

## ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Осетрова Е.С. «Математические модели, методы и алгоритмы для прогнозирования пассажирских перевозок», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»**

Диссертационная работа Осетрова Е.С. посвящена развитию математических моделей, методов, алгоритмов и комплексов программ, предназначенных для прогнозирования объемов пассажирских перевозок (на примере Московского метрополитена) в зависимости от влияющих факторов, в том числе такого фактора, как потребление электрической энергии в Московском регионе, который выступает в качестве оценки изменений социальной и экономической активности населения в рассматриваемом автором регионе.

Предлагаемые материалы диссертационной работы Осетрова Е.С. являются актуальными, содержат научную новизну и практически значимы.

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения и списка литературы. Во введении дается обзор литературы, обсуждается актуальность работы и формулируется цель исследований. В основной части работы развит 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. Проведен анализ состава и влияния различных факторов на исследуемые временные ряды. В результате проведенного анализа удалось сократить объем выборки, подаваемой на вход нейронной сети, а также ускорить процедуру ее обучения. Разработана процедура исключения шума на основе вейвлет-фильтрации исходных данных. Дискретное вейвлет-преобразование применялось к исходным измерениям трафика с целью исключения шумовой составляющей. Показано, что данная процедура позволяет повысить точность прогноза и, как следствие, увеличить горизонт прогнозирования.

Одним из факторов в вычислительной схеме, предложенной автором при прогнозировании изменений объемов пассажирских перевозок является величина суточного потребления электроэнергии в Московском регионе, представленная в виде временного ряда; участие данной переменной в предложенной прогнозной модели обеспечивает достаточный уровень качества прогноза. Поэтому для прогнозирования пассажирских перевозок в метрополитене с помощью искусственной нейронной сети, необходимо выполнить прогноз суточного энергопотребления в Московском регионе, для обеспечения прогнозной модели дополнительными исходными данными. В работе развита вычислительная схема (на основе ИНС рекуррентного типа и подхода «Гусеница»-SSA), позволившая обеспечить прогнозирование потребления электроэнергии в Московском регионе в среднесрочной перспективе. Впервые создана вычислительная схема (на основе ИНС рекуррентного типа и подхода «Гусеница» - SSA), позволившая обеспечить прогнозирование пассажиропотока в Московском метрополитене в среднесрочной перспективе. При этом один из ключевых факторов, используемых при прогнозировании пассажиропотока, выступает потребление электроэнергии в Московском регионе, которое, в свою очередь, можно спрогнозировать, применяя методику, реализованную в подходе «Гусеница» - SSA.

Результаты экспериментов показали, что относительная ошибка симметрична относительно нуля и не превышает 3-5%. Таким образом, используя ИНС, можно с указанной точностью прогнозировать временные ряды, характеризующие изменения объемов перевозок пассажиров метрополитеном. В разделе Заключение подводятся итоги выполненных исследований, дается краткое описание работ, положенных в основу

