

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 720.001.04**

на базе Объединенного института ядерных исследований  
по диссертации на соискание ученой степени кандидата  
физико-математических наук

аттестационное дело No \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 01 июня 2018 г. No 73

О присуждении Осетрову Евгению Сергеевичу, Россия,  
ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Математические модели, методы и алгоритмы для прогнозирования пассажирских перевозок» по специальности «05.13.18 - математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите 16 марта 2018 г., протокол № 71, диссертационным советом Д 720.001.04, созданным 11 апреля 2012 г., приказ 105/нк, на базе Объединенного института ядерных исследований, 141980, Московская область, г. Дубна, ул. Жолио-Кюри, 6.

Соискатель – Осетров Евгений Сергеевич, 1981 года рождения, в 2004 году окончил Государственный университет «Дубна», после чего поступил в аспирантуру очной формы обучения, которую успешно окончил в 2007 году. В процессе обучения в аспирантуре и после ее окончания Осетров Е.С. работал в разных организациях города Дубны, в июле 2009 поступил на работу в Федеральное казенное учреждение «Ространсmodernизация» Министерства транспорта Российской Федерации на должность начальника отдела научного сопровождения, где, в том числе, занимался исследованиями проблем прогнозирования перевозок на транспорте. В январе 2018 года Осетров Е.С. перевелся на работу в ЗАО «МПОТК «ТЕХНОКОМПЛЕКТ», город Дубна.

Научный руководитель - доктор физико-математических наук, доцент Иванов Виктор Владимирович, главный научный сотрудник ЛИТ ОИЯИ.

Официальные оппоненты:

- Битюков Сергей Иванович, доктор физико-математических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения «Институт физики высоких энергий имени А.А. Логунова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»,
- Климанов Сергей Геннадиевич, кандидат физико-математических наук,

доцент отделения кибернетических интеллектуальных систем офиса образовательных программ Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов» - в своем положительном отзыве, принятом на заседании кафедры прикладной информатики и теории вероятностей факультета физико-математических и естественных наук РУДН, протокол заседания №0200-19-04/10 от «03» мая 2018 года, утвержденный первым проректором по научной работе РУДН профессором Кирабаевым Н.С., отметила, что в диссертационной работе Осетрова Е.С. решена актуальная задача по разработке новых математических моделей, методов, алгоритмов, предназначенных для прогнозирования объемов пассажирских перевозок. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой найдены и экспериментально апробированы подходы к решению важной научной проблемы. Полученные результаты имеют конкретные признаки научной новизны и практической значимости, могут быть использованы на практике как в академических институтах, занимающихся исследованиями и прогнозированием временных рядов, так и в учебном процессе для студентов профильных специальностей. В отзыве отмечается, что результаты работы в достаточной мере апробированы на значимых российских и зарубежных конференциях, на семинарах, своевременно опубликованы, в том числе в рецензируемых научных изданиях. Диссертация ясно написана и хорошо структурирована, каждая глава содержит необходимые выводы. Автореферат полно и точно отражает содержание диссертации и её основные результаты. Приведено несколько замечаний, которые, по мнению ведущей организации, не снижают общую положительную оценку диссертационной работы.

В заключительной части отзыва ведущей организации указывается, что диссертация соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», а ее автор Осетров Евгений Сергеевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями в области, в которой выполнено диссертационное исследование, и способностью компетентно, всесторонне и объективно оценить работу.

На автореферат поступили отзывы:

от Гетманова Виктора Григорьевича, доктора технических наук, профессора, главного научного сотрудника Геофизического центра РАН; от Луговенко Владимира Владимировича кандидата технических наук, заместителя директора Департамента государственной политики в области автомобильного и городского пассажирского транспорта Министерства транспорта Российской Федерации; от Тупчиенко Виталия Алексеевича доктора экономических наук, профессора кафедры №72 «Управление бизнес проектами» НИЯУ МИФИ, академика РАЕН.

Отзывы положительные, в них отмечается актуальность диссертационного исследования, научная новизна и практическая ценность полученных результатов. Подчеркивается, что разработанные автором модели, методы и алгоритмы могут быть применены для прогнозирования пассажирских перевозок.

Соискатель имеет 14 опубликованных научных работ, в том числе по теме диссертации 9 публикаций, 8 из которых опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

В опубликованных работах соискателя отражены основные результаты диссертации и положения, выносимые на защиту. Вклад диссертанта в указанные публикации является определяющим.

Публикации по теме диссертации:

1. Osetrov E.: Mathematical Techniques and Approaches to Forecast Passengers' Demand for Transport Services to Provide Sustainable Development //Applied Mathematical Sciences, Vol. 9, 2015, no. 108, p.5353 – 5359.

2. Осетров Е.С.: Анализ современных подходов прогнозирования спроса пассажиров на транспортные услуги // Экономический анализ: теория и практика, 2015, № 47 (446), с.52-60.

3. Иванов В.В., Осетров Е.С.: Прогнозирование объемов пассажирских перевозок в Московском метрополитене с помощью искусственных нейронных сетей // Вестник Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» (Математическое и компьютерное моделирование), 2016, том 5, №1, с. 65-74.

4. Иванов В.В., Осетров Е.С.: Прогнозирование пассажиропотока в Московском метрополитене на основе нейронных сетей с предварительной фильтрацией анализируемых данных (Математическое и компьютерное моделирование) // Вестник Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» (Математическое и компьютерное моделирование), 2016, том 5, №2, с. 162-169.

5. Иванов В.В., Крянев А.В., Осетров Е.С.: Прогнозирование суточного потребления электроэнергии в Московском регионе на основе сингулярно-спектрального анализа // Вестник Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» (Прикладная математика и информатика), 2017, том 6, № 2, с. 56–71.

6. Иванов В.В., Крянев А.В., Осетров Е.С.: Прогнозирование суточного потребления электроэнергии в Московском регионе с использованием искусственных нейронных сетей // Письма в ЭЧАЯ, 2017, том 14, №4(209), с.418-432.

7. Иванов В.В., Осетров Е.С.: Прогнозирование суточных объемов пассажирских перевозок в Московском метрополитене // Письма в ЭЧАЯ, том 15, выпуск 1, 2018, с.107-120.

8. Ivanov V., Osetrov E.: Application of artificial neural networks and singular-spectral analysis in forecasting the daily passenger's traffic in the Moscow metro // EPJ Web of Conferences 173, 05009 (2018) Mathematical Modeling and Computational Physics 2017, <https://doi.org/10.1051/epjconf/20181705009>.

9. Иванов В.В., Крянев А.В., Осетров Е.С.: Прогнозирование суточного потребления электроэнергии в Московском регионе на основе сингулярно-спектрального анализа // Материалы всероссийской конференции с международным участием «Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологичных систем», «РУДН», 2017, с.283-285.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований в работе развиты новые математические модели, методы, алгоритмы и комплексы программ, предназначенные для прогнозирования пассажирских перевозок (на примере Московского метрополитена) в зависимости от влияющих факторов, в том числе такого ключевого фактора оценки качества оценки изменений социальной и экономической активности населения, как потребление электрической энергии в Московской агломерации.

В настоящей работе:

1. Развита новый подход для прогнозирования суточных объемов пассажирских перевозок в Московском метрополитене на основе искусственных нейронных сетей (ИНС) прямого типа. Продемонстрирована возможность краткосрочного прогнозирования на данных, отвечающих суточным объемам пассажирских перевозок в будние дни.

2. Проведен анализ состава и влияния различных факторов на исследуемые временные ряды. В результате проведенного анализа удалось существенно сократить объем выборки, подаваемой на вход нейронной сети, а также ускорить процесс и качество её обучения.

3. Применена процедура исключения шума на основе вейвлет-фильтрации исходных данных, позволившая повысить точность прогноза и, как следствие, увеличить горизонт прогнозирования.

4. Развита вычислительная схема (на основе ИНС рекуррентного типа и подхода “Гусеница”-SSA), обеспечившая прогнозирование потребления электроэнергии в Московской агломерации в среднесрочной перспективе.

5. Впервые создана вычислительная схема (на основе ИНС рекуррентного типа и подхода “Гусеница”-SSA), позволившая обеспечить прогнозирование пассажиропотока в Московском метрополитене в среднесрочной перспективе.

Теоретическая значимость исследования состоит в следующем:

1. Развита в работе математические методы позволили исследовать характерные особенности прогнозирования объемов пассажирских перевозок (на примере Московского метрополитена). В работе предложены математические модели для оценки изменений объемов пассажирских перевозок на примере анализа временных рядов, отвечающих суточным объемам перевозок пассажиров в зависимости от различных внешних факторов. Разработан комплекс методов и соответствующих вычислительных алгоритмов для краткосрочного и среднесрочного прогнозирования изменений объемов пассажирских перевозок с использованием многослойного перцептрона (МСП) на основе комплекса программ, реализованного в TMVA 4.2.0 в среде ROOT.

2. В работе представлена методика совместного анализа временных рядов, описывающими: а) изменения объемов пассажирских перевозок (на примере временных рядов суточных объемов перевозок пассажиров метрополитеном); б) суточное потребление электрической энергии в качестве одного из значимых факторов, влияющих на суточные объемы перевозок пассажиров (на примере конкретного региона). Рассматриваемые временные ряды представляются в виде регулярного процесса и стохастической составляющей, играющей роль высокочастотного шума. Исключение из указанных рядов шумовой компоненты с помощью численных методов на основе дискретного вейвлет-преобразования (ДВП) позволило повысить точность прогнозирования и увеличить перспективу прогноза.

3. Автором предложены математические методы и вычислительные алгоритмы для среднесрочного прогнозирования суточного потребления электрической энергии на основе многослойной нейронной сети рекуррентного типа и сингулярно-спектрального анализа с использованием программного пакета «Гусеница»-SSA (программа CaterpillarSSA version 3.40, Professional M Edition).

4. В работе развиты математические модели совместного применения ДВП, МСП, ИНС рекуррентного типа и сингулярно-спектрального анализа для проведения среднесрочного прогнозирования объемов пассажирских перевозок Московским метрополитеном с учетом потребления электрической энергии в рассматриваемой агломерации.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

развитые и экспериментально апробированные в настоящей работе методики для среднесрочного прогнозирования объемов пассажирских перевозок Московским метрополитеном при достигнутой точности прогноза могут способствовать повышению эффективности и скорости принятия управленческих решений. Предлагаемая методика позволяет создать необходимые условия для выработки предприятиями городского пассажирского транспорта эффективных стратегий и оперативных мер, исходя из прогнозируемых суточных объемов пассажиропотока в Московском метрополитене, в том числе: определения количества необходимого подвижного состава; закупки электрической энергии; планирования и координирования работы метрополитена, а также смежных видов городского общественного транспорта и др.

Достоверность и обоснованность результатов, полученных в диссертации, подтверждены тем, что

- выполнение работы осуществлялось с применением широко известных программ и моделей: программный пакет Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), программный пакет Statistica (Statsoft/Dell), пакет MINUIT в среде PAW (Physical Analysis Workstation), пакет TMVA 4.2.0 в среде ROOT, программа CaterpillarSSA (version 3.40, Professional M Edition);

- результаты работы в достаточной мере апробированы на значимых российских и международных научных конференциях и семинарах, своевременно опубликованы, в том числе в рецензируемых научных изданиях;

- обоснованность научных положений обеспечивается использованием математических процедур, методов и подходов, которые обоснованы в общепринятой научной литературе, апробированы и хорошо себя зарекомендовали при проведении научных исследований, а также корректностью исходных и упрощающих допущений.

Личный вклад соискателя состоит в том, что диссертант в сотрудничестве с коллегами и соавторами из ОИЯИ и других научных организаций участвовал в математической постановке рассмотренных в работе задач, разработке соответствующих математических моделей, в анализе и интерпретации получаемых численных результатов.

Положения и результаты, представленные в диссертации, получены при определяющем участии соискателя. В разработку представленных в диссертации математических моделей, методов и алгоритмов для прогнозирования пассажирских перевозок, в получение численных результатов, в анализ их точности и достоверности автором внесен определяющий вклад.

Основные результаты диссертации Е.С. Осетрова можно квалифицировать как теоретически обоснованное и экспериментально подтвержденное решение конкретной научной проблемы, имеющей важное значение для создания математических моделей, методов, алгоритмов и комплексов программ, предназначенных для прогнозирования объемов пассажирских перевозок.

Диссертация соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием четкого плана исследований, правильным выбором методологических подходов и средств, взаимосвязи концепции работы с полученными результатами и выводами.

Диссертационный совет считает, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней». На заседании 01 июня 2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Осетрову Евгению Сергеевичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

На заседании из 21 члена совета присутствовало 15 членов диссертационного совета, из них докторов по профилю рассматриваемой диссертации - 5. Роздано бюллетеней - 15, в урне бюллетеней - 15. Проголосовало за присуждение Осетрову Евгению Сергеевичу ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности «05.13.18 - математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» - 13, против – 2, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель заседания  
диссертационного совета \_\_\_\_\_ Игорь Викторович Пузынин

Ученый секретарь  
диссертационного совета \_\_\_\_\_ Иосиф Моисеевич Иванченко

«01» июня 2018 г.