительной деятельности и ЖКХ	До превентивных решений $P_{нв}=63,1$			
	2,23	8,56	2,38	7,8

В соответствии со ст.16 Федерального закона "Об охране окружающей среды" от 10 января 2002 года N 7-ФЗ: негативное воздействие на окружающую среду является платным. Была рассчитана плата за размещение отходов и величина предотвращенного экологического ущерба для различных технологий утилизации отходов. Предотвращенный экологический ущерб определялся по видам природных ресурсов (вода, атмосфера, земельные ресурсы, включая загрязнение и захламление отходами, лесные ресурсы, биоресурсы). Результаты расчетов при производстве 1% кирпичей в год от числа общего производства керамического кирпича представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Плата за размещение отходов и величина предотвращенного экологического ущерба в рамках системы превентивных методов только для 1 % производства природно-техногенных материалов

Наименование отхода	Количество отхода, т	Плата за негативное воздействие на ОС, тыс. руб.	Предотвращенный экологический ущерб, тыс. руб.
Купершлак	69767,4	40262,8	4875,6
Осадок от мойки ж/д вагонов	27907,0	15319,8	1734,9
Череповецкий шлак	87209,3	50328,5	3823,3
Бой пенобетона	122093,0	70459,9	8707,0
Череповецкий шлак и бой пенобетона	139534,9	80654,6	8310,5
Мартеновская пыль	296,5	170,9	-
Кислые стоки от гальванических работ	154,6	268,3	701,2
Итого	446962,7	257464,8	28152,5

3. Достигнутые результаты по минимизации негативного воздействия на окружающую среду строительной деятельности в соответствии с системой превентивных методов на примере печестроения в кирпичной промышленности и получении жаростойких композиционных материалов при использовании минерального техногенного сырья с соответствующими значениями $K_{PЭ}$.

С помощью системы превентивных методов была оценена реальная возможность снижения негативного воздействия на ОС строительной деятельности на примере печестроения и получения жаростойких композиционных материалов, что обусловлено особенностями производства керамического кирпича.

Система превентивных методов снижения негативного воздействия на ОС производства и использования жаростойких композиционных материалов представлена на рисунке 12.

Снизить показатель $P_{НВ}$ для печестроения возможно за счет повышения термостойкости и прочности на удар футеровочных жаростойких блоков путем использования техногенного сырья в виде ошлакованного шамотного лома и гальванического нейтрализованного шлама ($K_{PЭ}=1,45-1,54$), который может повысить эти характеристики и увеличить долговечность синтезируемого материала. Были разработаны технические условия ТУ 2133-005-07519745-2000. Добавка в жаростойкий бетон "Мифол-41" и получен патент РФ № 2187482. Для увеличения термостойкости и теплоэффективности путем увеличения пористости использовался дробленый бой пенобетона. Для увеличения температуры применения и термостойкости жаростойких материалов использовалось периклазохромитовое техногенное сырье в сочетании с отходом гальванического производства ($K_{PЭ}=1,19-1,54$).

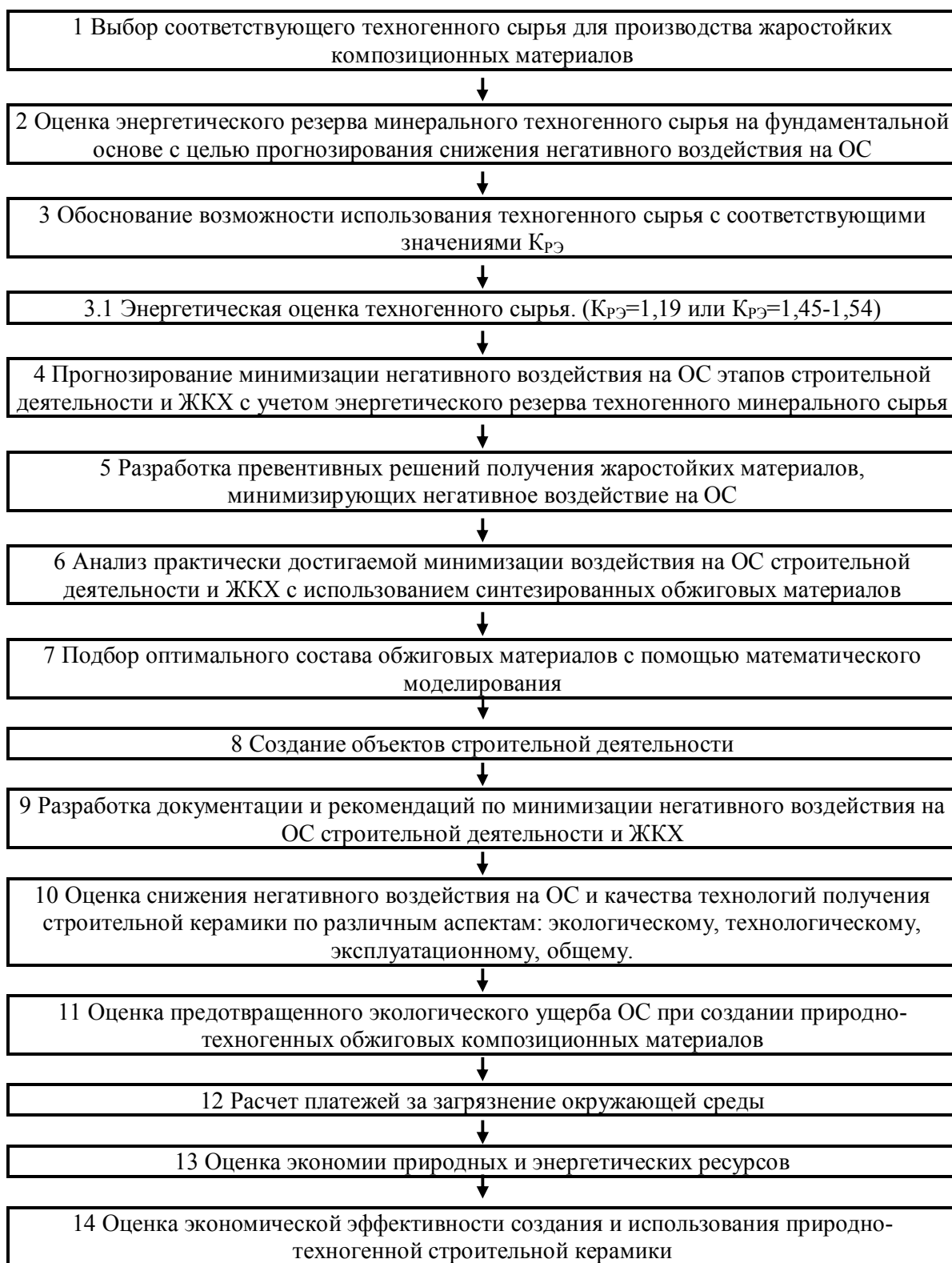


Рисунок 12 – Система превентивных методов снижения негативного воздействия на ОС при осуществлении строительной деятельности с применением природно-техногенных жаростойких композиционных материалов

Новизна разработанных превентивных решений запатентована (патенты РФ № 2243182, № 2366632).

Показатель негативного воздействия для различных превентивных решений получения жаростойкого бетона приведен в таблице 7.

Таблица 7 – $P_{НВ}$ превентивных решений при производстве жаростойкого бетона

Сырье в превентивных решениях	$K_{РЭ}$	$P_{НВ}$
Шамотный кирпич	–	100
Шамотный лом	–	33,6
Ошлакованный шамотный лом	1,19 - 1,54	2,28
Ошлакованный шамотный лом и добавка гальваношлама	1,19 - 1,83	1,73
Периклазохромитовый порошок и кислые стоки из ванн травления	1,19 - 1,54	2,39
Ошлакованный шамотный лом, бой пенобетона и добавка гальваношлама	1,19 - 1,83	1,81

Была проверена миграция ионов тяжелых металлов из образцов в окружающую среду и установлено ее полное отсутствие.

Наряду с тяжелыми жаростойкими бетонами различной плотности был разработан и ячеистый бетон. Для создания устойчивой пены была использована стабилизирующая добавка, полученная из отхода ЖКХ (осадка природных вод); для добавки на основе осадка природных вод (добавка АЛ-1) был разработан проект технических условий ТУ 2133-001-07519745-2010.

Также были разработаны превентивные решения снижения $P_{НВ}$ для полифункциональных сухих жаростойких смесей с повышенной прочностью, долговечностью и теплозащитными свойствами.

Для выполнения футеровок важную функцию выполняют швы между отдельными штучными огнеупорами. Технология и состав кладочных смесей является одним из решающих, факторов влияющих на долговечность всей футеровки. Для футеровок сводов печей и подов обжиговых вагонеток, термоизоляции труб и т.д. были разработаны превентивные решения и получены различные виды жаростойких кладочных смесей и термоизоляционных масс на основе минерального техногенного сырья с различными значениями $K_{РЭ}$, а также разработаны ТУ 5745-001-98593931-2009; получены патенты РФ № 2388714, 2387622, 2360876, 2370468, 2426707.

Анализ превентивных решений по снижению негативного воздействия на окружающую среду по значениям показателей $P_{НВ}$ представлен в таблице 8, данные которой свидетельствуют о снижении показателя при производстве жаростойких композиционных материалов более чем на порядок.

В таблице 9 представлены расчеты по сбережению природного сырья и энергоресурсов, сохранению земель, которые характеризует значение $P_{НВ}$. Снижение показателя $P_{НВ}$, приведенного в натуральных величинах, иллюстрирует геоэкологический резерв использования превентивных методов, основанных на учете природы минерального техногенного сырья, на этапах строительной деятельности.

Таблица 8 – Показатели негативного воздействия, $P_{НВ}$ превентивных решений для жаростойких композиционных материалов различного назначения

Ассортимент жаростойких композиционных материалов	Энергетические параметры техногенного сырья	Составляющие	$P_{НВ}$	
			до	после
Кладочный раствор	$K_{PЭ}=1,19$	Пресс-порошок, ГДШ, силикат-глыба	51,87	1,32
Кладочный раствор	$K_{PЭ}=1,16-1,54$	Песок, глина, периклазо-хромит, цемент	51,87	1,27
Кладочный раствор	$K_{PЭ}=1,19-1,54$	Песок, глина, периклазо-хромитовая пыль, цемент, силикат-глыба	51,87	1,14
Термоизоляционная масса	$K_{PЭ}=1,19-1,44$	ГДШ, нефелиновый шлам, жидкое стекло, кембрийская глина, добавка АЛ-1	51,61	1,39
Термоизоляционная масса	$K_{PЭ}=1,19-1,44$	ГДШ, нефелиновый шлам, жидкое стекло	51,61	1,26
Термоизоляционная масса	$K_{PЭ}=1,19$	Пресс-порошок, ГДШ, жидкое стекло	51,61	1,62
Клеевая композиция	$K_{PЭ}=1,19$	Нефелиновый шлам, ГДШ, жидкое стекло	51,61	1,23

Таблица 9 – Управление природно-техногенными системами в результате некоторых превентивных решений (в пересчете для 1% производства)

Этапы строительной деятельности	Снижение нагрузки на ОС в превентивных решениях за счет техногенного сырья	
	$K_{PЭ}=1,54$ ошлакованный шамотный лом и гальваношлам	$K_{PЭ}=1,19$ ГДШ
Этап производства строительных материалов	<i>Экономия шамотной глины – 197,7 т; песка – 85,6 т, на сумму 2001,2 тыс. руб. Снижение выбросов CO₂ на 63,9 т</i>	<i>Экономия природного песка – 87209,3 т, на сумму 24941,9 тыс. руб. Освобождение 7,9 га земель</i>
Этап эксплуатации	Материальные затраты снижаются в 1,9 раза и увеличивается срок службы футеровки в два раза	<i>Экономия природного газа – 75424,2 м³ на сумму 11511,6 тыс. руб. Снижение выбросов CO₂ на 259,3 т</i>
$P_{НВ}$	1,73	1,48

В рамках системы превентивных методов была рассчитана плата за загрязнение окружающей среды и величина предотвращенного экологического ущерба для различных превентивных решений. При создании жаростойких композиционных материалов для обслуживания печей, производящих 1% керамического кирпича, плата за размещение отходов составит 133,4 тыс. руб.

4. Теоретическое обоснование минимизации негативного воздействия на окружающую среду промышленно-гражданской строительной

деятельности при использовании модифицированного техногенного сырья. Оценка качества и экологической безопасности жизненного цикла строительной деятельности с модифицированным техногенным сырьем.

С учетом реалий сегодняшнего дня большой практический интерес представляет применение системы превентивных методов, которая дала бы возможность обезвреживать ионы тяжелых металлов и не допускать их последующее появление в ОС.

На рисунке 13 представлена система превентивных методов снижения негативного воздействия строительной деятельности и ЖКХ при использовании отходов этой деятельности при их модификации.

В рамках системы превентивных методов рассматривалось производство алюмосиликатных сорбентов на основе глиносодержащего компонента в виде отхода пресспорошка различного состава (патент РФ № 2375101). В качестве сорбентов также использовалось техногенное сырье, образующееся в процессе водоподготовки (осадок от очистки природных вод) и отходы стройиндустрии (бой пенобетона), которые показали хорошие сорбционные свойства по отношению к ионам тяжелых металлов. Разработаны технические условия ТУ 0330-003-01115840-10 «Сорбент для доочистки сточных вод от ионов тяжелых металлов». Так как отработанные сорбенты удерживают на своей поверхности большое количество ионов тяжелых металлов, то было предположено, что при соблюдении условий технологической пригодности они могут использоваться при производстве строительной керамики. В таблице 10 представлены результаты испытаний полученных сорбентов в качестве реагентов, иммобилизирующих тяжелые металлы, свидетельствующие о возможности их успешного использования.

Таблица 10 - Характеристики разработанных сорбентов

Наименование сорбента	Величина адсорбции, мг/г			Процент очистки		
	Zn	Cd	Cu	Zn	Cd	Cu
Пресспорошок, температура обжига 600 °С	8,1	13,5	8,0	99,5	95,5	99,9
Бой пенобетона, температура обжига 400 °С	8,16	14,05	7,93	99,85	99,99	99,88
Отходы от водоподготовки, температура обжига 600 °С	0,31 по железу			95 по железу		

Сорбент на основе пресспорошка прошел испытания на очистных сооружениях Вагонного ремонтного депо Санкт-Петербург сортировочный Витебский Октябрьской дирекции филиала ОАО «РЖД».

Были выпущены лабораторные образцы керамических материалов, которые по свойствам соответствовали ГОСТ 530-2007 «Кирпич и камень керамические», получен патент РФ № 2416585. Снижение негативного воздействия строительной деятельности и ЖКХ при использовании модифицированного техногенного сырья представлено в таблице 11.



Рисунок 13 – Система превентивных методов защиты природно-техногенных систем и управления ими при осуществлении строительной деятельности с применением природно-техногенных керамических материалов с модифицированным техногенным сырьем

Таблица 11 – Снижение негативного воздействия на ОС модифицированного техногенного сырья по системе превентивных методов

Коэффициент резерва энергии техногенного сырья	Техногенное сырье	Показатель негативного воздействия, П _{НВ}		
		Экологический аспект	Эксплуатационный аспект	Общий
$K_{РЭ}=1,43 -1,83$	Отработанный сорбент	1,0	2,02	1,51

Анализ показал, что при вовлечении отработанных сорбентов в производство возможна экономия природного песка до 10%, снижение температуры обжига на 10 °С и увеличение прочности кирпича на 20%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная диссертация является научно-квалификационной работой, в которой, на основании выполненных автором исследований, предложена система превентивных методов снижения негативного воздействия на ОС, выявлен ее геоэкологический резерв при использовании минерального техногенного сырья с соответствующими значениями $K_{РЭ}$, что может быть квалифицировано как разработка научно обоснованных технических и технологических решений, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие экономики страны и улучшение ее экологического состояния.

Основные научные и практические результаты работы, полученные лично автором:

1. Разработана система превентивных методов в соответствии с которой, предложены и проанализированы этапы промышленно-гражданской строительной деятельности и ЖКХ, негативно воздействующие на окружающую среду, на примере получения и использования строительной керамики; предложен специальный количественный показатель негативного воздействия, П_{НВ}, для оценки такого воздействия. Доказана с помощью показателя П_{НВ} необходимость превентивных решений, осуществление которых обнаруживает геоэкологический резерв, позволяющий снижать негативное воздействие на ОС строительной деятельности и ЖКХ.

2. В качестве научной основы системы превентивных методов предложена энергетическая природа основных фаз техногенных минеральных продуктов, используемых вместо природного сырья на этапе получения материалов. Для характеристики энергетической природы техногенного сырья предложено использовать введенный в работе относительный коэффициент резерва энергии ($K_{РЭ}$). Рассчитано с помощью введенного количественного показателя П_{НВ} теоретически прогнозируемое снижение негативного воздействия на природно-техногенные системы строительной деятельности и ЖКХ, основанное на учете $K_{РЭ}$.

3. Показано, что превентивный метод и использование геоэкологического резерва строительной деятельности и ЖКХ при вовлечении в производство техногенного минерального сырья с соответствующими значениями $K_{РЭ}$

($K_{p\text{Э}}=1,19$, $K_{p\text{Э}}=1,54$), минимизируют негативное воздействие на окружающую среду, что выражается, во-первых, в сбережении природного сырья при его замене на техногенное минеральное сырье и освобождении земель, занятых под их складирование; во-вторых, в снижении выбросов парниковых и кислотообразующих газов на этапе производства; в-третьих, в снижении коэффициента теплопроводности, полученного керамического материала, что приводит к сбережению природного топлива и снижению выбросов парниковых газов на этапе эксплуатации объектов строительства из природно-техногенной строительной керамики; в-четвертых, в снижении количества образующихся строительных отходов (боя кирпича) с соответствующим снижением потребления природных ресурсов.

4. Показано, что замена части природного сырья на техногенное только для 1% производимого кирпича в России даст экономию природного сырья от 6976,7 до 122093,2 т на сумму от 7 до 163 млн. руб.; высвобождение от 5,8 до 26,1 га земель, занятых под складирование отходов; уменьшение от 7 до 400 т вредных выбросов в атмосферу; уменьшение энергозатрат в 2 раза при эксплуатации зданий и сооружений за счет снижения коэффициента теплопроводности кирпича от 0,35 до 0,15 Вт/(м·°С) ($K_{p\text{Э}} 1,19$), что в 3 раза уменьшает выбросы парниковых газов; уменьшение отходов, образующихся при строительстве в два раза ($K_{p\text{Э}} 1,54$). Установлено, что общий показатель негативного воздействия ($\Pi_{\text{НВ}}$) строительной деятельности и ЖКХ снижается с 63,1 до 1,73. Новизна превентивных решений, реализованных в строительном цикле на примере строительной керамики, защищена патентами РФ № 2205161, 2397153, 2412131, 2191763; разработанными проектами технических условий ТУ 5741-003-01115840-2009, ТУ 2362-006-07519745-2000, ТУ 23 2299-001-07519745-2010; оценены предотвращенный экологический ущерб и плата за загрязнение окружающей среды.

5. Показано, что превентивный метод и использование геоэкологического резерва промышленно-гражданской строительной деятельности на примере печестроения в кирпичном производстве и синтезе жаростойких композиционных материалов приводит к снижению нагрузки на окружающую среду. Показано на примере использования техногенного сырья с $K_{p\text{Э}}=1,19$ для жаростойкого бетона (в пересчете на 1% производства керамического кирпича) уменьшение выброса CO_2 от 64 до 316 т в год; освобождение от 17,4 до 40,7 га земель, занятых под складирование отходов и экономия около 279 т природного минерального сырья при замене его на техногенное сырье. При этом общий показатель негативного воздействия ($\Pi_{\text{НВ}}$) снижается с 100 до 1,48. Новизна превентивных решений, реализованных в данном строительном цикле, защищена патентами РФ № 2187482, 2366632, 2370468, 2360876, 2388714, 2387622, 2243182, 2426707, разработанными проектами технических условий ТУ 5745-001-98593931-2009, 5745-002-77663403-2010, 2133-005-07519745-2000, 2133-001-07519745-2010; рассчитан предотвращенный экологический ущерб и плата за загрязнение окружающей среды.

6. Показано, что превентивные решения и использование геоэкологического резерва модифицированного ионами тяжелых металлов техногенного сырья на

основе отходов строительной деятельности и ЖКХ, позволяет минимизировать негативное воздействие на окружающую среду и снизить показатель $P_{НВ}$ с 63,1 до 1,51 при реализации их в строительном цикле. Новизна решений защищена патентами РФ № 2375101, 2416585, разработанными проектом технических условий ТУ 0330-003-01115840-10 и доказательством экологической безопасности жизненного цикла строительной деятельности.

7. Новизна разработок в целом защищена 14 патентами, 9 ТУ, гигиеническими сертификатами и актами испытаний продукции в сертифицированной экологической лаборатории. Опытно-промышленное апробирование проводилось на предприятиях ОАО «Ленстройкерамика», ЗАО «Петрокерамика», ООО «Образь», ЗАО «Керамика», ООО «НПО «Максимус», ООО «Цемтех», Вагонное ремонтное депо Санкт-Петербург сортировочный Витебский Октябрьской дирекции филиала ОАО «РЖД» и реализовано в строительстве объекта часовни Александра Невского на территории ПГУПС и фрагментов обжиговых печей ООО «Образь». Патент №2370468 «Термоизоляционная масса» награжден золотой медалью «Innovations for investments to the future» ARBU (американо-российский деловой союз) в области инновационных разработок. Общий предотвращенный экологический ущерб окружающей природной среде в рамках системы превентивных методов составил свыше 28 млн. руб. в год при замене только 1% традиционного производства.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

Монографии

- 1 Геоэкологический резерв технологий, материалов и конструкций в строительстве при использовании промышленных минеральных отходов / Н.А. Бабак, Л.Л. Масленникова, А.М. Славина. СПб: ПГУПС, 2011. – 86 с.
- 2 Оценка качества технологий в строительстве, экологии и экономике / Л.Б. Сватовская, М.В.Шершнева, Н.А. Бабак и др. СПб.: ПГУПС, 2011 – 85 с.
- 3 Инженерно-химические и естественно-научные основы создания новых эко- и геозащитных технологий / Л.Б. Сватовская, Л.Л. Масленникова, Н.А. Бабак и др. - СПб.: ПГУПС, 2011 – 89 с.
- 4 Использование минеральных отходов в строительном материаловедении / Н.А. Бабак, Л.Л. Масленникова, М. Абу-Хасан. В кн.: Цементы, бетоны, строительные растворы и сухие смеси. Нормативная документация. Часть III: Справ. СПб.: НПО «Профессионал», 2010. – С.129-179.

Научные статьи в журналах, рекомендуемых перечнем ВАК Минобрнауки России

- 5 Бабак Н.А. Геоэкологический резерв управления качеством окружающей среды в строительстве на этапах производства материалов / Н.А. Бабак, Н.В. Мархель // Естественные и технические науки. 2011. № 2. С. 315-316.
- 6 Бабак Н.А. Геоэкологический резерв технологий, материалов и конструкций в строительстве при использовании промышленных минеральных

отходов // Известия Петербургского государственного университета путей сообщения. 2011. Вып.1 (26). С. 113-119.

7 Бабак Н.А. Превентивный метод оценки состояния, защиты природно-техногенных систем и управления ими при осуществлении строительной деятельности и ЖКХ // Известия Петербургского государственного университета путей сообщения. 2011. Вып.3 (28). С. 114-121.

8 Бабак Н.А. Решение проблем энергосбережения при использовании природно-техногенных строительных материалов // Экология урбанизированных территорий. 2011. Вып. 2. С. 77-79.

9 Бабак Н.А. Технология утилизации осадка природных вод / Н.А. Бабак, Л.Л. Масленникова, М.В Шершнева и др. // Экология урбанизированных территорий. 2008. № 3. С. 82–85.

10 Бабак Н.А. Использование естественнонаучных классификационных признаков твердых техногенных отходов для прогнозирования их утилизации // Естественные и технические науки. 2008. № 3. С. 241-246.

11 Бабак Н.А. Утилизация гальванических осадков при получении обжиговых материалов улучшенного качества / Н.А. Бабак, Л.Л. Масленникова // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2008. № 3. Том. 2. С. 62-65.

12 Бабак Н.А. Геозащитная технология утилизации отработанных минеральных масел на транспорте / Н.А. Бабак, Л.Л. Масленникова, М. Абу-Хасан // Естественные и технические науки - 2008. № 5. С. 232-235

13 Бабак Н.А. Применение керамических сорбентов для очистки сточных вод // Естественные и технические науки. 2009. № 4. С. 435-436.

14 Бабак Н.А. Утилизация нефтезагрязненного балластного щебня при производстве строительной керамики / Н.А. Бабак, Л.Л. Масленникова // Экология и промышленность России. апрель 2009. С. 12-13.

15 Бабак Н.А. Использование промышленных отходов при производстве жаростойких бетонов / Н.А. Бабак, Л.Л. Масленникова, А.М. Славина // Экология урбанизированных территорий. 2009. Вып. 1. С. 72-75.

16 Бабак Н.А. Особенности получения автоклавного пенобетона по резательной технологии и утилизация образующихся отходов / А.М. Сычева, Н.А. Бабак, Д.И. Дробышев, А.М. Кривокульская // Бетон и железобетон. 2009. № 2. С. 20-22.

17 Бабак Н.А. Учет особенностей электронного строения промышленных отходов с целью их утилизации при производстве жаростойких бетонов // Безопасность жизнедеятельности. 2009. № 11. С. 20-24.

18 Бабак Н.А. Геоэкологические решения по созданию эффективной строительной керамики на базе техногенного силикатного сырья / Н.А. Бабак, Л.Л. Масленникова, А.М. Славина // Известия Петербургского государственного университета путей сообщения. 2010. Вып.2 (23). С. 220-230.

Патенты на изобретения

19 Пат. № 2187482 Рос. Федерация. Жаростойкий бетон - заявл. 18.10.2000; опубл. 20.08.2002, Бюл. № 23.

- 20 Пат. № 2191763 Рос. Федерация. Глазурный шликер - заявл. 18.10.2000; опубл. 27.10.2002, Бюл. № 30.
- 21 Пат. № 2205161 Рос. Федерация. Сырьевая смесь для изготовления пористого строительного материала - заявл. 14.08.2001; опубл. 27.05.2003, Бюл. № 15.
- 22 Пат. № 2243182 Рос. Федерация. Жаростойкий бетон - заявл. 27.08.2003; опубл. 27.12.2004, Бюл. № 36.
- 23 Пат. № 2360876 Рос. Федерация. Клеевая композиция - заявл. 20.02.2008; опубл. 10.07.2009, Бюл. № 19.
- 24 Пат. № 2366632 Рос. Федерация. Жаростойкий бетон - заявл. 15.02.2008; опубл. 10.09.2009, Бюл. № 25.
- 25 Пат. № 2370468 Рос. Федерация. Термоизоляционная масса - заявл. 21.04.2008; опубл. 20.10.2009, Бюл. № 29.
- 26 Пат. № 2375101 Рос. Федерация. Способ получения гранулированного фильтрующего материала - заявл. 21.07.2008; опубл. 10.12.2009, Бюл. № 34.
- 27 Пат. № 2387622 Рос. Федерация. Жаростойкий кладочный раствор - заявл. 24.02.2009; опубл. 27.04.2010, Бюл. № 12.
- 28 Пат. № 2388714 Рос. Федерация. Жаростойкая кладочная смесь - заявл. 24.02.2009; опубл. 10.05.2010, Бюл. № 13.
- 29 Пат. № 2397153 Рос. Федерация. Керамическая масса светлого тона для лицевого кирпича - заявл. 01.07.2009; опубл. 20.08.2010; Бюл. № 23.
- 30 Пат. № 2412131 Рос. Федерация. Шихта для изготовления керамического кирпича - заявл. 23.11.2009; опубл. 20.02.2011; Бюл. № 5.
- 31 Пат. № 2416585 Рос. Федерация. Керамическая масса - заявл. 23.11.2009; опубл. 20.04.2011; Бюл. № 11.
- 32 Пат. № 2426707 Рос. Федерация. Термоизоляционная масса - заявл. 16.03.2010; опубл. 20.08.2011, Бюл. № 23.

Статьи и тезисы докладов

- 33 Бабак Н.А., Масленникова Л.Л., Сватовская Л.Б. Природозащитные технологии получения строительной и декоративной керамики // Сб. тезисов докладов II научно-технической конференции аспирантов СПбГТИ (ТУ). 1999. С. 8.
- 34 Бабак Н.А., Масленникова Л.Л. О возможностях использования нефтешламов в керамической промышленности // Труды молодых ученых, аспирантов и докторантов ПГУПС. 1999. С. 5.
- 35 Масленникова Л.Л., Сватовская Л.Б., Соловьева В.Я., Бабак Н.А. Получение строительной керамики с использованием побочных продуктов промышленности Санкт-Петербурга и области // Санкт-Петербургская Ассамблея молодых ученых и специалистов (Доклады и тезисы). 1997. С. 28.
- 36 Масленникова Л.Л., Сватовская Л.Б., Бабак Н.А., Тарасов В.А. Побочные продукты металлургической промышленности в строительной и тонкой керамике // Современные инженерно-химические основы материаловедения. Сб. науч. трудов. 1999. С. 74-77.
- 37 Масленникова Л.Л., Бабак Н.А. и др. Жаростойкие бетоны с использованием побочных продуктов металлургической промышленности //

Сб. тезисов докладов III научно-технической конференции аспирантов СПбГТИ. 2000. С. 47.

38 Maslennikova L.L., Svatovskaya L.B., Babak N.A. Biosphere decontamination by the use of industrial waists in building and decorative ceramics // ECOBALTICA '2000. St. Petersburg. 2000. P. 20.

39 Maslennikova L.L., Svatovskaya L.B., Babak N.A., Verhovskaya J.M. Porous ceramic based on technogenic material // ECOBALTICA '2000. St. Petersburg. 2000. P. 21.

40 Масленникова Л.Л., Сватовская Л.Б., Бабак Н.А. и др. Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности // Доклады Международного экологического конгресса. СПб.: Балтийский гос. техн. университет. 2000. С. 568.

41 Масленникова Л.Л., Сватовская Л.Б., Бабак Н.А., Верховская Ю.М. Основные направления использования отходов металлургической промышленности в керамике. СПб: Балтийский гос. техн. университет. 2000. С. 569.

42 Масленникова Л.Л., Сватовская Л.Б., Бабак Н.А. Технологические и теоретические принципы применения техногенного сырья в керамической промышленности // Экологические проблемы и пути их решения в XXI веке: образование, наука, техника (10-12 октября). - СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. С. 156-157.

43 Бабак Н.А., Масленникова Л.Л., Соловьева В.Я., Зуева Н.А. Утилизация гальванических отходов в керамике // Современные естественно-научные основы в материаловедении. Сб. науч. трудов. СПб., 2000. С. 43-46.

44 Масленникова Л.Л., Бабак Н.А., Павлов П. Перспективы получения легкого жаростойкого бетона // Новые исследования в материаловедении и экологии. Вып. 1. СПб., 2001. С. 25-26.

45 Масленникова Л.Л., Бабак Н.А., Сватовская Л.Б. Практика использования техногенного сырья при производстве жаростойкого бетона // Строительная керамика на пороге XXI века. Материалы I Международной научно-практической конференции. СПб., 2001. С. 38-43.

46 Масленникова Л.Л., Бабак Н.А. Влияние техногенного сырья, содержащего катионы d-металлов, на эксплуатационные характеристики жаростойких бетонов // Сборник статей. «Труды молодых ученых, аспирантов и докторантов». Вып. 5. СПб.: ПГУПС, 2001. С. 75-77.

47 Масленникова Л.Л., Бабак Н.А. Использование техногенного сырья, содержащего 3d-фазы, при производстве жаростойкого бетона // Сухие строительные смеси и новые технологии в строительстве. № 1, 2003. С. 16.

48 Бабак Н.А., Абу-Хасан Махмуд, Кияшко А.Г., Евстафьева Е.В. Получение цветного кирпича объемного окрашивания // Новые исследования в материаловедении и экологии. Сб. науч. статей. Вып. 3. СПб, 2003. С. 85-87.

49 Бабак Н.А., Масленникова Л.Л., Кияшко А.Г., Кривокульская А.М. Жаростойкие бетоны на основе техногенного сырья // «Новые исследования в материаловедении и экологии»: Сб. науч. ст., 2003. Вып. 2. С. 34-36.

50 Бабак Н.А. Утилизация гальванических осадков как способ снижения экологического воздействия тяжелых металлов на окружающую среду // Новые

исследования в областях водоснабжения, водоотведения, гидравлики и охраны водных ресурсов. Материалы 2-х академ. чтений. СПб., 2004. С. 55–57.

51 Масленникова Л.Л., Бабак Н.А., Абу-Хасан М. Жаростойкий пенобетон на основе промышленных отходов // Материалы международной научно-практической конференции «Пенобетон-2007» 19-21 июня 2007 года. 2007. С. 156-159.

52 Масленникова Л.Л., Бабак Н.А., Абу-Хасан М. Утилизация отходов при производстве жаростойких композиционных материалов // Технологии бетонов. №2, 2008. С. 58-59.

53 Масленникова Л.Л., Бабак Н.А. Классификация твердых техногенных отходов для развития геозащитных технологий на транспорте Новые исследования в материаловедении и экологии. Сб. науч. статей .Вып. 8. 2008. С. 62–64.

54 Масленникова Л.Л., Бабак Н.А. Геозащитная технология переработки нефтезагрязненного балластного щебня на железнодорожном транспорте // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. № 11, 2008. С. 60-61.

55 Бабак Н.А., Кривокульская А.М. Строительные материалы с прогнозируемыми эксплуатационными свойствами на основе промышленных отходов // «Техносфера и экологическая безопасность на транспорте»: материалы межд. научно-практ. конф. 2008. С. 40-42.

56 Бабак Н.А. Классификация твердых техногенных отходов с учетом электронного строения основных фаз и положения в таблице Д.И. Менделеева // Периодический закон Д.И. Менделеева в современных трудах ученых транспортных вузов: сб. науч. тр. 2009. С.39 – 42.

57 Бабак Н.А. Геозащитные технологии утилизации некоторых отходов на железнодорожном транспорте. // Известия Петербургского государственного университета путей сообщения. Вып. 3. 2009. С. 12-20.

58 Бабак Н.А., Митрофанова Л.В., Андреева Л.А. Реагенты для иммобилизации тяжелых металлов // Новые исследования в областях водоснабжения, водоотведения, гидравлики и охраны водных ресурсов. Материалы 4-х академ. чтений. 2009. С. 76-78.

59 Масленникова Л.Л., Бабак Н.А., Васкевич В.М., Мандрица Д.П. Прогнозирование утилизации твердых техногенных отходов: Учебное пособие. СПб.: ПГУПС, 2010. – 24 с.

60 Бабак Н.А. Жаростойкость – за счет...отходов // Берг-коллегия. Промышленная безопасность. Энергетика. Экология. № 4. 2010. С. 30-31.

61 Бабак Н.А. Подбор фактурного слоя на основе отходов металлургической промышленности для керамического кирпича // Новые исследования в материаловедении и экологии. Сб. науч. статей. .Вып. 10. 2010. С. 60-65.

62 Масленникова Л.Л., Бабак Н.А., Мархель Н.В. Критерии оценки техногенных отходов для прогнозирования их утилизации // Новые исследования в материаловедении и экологии. Сб. науч. статей. Вып. 10. – СПб., 2010 – С.50-60.

Бабак Наталья Анатольевна

**Минимизация негативного воздействия на окружающую среду
строительной деятельности и ЖКХ системой превентивных методов**

Автореферат

Подписано в печать

Формат 60x84 1/16. Печать офсетная.

Усл. печ.л. 2,5 Тираж 100 экз.

Заказ

Отпечатано с готового оригинал-макета

Петербургский государственный университет путей сообщения

190031, СПб, Московский пр., 9.

Типография ПГУПС. 190031, СПб, Московский пр., 9.