Интернет-журнал «Транспортные сооружения» <https://t-s.today>
Russian journal of transport engineering

2018, №1, Том 5 / 2018, No 1, Vol 5 <https://t-s.today/issue-1-2018.html>

URL статьи: <https://t-s.today/PDF/06SATS118.pdf>

DOI: 10.15862/06SATS118 (<http://dx.doi.org/10.15862/06SATS118>)

Статья поступила в редакцию 31.01.2018; опубликована 26.03.2018

Ссылка для цитирования этой статьи:

Пушилина Ю.Н. Экологическая безопасность строительно-технологических систем в учебном процессе // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2018 №1, <https://t-s.today/PDF/06SATS118.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/06SATS118

For citation:

Pushilina Ju.N. (2018). Environmental safety of construction and technological systems in the educational process. *Russian journal of transport engineering*, [online] 1(5). Available at: <https://t-s.today/PDF/06SATS118.pdf> (in Russian) DOI: 10.15862/06SATS118

УДК 69.059.4

Пушилина Юлия Николаевна¹

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», Тула, Россия

Кафедра «Городского строительства и архитектуры»

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: Pyshilina@mail.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=609163

Экологическая безопасность строительно-технологических систем в учебном процессе

Аннотация. В статье рассматривается роль дисциплины «Экологическая безопасность строительно-технологических систем» в учебном процессе студентов, обучающихся по направлению "Строительство". Изучены цели, задачи и необходимые навыки для освоения данной дисциплины. Автором приводятся основные вопросы, изучаемые во время лекционных аудиторных занятий, а также подробно разбираются примерные темы выполнения курсовой работы, предусмотренной учебным планом. В статье приведены основные критерии выбора объекта исследования для изучения экологической безопасности в области строительства и технологических процессов. Приведены примеры рисунков, которыми должны быть снабжены курсовые работы по дисциплине «Экологическая безопасность строительно-технологических систем». В статье приводятся примеры компьютерных программ, с помощью которых проводится количественная оценка загрязняющих веществ в процессе автоматизированного моделирования. Сделаны выводы о необходимости получения теоретических и практических знаний и умений в рамках экологической безопасности, вопросов автоматизированного мониторинга и моделирования процессов загрязнения компонентов окружающей природной среды, о возможности разработки необходимой экологической документации при проектировании объектов и сооружений различного назначения, а также способности принимать управленческие решения по снижению экологической нагрузки с целью улучшения здоровья населения исследуемых территорий.

¹ <https://vk.com/id42754566>.

Ключевые слова: экологическая безопасность; строительно-технологическая система; градостроительство; окружающая среда; учебный процесс; строительные технологии; транспортная система; мониторинг; моделирование; прогнозная оценка

Одним из требований, предъявляемых к современному строительству, является обеспечение экологической безопасности, то есть максимальная совместимость строительного объекта и окружающей природной среды.

Дисциплина «Экологическая безопасность строительно-технологической систем» относится к вариативной части общенаучного цикла и осваивается на первом курсе магистратуры по профилю «Теория и практика организационно-технологических и экономических решений».

Целью освоения дисциплины является приобретение профессиональных знаний по различным аспектам обеспечения экологической безопасности строительных и технологических систем, а также усвоение теоретических, а также практических основ градостроительной экологии в современных рыночных условиях.

Задачи освоения дисциплины:

- изучение основных экологических понятий и законов развития природы;
- изучение структурной модели урбанизированной среды, а также основных её компонентов;
- овладение на практике методами комплексной оценки и прогнозирования состояния урбанизированной среды на всех этапах разработки проектов.

В результате изучения дисциплины «Экологическая безопасность строительно-технологических систем» обучающиеся должны знать:

- теоретические и практические основы градостроительной экологии;
- экологические критерии и необходимые требования в строительном комплексе в целом;
- математические зависимости и всевозможные взаимосвязи между проектируемыми объектами и компонентами окружающей природной среды на территории застройки.

Уметь:

- анализировать исходную экологическую ситуацию;
- структурировать модели городской природной среды и её основных компонентов;
- прогнозировать экологическую ситуацию и предлагать улучшение путем архитектурных и планировочных средств на разных этапах проектирования;
- разрабатывать раздел «Охрана окружающей среды» в составе проектной документации.

Учебный план по дисциплине «Экологическая безопасность строительно-технологической систем» составлен следующим образом. Сначала магистрантам читаются лекции по основным разделам дисциплины. Здесь рассматриваются вопросы обеспечения экологической безопасности в процессе осуществления строительной деятельности, экологического мониторинга, оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС),

государственной экологической экспертизы. Затем, после детального изучения лекционного материала (с проведением коллоквиумов и контрольного тестирования по пройденному материалу), магистрантами выполняется курсовая работа на одну из предложенных преподавателем тем.

Автором предлагается рассмотрение более детально несколько тем выполнения курсовой работы по изучаемой дисциплине. При выборе темы курсовой работы необходимо учитывать, что объектом исследования может служить как какой-либо технологический процесс в рамках одного-двух цехов, промышленное предприятие в целом, любой строящийся объект или сооружения (как на этапе проектирования, так и на стадии эксплуатации), а также любая урбанизированная территория (область, город, район). Стоит добавить, что объект экологического исследования студентами выбирается, как правило, исходя из возможностей получить архивные экологические данные (т. е. своего места работы, места работы родителей, места прохождения производственных и преддипломных практик).

Ещё одним важным обстоятельством является то, что в результате выполнения курсовой работы студентами должна быть решена актуальная научно-техническая задача, сформулирована цель, выбраны объект и методы исследования, подтверждена достоверность полученных результатов.

В рамках изучения дисциплины может быть выбрана, к примеру, тема: "Экологическое моделирование транспортной системы города Тулы".

Далее автором раскрывается выбранная тема в рамках выполнения курсовой работы.

Объектом исследования является загрязнение приземного слоя атмосферы города Тулы.

Предметом исследования являются методы и модели, описывающие процессы загрязнения атмосферного воздуха города пылегазовыми веществами.

Научная новизна работы:

- проведена инвентаризация источников загрязнения атмосферы города Тулы;
- получены карты рассеивания загрязнителей;
- установлены величины эмиссии газовых и пылевых выбросов;
- дано теоретическое обоснование выбора методов математического моделирования загрязнения атмосферного воздуха автотранспортом.

Проведение моделирования процессов загрязнения атмосферного воздуха позволяет решать задачи прогнозирования, размещения постов мониторинга, вклад конкретного источника загрязнения (в данном случае транспортной системы города) в общее загрязнение воздуха в реальном времени с целью принятия мер по нормированию выбросов.

Для выполнения данной работы потребуются сбор и анализ сведений и исходных данных о транспортной системе, т. е. о размещении транспортных средств в черте города, исследования морфологических характеристик и параметров автотранспортного потока по основным магистралям города, данные о количестве и видах транспортных средств, движущихся во всех направлениях города, количестве автотранспортных единиц, стоящих перед светофорами и др.

Расчеты интенсивности выбросов (по каждому виду загрязняющих веществ) от автотранспорта осуществляются на основании методики, разработанной Государственным

комитетом Российской Федерации по охране окружающей среды и утвержденной приказом Госкомэкологии России №66 от 16 февраля 1999 года.²

Для выполнения компьютерного моделирования процессов рассеивания загрязняющих веществ используется программный комплекс «Призма – регион», позволяющий получить количественные значения загрязнения воздушной среды для групп источников загрязнения (в частности, транспортная магистраль выступает в качестве площадного источника с определенными параметрами и размерами) и является по своим автоматизированным возможностям системой для подготовки принятия решений по управлению качеством и обеспечению экологической безопасности.

Результаты моделирования могут быть представлены в виде карт рассеивания (рис. 1), на которых нанесены изолинии концентраций ЗВ в долях ПДК, заданные расчетные точки, с указанием рассчитанных значений концентраций загрязняющих веществ в долях ПДК, заданная с шагом 500 м в процессе моделирования сетка (шаг и по длине и по ширине составляет 500 м). Для большей наглядности карты рассеивания обычно совмещают с картами исследуемых районов и территорий.

В России большой вклад в разработку математических моделей внесли работы школы академика Г.И. Марчука, П.Н. Белова, фундаментальные аспекты математического моделирования загрязнения воздуха сформулированы в работах М.Е. Берлянда, Е.Л. Генихович, Н.Л. Бызовой, А.Х. Остромогильского (Лаборатория моделирования и прогноза загрязнения атмосферы); академика С.А. Солодкова (Институт прикладной геофизики им. академ. Е.К. Федорова) [14-20].

Лаборатория моделирования и прогноза загрязнения атмосферы выступает ведущим научно-исследовательским центром Росгидромета в области разработки научных основ теоретического и экспериментального исследования распространения примесей в атмосфере. Указанная модель расчета широко используется в атмосфероохранной практике для оценки воздействия существующих или проектируемых источников выброса на окружающую среду, установлении нормативов предельно допустимых выбросов, разработки архитектурно-планировочных решений и пр. [18].

Разработанные в лаборатории модели и методы расчета и прогноза загрязнения атмосферы прошли тщательную экспериментальную проверку, а также апробацию мировым научным сообществом. Они применяются не только в странах бывшего СССР, но и в Болгарии, Франции, США и ряде других стран. Проблема увеличения выбросов в атмосферу (диоксида азота, диоксида серы, оксида азота, пыли и др.) остро стоит во многих странах, таких как, Германия, Франция, Польша, Великобритания, Чехия, Испания, Италия, Венгрия, и требует создания комплексной, современной методики для принятия управленческих решений с целью защиты атмосферного воздуха всей планеты³ [23-25].

Классическими образцами эмпирических моделей служат модели, созданные Паскуиллом и Гиффордом, в Институте экспериментальной метеорологии.

В работе Щербакова А.Ю. описаны эмпирико-статистические, статистические методы исследования, аналоговое математическое моделирование загрязнения атмосферы.

² Приказ Госкомэкологии России №66 от 16 февраля 1999 года.

³ http://voeikovmgo.ru/download/Conferences/Conference2013101_3/Presentations/2013101/7_%20genikhovicij.pdf.

<https://scicenter.online/mirovaya-geografiya-scicenter/zagryaznenie-okrujayuschey-sredyi-zarubejnoj-39343.html>.

Рисунок 1. Карта рассеивания свинца и его неорганических соединений транспортной схемы города Тулы (разработано автором)

В работе Белова И.В. приводятся четыре основных направления, в которых развивалось моделирование распространения газообразных примесей в атмосфере городов.

На сегодняшний день не существует единой методики расчёта пылевых выделений с поверхности неорганизованных источников выбросов в атмосферу. Для различных загрязнений разработаны эмпирические методики расчёта, применение которых основано на использовании справочных данных о коэффициентах удельных выделений вредных веществ.

В конечном итоге цель прогнозирования и постановка решаемых задач прогнозирования обуславливает выбор конкретной модели (рис. 2).

Рисунок 2. Классификация методов математического моделирования загрязнения атмосферного воздуха (разработано автором)

В результате исследования, проводимого в курсовой работе по дисциплине «Экологическая безопасность строительно-технологических систем», должно быть дано теоретическое обоснование выбора методов математического моделирования загрязнения атмосферного воздуха.

Практическая ценность работ, выполненных по данной тематике, подтверждена актами внедрения результатов в практическую деятельность Администрации города Тулы, ОАО «Тулачермет», в учебном процессе студентов Тульского государственного университета.

Необходимо отметить, что решение вопросов экологической безопасности и минимизации антропогенного воздействия на окружающую природную среду в процессе выполнения любых строительно-технологических работ является важной задачей, решаемой во всем мире, и требующей современных научных подходов и методов [26].

Примером ещё одной темы курсовой работы по дисциплине «Экологическая безопасность строительно-технологических систем» может быть «Моделирование экологической безопасности города».

На сегодняшний день вопросы экологической безопасности крупных городов приобретают первостепенную важность. Многие аспекты, связанные со здоровьем и благополучием городского населения, рассматриваются в рамках повышения экологической

безопасности и уменьшения неблагоприятного экологического влияния на основные компоненты окружающей среды (атмосферу, гидросферу, литосферу).

Увеличение антропогенной нагрузки в разных сферах приводит к существенному повышению пылегазовых выбросов в атмосферу. Кроме объектов промышленности и строительной отрасли на загрязнение окружающей природной среды весомое влияние оказывают трансграничные переносы загрязняющих веществ из стран, соседствующих с Россией, а именно: Западная и Восточная Европа (особенно Германия и Польша), Северо-восточные районы Эстонии (район добычи и переработки сланцев), Украина (радиоактивное загрязнение в районе Чернобыля, высокая концентрация промышленных узлов в центральной части, в Харьковской, Мариупольской областях и Донбассе), Северо-западный Китай (радиоактивное загрязнение), Северная Монголия (горнопромышленные районы) и др.

В аспекте градостроительной науки безопасность в области экологии урбанизированных территорий может быть осуществлена за счет приведения её компонентов к оптимальному состоянию. К таким компонентам относятся:

- природно-экологическая подсистема;
- антропогенная подсистема;
- социально-экологическая подсистема (рис. 3).

Рисунок 3. Комплексная модель исследования. Перечень опасных факторов окружающей среды (разработано Шадриной А.В., УралГАХА)

Целью курсовой работы является комплексное исследование оптимизации городской структуры, состоящей из вышеуказанных подсистем, включая последовательную оценку экологического состояния урбанизированной среды в соответствии с базовыми параметрами. Результатом работы выступает прогнозная оценка перспективного развития сложившейся экологической ситуации исследуемой территории, а также проектное предложение на перспективу комплекса работ по реконструкции экологически неблагополучных урбанизированных территорий. Следует учесть, что предлагаемый комплекс мероприятий необходимо разрабатывать в строгом соответствии с требованиями принятых стандартов и нормативов.

Научная новизна такого рода курсовой работы может состоять, по мнению автора, в повышении эффективности систем мониторинга с целью прогнозирования уровней концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы. С этой задачей на сегодняшний день справляются искусственные нейронные сети (ИНС) [4]. Адаптация ИНС для задач мониторинга атмосферы определяет её пространственную структуру (рис. 4).

Рисунок 4. Нейрон поста мониторинга (разработано автором)

Установлено, что сети, построенные из нейронов, могут сформировать произвольную многомерную функцию на выходе. Применение искусственных нейронных сетей для построения многоуровневой структуры системы мониторинга атмосферного воздуха является важным условием эффективности экологической системы.

Выполнение курсовой работы студентами по любой из рассмотренных тематик позволяет получить глубокие профессиональные знания в области экологической безопасности строительства и городского хозяйства, освоить системы мониторинга и моделирования процессов изменения окружающей среды, получить научные результаты, необходимые для защиты диссертационной работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пушилина Ю.Н. Экологическая безопасность строительно-технологических систем: учеб. пособие. Тула, Изд-во ТулГУ, 2017. – 215 с.
2. Пушилина Ю.Н. Экологическая безопасность в строительстве: учеб. пособие. Тула, Изд-во ТулГУ, 2017. – 240 с.
3. Пушилина Ю.Н. Организация и формирование искусственной среды на основе комплексного экологического подхода // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. Серия / ТулГУ. – Тула., 2016. – Вып.7, ч.2. – С. 145-151.
4. Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G., Filippova V.O. (2015). Dancing bridge in Volgograd: reasons, analogies, measures. Part 1. Reasons. Naukovedenie, [online] 6(7). Available at: <http://naukovedenie.ru/PDF/07KO615.pdf> (in Russian). DOI: 10.15862/07KO615.
5. Рязанцев А.Н., Лысенко А.Л., Рыбальский Н.Г., Алексашина В.В., Тетиор А.Н., Самотесов Е.Д., Горбатовский В.В., Игнатович И.В. Экологическая безопасность в строительном комплексе. – М.: НИИ-Природа, 1999. 310 с.
6. Хван Т.А. Экология. Основы рационального природопользования: учеб. пособие для вузов / Т.А. Хван, М.В. Шинкина. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2011.
7. Тетиор А.Н. Архитектурно-строительная экология: учеб. пособие для вузов / А.Н. Тетиор. – М.: Академия, 2008.
8. Экология города: учеб. пособие для вузов / В.В. Денисов [и др.]; под ред. В.В. Денисова. – М.; Ростов-н/Д: МарТ, 2008.
9. Справочник современного строителя / Л.Р. Маилян [и др.]; под общ. ред. Л.Р. Маиляна. – 4-е изд. – Ростов-н/Д: Феникс, 2007.
10. Известия Тульского государственного университета. Строительство, архитектура и реставрация. Серия / ТулГУ. – Тула: Изд-во ТулГУ.
11. Вестник Тульского государственного университета. Экология и безопасность жизнедеятельности. Серия / ТулГУ. – Тула: Изд-во ТулГУ / под общ. ред. Э.М. Соколова.
12. Теличенко В.И., Слесарев М.Ю., Стойков В.Ф. Управление экологической безопасностью строительства. Экологический мониторинг: Учебное пособие / В.И. Теличенко, М.Ю. Слесарев, В.Ф. Стойков. – М.: Издательство Ассоциации строительных ВУЗов, 2005.
13. Теличенко В.И. Безопасность и качество в строительстве. Основные термины и определения: учеб. пособие / В.И. Теличенко [и др.]. – М.: АСВ, 2002.
14. Белов И.В. Сравнительный анализ некоторых математических моделей для процессов распространения загрязнений в атмосфере / И.В. Белов, М.С. Беспалов, Л.В. Ключкова // Математическое моделирование. – 1999. – № 7. – С. 45-49.
15. Белов И.В. Транспортная модель распространения газообразных примесей в атмосфере города / И.В. Белов, М.С. Беспалов, Л.В. Ключкова // Математическое моделирование. – 2000. – № 11. – С. 25-32.

16. Берлянд М.Е. О методах определения фоновое загрязнение атмосферы в городах / М.Е. Берлянд, Э.Ю. Безуглая, Е.Л. Генихович // Труды / ГГО им. Воейкова. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – Вып. 479. – С. 17-30.
17. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнений атмосферы / М.Е. Берлянд. – Л.: Гидрометеиздат, 1985.
18. Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы / М.Е. Берлянд. – Л.: Гидрометеиздат, 1975.
19. Бызова Н.Л. Экспериментальные исследования атмосферной диффузии и расчет распространения примеси / Н.Л. Бызова, Е.К. Гаргер, В.Н. Иванов. – Л.: Гидрометеиздат, 1991.
20. Марчук А.Г. Применение географических информационных систем для моделирования природных и антропогенных катастроф / А.Г. Марчук // Вычислительные технологии. – 1996. – Т. 1. – № 3. – С. 11-12.
21. Хотунцев Ю.Л. Экология и экологическая безопасность: учеб. пособие для вузов / Ю.Л. Хотунцев. – 2-е изд., перераб. – М.: Академия, 2004.
22. Shulzhenko N.A., Strogonova Y.S. Indistinct multicriteria problem of interpretation of natural experiment in difficult systems // Системы управления и информационные технологии. 2016. Т. 63. № 1. С. 82-85.
23. Simpson I.R. Dry plume: a computer model for predicting the behaviour of plumes in the atmosphere / I.R. Simpson, T.S. Clarkson. – Wellington: New Zealand Meteorological Service, 1986. – 79 p.
24. Yoshida A. Two-dimensional numerical simulation of thermal structure of urban polluted atmosphere (effects of aerosol characteristics) / A. Yoshida // Atmos. Env. – 1991. – Vol. 25 B. – № 1. – P. 17-23.
25. Scire J.S. Modeling Plume Rise from Low-Level Buoyant Line and Point Sources / J.S. Scire, L.L. Schulman. – New Orleans: Air Pollution Meteorology, 1980. – 139 p.
26. Golovin K.A., Kovalev R.A., Pushilina Y.N., Afonskiy I.V. Development of Equipment for Reinforcement of Road Surfaces by Means of Hydrojet Cementation // Modern Applied Science; Vol. 9, No. 2; 2015, p. 62-78, ISSN 1913-1844 E-ISSN 1913-1852 Published by Canadian Center of Science and Education (<http://www.ccsenet.org/journal/index.php/mas/index>).

Pushilina Julia Nikolaevna

Tula state university, Tula, Russia

E-mail: Pyshilina@mail.ru

Environmental safety of construction and technological systems in the educational process

Abstract. The article examines the role of the discipline "Environmental safety of construction and technological systems" in the educational process of students studying in the direction "Construction". The goals, tasks and necessary skills for mastering this discipline were studied. The author presents the main questions studied during the lecture classroom, and also provides an in-depth understanding of the approximate topics of the course work provided by the curriculum. The article presents the main criteria for choosing an object of study for studying environmental safety in the field of construction and technological processes. Examples are given of drawings, which should be provided coursework on the discipline "Environmental safety of construction and technological systems". In the article examples of computer programs with which help the quantitative estimation of polluting substances in the process of the automated modeling are carried out are given. Conclusions are drawn on the need to obtain theoretical and practical knowledge and skills within the framework of environmental safety, the issues of automated monitoring and modeling of processes of pollution of environmental components, the possibility of developing the necessary environmental documentation for the design of facilities and facilities for various purposes, as well as the ability to make management decisions to reduce ecological load in order to improve the health of the population of the study areas.

Keywords: environmental safety; construction and technological system; town planning; environment; educational process; construction technologies; transport system; monitoring; modeling; forecasting

REFERENCES

1. Pushilina Yu.N. (2017). Ehkologicheskaya bezopasnost' stroitel'no-tekhnologicheskikh sistem. [*Environmental safety of construction and technological systems.*] Tula: TulGU, p. 215.
2. Pushilina Yu.N. (2017). Ehkologicheskaya bezopasnost' v stroitel'stve. [*Ecological safety in construction.*] Tula: TulGU, p. 240.
3. Pushilina Yu.N. (2016). Organizatsiya i formirovaniye iskusstvennoy sredy na osnove kompleksnogo ehkologicheskogo podhoda. [*Organization and formation of an artificial environment based on an integrated environmental approach.*] Tula: TulGU, pp. 145-151.
4. Pushilina J.N. (2017). Development of environmental monitoring systems in the areas of construction and operation of building complexes and structures. *Naukovedenie*, [online] 4(9). Available at: <https://naukovedenie.ru/PDF/80TVN417.pdf> (in Russian).
5. Ryazancev A.N., Lysenko A.L., Rybal'skij N.G., Aleksashina V.V., Tetior A.N., Samotesov E.D., Gorbatsvskij V.V., Ignatovich I.V. (1999). Ehkologicheskaya bezopasnost' v stroitel'nom komplekse. [*Ecological safety in a building complex.*] Moscow: NIA-Nature, p. 310.

6. Hvan T.A., Shinkina M.V. (2011). Osnovy racional'nogo prirodopol'zovaniya: ucheb. posobie dlya vuzov. [*Fundamentals of Rational Nature Management: Textbook. manual for high schools.*] Moscow: Urait.
7. Tetior A.N. (2008). Arhitekturno-stroitel'naya ehkologiya: ucheb. posobie dlya vuzov. [*Architectural and building ecology: Textbook. manual for high schools.*] Moscow: Academy.
8. Denisov V.V. (2008). Ehkologiya goroda: ucheb. posobie dlya vuzov. [*Ecology of the city: Textbook. manual for high schools.*] Moscow, Rostov-on-Don: MarT.
9. Mailyan L.R. end etc. (2007). Spravochnik sovremennogo stroitelya. [*Handbook of the modern builder.*] Rostov-on-Don: Feniks.
10. (n.d.). Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Stroitel'stvo, arhitektura i restavraciya. Seriya. [*News of Tula State University. Construction, architecture and restoration. Series.*] Tula: TulGU.
11. (n.d.). Vestnik Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. EHkologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. Seriya. [*Bulletin of Tula State University. Ecology and life safety. Series.* Ed. by Eh.M. Sokolov] Tula: TulGU.
12. Telichenko V.I. end etc. (2002). Upravlenie ehkologicheskoy bezopasnost'yu stroitel'stva. Ehkologicheskij monitoring: Uchebnoe posobie. [*Environmental safety management of construction. Environmental Monitoring: A Training Manual.*] Moscow: ACB.
13. Belov I.V., Bepalov M.S., Klochkova L.V. (1999). Comparative analysis of some mathematical models for the processes of air pollution in the atmosphere. *Naukovedenie*, 7, pp. 45-49. (in Russian).
14. Belov I.V., Bepalov M.S., Klochkova L.V. (2000). Transport model of the distribution of gaseous impurities in the city atmosphere. *Math modeling*, 7, pp. 25-32. (in Russian).
15. Berlyand M.E., Bezuglaya Eh.Yu., Genihovich E.L. (1984). On methods for determining background atmospheric pollution in cities. *Gidrometeoizdat*, 479, pp. 17-30. (in Russian).
16. Berlyand M.E. (1985). Prognoz i regulirovanie zagryaznenij atmosfery. [*Forecast and regulation of atmospheric pollution.*] Leningrad: Gidrometeoizdat.
17. Berlyand M.E. (1975). Sovremennye problemy atmosfernoj diffuzii i zagryazneniya atmosfery. [*Modern problems of atmospheric diffusion and air pollution.*] Leningrad: Gidrometeoizdat.
18. Byzova N.L., Garger E.K., Ivanov V.N. (1991). Ehksperimental'nye issledovaniya atmosfernoj diffuzii i raschet rasprostraneniya primesi. [*Experimental studies of atmospheric diffusion and calculation of impurity diffusion.*] Leningrad: Gidrometeoizdat.
19. Marchuk A.G. (1996). The use of geographic information systems for modeling natural and man-made disasters. *Computing technologies*, 3(1), pp. 11-12. (in Russian).
20. Hotuncev Yu.L. (2004). Ehkologiya i ehkologicheskaya bezopasnost': ucheb. posobie dlya vuzov. [*Ecology and Environmental Safety: Textbook. manual for high schools.*] Moscow: Academy.

21. Shulzhenko N.A., Strogonova Y.S. (2016). Indistinct multicriteria problem of interpretation of natural experiment in difficult systems. *Control Systems and Information Technology*, 1(63), pp. 82-85. (in Russian).
22. Simpson I.R., Clarkson T.S. (1986). *Dry plume: a computer model for predicting the behaviour of plumes in the atmosphere*. Wellington: New Zealand Meteorological Service, p. 79.
23. Yoshida A. (1991). Two-dimensional numerical simulation of thermal structure of urban polluted atmosphere (effects of aerosol characteristics). *Atmos. Env.*, 1(25), pp. 17-23. (in Russian).
24. Scire J.S., Schulman L.L. (1980). *Modeling Plume Rise from Low-Level Buoyant Line and Point Sources*. New Orleans: Air Pollution Meteorology, p. 139.
25. Golovin K.A., Kovalev R.A., Pushilina Y.N., Afonskiy I.V. (2015). Development of Equipment for Reinforcement of Road Surfaces by Means of Hydrojet Cementation. *Published by Canadian Center of Science and Education*, [online] 2(9). Available at: <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/mas/index> ISSN 1913-1844, E-ISSN 1913-1852.