

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тюменский государственный нефтегазовый университет»

А. И. Петров

**ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ
НА УСТОЙЧИВОСТЬ
СИСТЕМЫ ПАССАЖИРСКОГО
ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА**

Тюмень
ТюмГНГУ
2011

УДК 656.13.072:338
ББК 65.37-80+39.18
П 30

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент Д. М. Новоселов
доктор технических наук, профессор Ш. М. Мерданов

Петров, А. И.

П 30 Влияние внешней среды на устойчивость системы пассажирского общественного транспорта / А. И. Петров. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2011. — 300 с.
ISBN 978-5-9961-0454-3

В монографии изложены результаты исследований, целью которых является разработка совокупности теоретических положений, позволяющих адекватно интерпретировать и моделировать процессы изменения состояния системы пассажирского общественного транспорта (ПОТ) под влиянием внешней среды. Представлена концепция формирования устойчивости системы ПОТ в условиях изменения внешней среды. Приведены некоторые закономерности, необходимые для реализации концепции устойчивости системы ПОТ, а также модели этих закономерностей. Рассмотрены методические вопросы моделирования процессов устойчивости транспортной системы.

Издание предназначено для руководителей предприятиями транспортной отрасли, инженерно-технических работников, студентов специальности 190701.65 «Организация перевозок и управление на транспорте (автомобильный транспорт)» очной и заочной формы обучения.

УДК 656.13.072:338
ББК 65.37-80+39.18

ISBN 978-5-9961-0454-3

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего
профессионального образования
«Тюменский государственный
нефтегазовый университет», 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	9
ВВЕДЕНИЕ	11
ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ	14
1. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ПАССАЖИРСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА	15
1.1. Место и роль городского пассажирского общественного транспорта в обеспечении устойчивого развития города (региона) ...	15
1.1.1. Понятие устойчивого развития города	15
1.1.2. Значение городского пассажирского общественного транспорта в обеспечении устойчивого развития города (региона)	18
1.1.3. Прогноз изменения места и роли городского пассажирского общественного транспорта в обеспечении устойчивого развития города (региона) ...	19
1.1.4. Фактическая ситуация в сфере автомобилизации и развития ПОТ в городах РФ	22
1.1.5. Существующие проблемы развития ПОТ в РФ	25
1.2. Система городского пассажирского общественного транспорта, ее целевая функция, элементы и системные связи	35
1.2.1. Общие понятия о системах	35
1.2.2. Система ПОТ и ее целевая функция	37
1.2.3. Элементы системы ПОТ и их взаимодействие	46
1.2.3.1. Элемент системы ПОТ «Пассажиры»	48
1.2.3.2. Элемент системы ПОТ «Перевозчики»	51
1.2.3.3. Элемент системы ПОТ «Властные структуры»	53
1.2.3.4. Элемент системы ПОТ «Инфраструктура»	56
1.3. Управление системой ПОТ	59
1.3.1. Понятие управления. Суть управления системой ПОТ ...	59
1.3.2. Устойчивость функционирования системы. Необходимость поддержания системы в устойчивом состоянии	67

1.3.3.	Классификация задач организации и управления транспортными системами	71
1.3.4.	Критерии оптимальности управления транспортной системой	73
1.3.4.1.	Эффективность функционирования системы ПОТ и ее элементов	78
1.3.4.2.	Качество функционирования системы ПОТ и ее элементов	84
1.4.	Внешняя среда функционирования системы ГПОТ	92
1.4.1.	Влияние внешней среды на функционирование системы ПОТ	92
1.4.2.	Анализ ранее выполненных работ по данной тематике ...	93
1.4.3.	Понятие внешней среды функционирования системы ПОТ. Классификация факторов внешней среды	98
1.4.4.	Показатели факторов внешней среды	102
1.4.4.1.	Необходимость раздельной оценки влияния внешней среды по отношению к различным элементам системы ГПОТ	108
1.4.4.2.	Результаты изучения общих закономерностей изменения погодных условий в определенном пункте в течение года	109
1.4.4.3.	Количественная оценка влияния погодных условий на функционирование машин и оборудования	110
1.4.4.4.	Количественная оценка влияния погодных условий на людей, субъективное и объективное восприятие ими суровости погодных условий	113
1.4.4.5.	Концептуальная методология количественной оценки погодных условий	115
1.5.	Пространственно-временные аспекты функционирования системы ГПОТ	117
1.5.1.	Проблема «пространства-времени»	117
1.5.2.	Развитие идей проблематики «пространства-времени» ...	119
1.5.3.	Пространственно-временные аспекты функционирования системы ПОТ	122
1.6.	Понятие закономерности. Необходимость изучения закономерностей формирования результативности системы ПОТ под воздействием внешней среды	124
2.	НОВАЯ ПАРАДИГМА ОРГАНИЗАЦИИ ФУНКЦИОНИРОВА-	127

НИЯ СИСТЕМЫ ПОТ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ	
2.1. Принципиальные отличия предлагаемой парадигмы организации транспортного обслуживания населения от общепринятой	127
2.2. Основные положения предлагаемой парадигмы транспортного обслуживания населения в условиях переменной внешней среды	128
3. ФОРМИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ КЛАССА «ТЕХНИКА-ПРИРОДА-ОБЩЕСТВО»	144
3.1. Основные понятия устойчивости сложных систем	144
3.2. Анализ подходов к изучению сложных систем	146
3.3. Приоритет надежности, как показателя качественного состояния элементов системы	151
3.4. Моделирование передачи возмущений от элемента к элементу системы	152
3.5. Влияние на модель передачи возмущений особенностей структуры системы	155
3.6. Структурные характеристики устойчивости систем	157
3.6.1. Переход к бесконтурному графу	157
3.6.2. Распространение воздействия по системе	159
3.6.3. Структурная уязвимость	160
3.6.4. Предельная надежность системы	161
3.6.5. Показатель глубины поражения системы	162
3.7. Необходимость в процессе анализа системы рассмотрения контура обратной связи	163
3.8. Пути повышения устойчивости сложных систем	167
4. ОБЩИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	170
4.1. Постановка проблемы	170
4.2. Общая методика исследований	171
4.3. Понятие научной концепции. Исходные концепции, послужившие основой для концепции устойчивости системы ПОТ к влиянию внешней среды	174
4.4. Концептуальное моделирование процессов функционирования системы ПОТ в условиях нестабильной (переменной, суровой) внешней среды	176
4.4.1. Формально-теоретическое описание процессов функционирования системы ПОТ (концептуальная модель си-	176

стемы ПОТ)	
4.4.2. Концепция устойчивости системы ПОТ к влиянию внешней среды	178
4.5. Анализ имеющихся закономерностей изменения состояния системы ПОТ под влиянием внешней среды. Выявление недостаточно исследованных закономерностей	184
4.5.1. Закономерности изменения состояния (эффективности, качества и безопасности) функционирования системы ПОТ в пространстве (тип А)	185
4.5.2. Закономерности изменения состояния (эффективности, качества и безопасности) функционирования системы ПОТ во времени (тип Б)	187
4.5.2.1. Закономерности изменения эффективности функционирования системы ПОТ во времени (тип Б-1)	187
4.5.2.2. Закономерности изменения качества и безопасности функционирования системы ПОТ во времени (типы Б-2 и Б-3)	189
4.5.3. Количественная оценка изменений внешней среды во времени и пространстве	190
4.5.3.1. Оценка колебаний факторов внешней среды по времени	190
4.5.3.2. Оценка колебаний факторов внешней среды в пространстве	192
4.6. Методология повышения устойчивости системы ПОТ к влиянию внешней среды	192
5. РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИТИЧЕСКИХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПОТ	195
5.1. Исследования влияния погодно-климатического фактора на эффективность функционирования системы ПОТ (на примере ПОТ г. Нефтеюганска)	195
5.1.1. Цель, задачи исследований. Гипотезы. Ограничения	195
5.1.2. Определение значимых для формирования эффективности перевозочного процесса ГПОТ факторов погодных условий	200
5.1.3. Разработка математических моделей влияния факторов погодных условий на показатель эффективности перевозочного процесса	200
5.1.3.1. Однофакторные модели	200

5.1.3.1.1.	Разработка математической модели влияния температуры окружающего воздуха на объем перевозок пассажиров за рейс	204
5.1.3.1.2.	Разработка математической модели влияния скорости ветра на объем перевозок пассажиров за рейс	207
5.1.3.2.	Двухфакторная модель	209
5.1.4.	Общая методика экспериментальных исследований	211
5.1.4.1.	Схема методики эксперимента	211
5.1.4.2.	Инструментарий для сбора, обработки и анализа экспериментальной информации	213
5.1.5.	Результаты исследований	219
5.1.5.1.	Однофакторные зависимости влияния погодных условий на объем перевезенных пассажиров за рейс	219
5.1.5.1.1.	Зависимости влияния температуры воздуха на объем перевезенных пассажиров за рейс $Q_p = f(t_v)$	219
5.1.5.1.2.	Зависимости влияния температуры воздуха на объем перевезенных пассажиров за рейс $Q_p = f(v_v)$	226
5.1.5.2.	Двухфакторные зависимости совместного влияния температуры воздуха и скорости ветра на объем перевезенных пассажиров за рейс $Q_p = f(t_v, v_v)$	233
5.2.	Исследования влияния погодно-климатического и транспортного факторов на качество функционирования системы ПОТ (на примере ПОТ г. Тюмени)	237
5.2.1.	Цель, задачи исследований. Гипотезы. Ограничения	237
5.2.2.	Механизмы влияния погодно-климатического и транспортного факторов внешней среды на формирование качества транспортного обслуживания населения	239
5.2.3.	Математические модели влияния погодного и транспортного факторов на регулярность движения автобусов	243
5.2.4.	Общая методика экспериментальных исследований	245
5.2.5.	Результаты исследований	249
5.2.5.1.	Однофакторные зависимости влияния погодно-климатического и транспортного факторов внешней среды на регулярность движения автобусов	249
5.2.5.1.1.	Зависимости влияния температуры воздуха на регулярность движения автобусов $R = f(t_v)$	249
5.2.5.1.2.	Зависимости влияния сложности маршрута на регулярность движения автобусов $R = f(K_{cl})$	255
5.2.5.2.	Двухфакторные зависимости совместного влияния	258

температуры воздуха и сложности маршрута на регулярность движения автобусов $R = f(t_v ; K_{сл})$

5.3. Исследования влияния социально-экономического фактора на эффективность функционирования системы ПОТ	260
5.3.1. Цель, задачи исследований. Гипотезы. Ограничения	260
5.3.2. Механизмы влияния социально-экономического фактора внешней среды на формирование эффективности функционирования системы ПОТ	262
5.3.3. Математические модели влияния социально-экономического фактора внешней среды на формирование эффективности функционирования системы ПОТ ...	264
5.4. Исследования влияния социально-экономического фактора на качество функционирования системы ПОТ	273
5.4.1. Цель, задачи исследований. Гипотезы. Ограничения	273
5.4.2. Механизмы и математические модели влияния социально-экономического фактора внешней среды на формирование качества функционирования системы ПОТ	275
5.5. Пути практического использования закономерностей влияния внешней среды на состояние ПОТ	281
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	284
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	285

ПРЕДИСЛОВИЕ

Важнейшей задачей современного периода, стоящей перед российским обществом в настоящее время, является поиск путей модернизации социально-экономических механизмов жизни страны. При этом под модернизацией понимается и повышение эффективности экономики, и совершенствование качества жизни граждан РФ и множество других аспектов бытия.

Задача эта многогранная, допускающая в зависимости от выбранной целевой функции большое многообразие вариантов решения. Уже сейчас ясно, что в рамках данного направления чрезвычайно важно стремиться к повышению эффективности экономики. Не менее важной задачей является повышение качества жизни граждан России. Реализовать обе эти задачи можно лишь в условиях обеспечения безопасности.

Применительно к пассажирскому транспорту все три эти задачи необходимо решать одновременно. Между тем, сделать это достаточно сложно, т.к. сама природа формирования эффективности, качества и безопасности перевозочного процесса носит противоречивый характер. При повышении эффективности перевозочного процесса зачастую снижается качество транспортных услуг для населения и, наоборот, при повышении качества эффективность перевозочного процесса резко снижается по причине роста затрат. Безопасность транспортного процесса, в свою очередь, также является ограничителем по отношению к эффективности и играет противоречивую роль по отношению к качеству транспортного обслуживания. Являясь, по сути, элементом качества транспортного обслуживания, безопасность в то же время является по отношению к ней антагонистом. При повышении безопасности, например, снижается скорость передвижения пассажиров в пространстве, что отрицательно влияет на качественные характеристики перевозочного процесса.

На формирование фактических характеристик эффективности, качества и безопасности перевозочного процесса пассажирского автомобильного транспорта влияет внешняя среда. Влияние это зачастую носит негативный характер и в значительной степени снижает показатели эффективности, качества, безопасности транспортного процесса. Однако до сих пор влияние внешней среды на пассажирский общественный транспорт изучено слабо и практически не учитывается при организации транспортного процесса на практике. Отдельные методики повышения эффективности и качества транспортного процесса в условиях, отличающихся от стандарт-

ных, конечно же, существуют уже давно, но носят частный характер. На системном же уровне данная тематика практически не прорабатывалась.

Научное направление, разрабатываемое автором и представленное в рамках данной монографии, призвано ликвидировать сложившуюся в данной области знаний ситуацию отсутствия системного подхода в решении проблем эксплуатации пассажирского общественного транспорта в условиях негативного влияния внешней среды. Данное научное направление основано на использовании концепции устойчивости системы ПОТ в условиях негативного влияния внешней среды.

Исследования в области изменения эффективности и качества пассажирских перевозок под влиянием внешней среды проводятся в ТюмГНГУ с 2000 г. По итогам проведенных на кафедре ЭАТ под руководством проф. Резника Л.Г. и доц. Петрова А.И. исследований по данной тематике подготовлено и защищено две кандидатских диссертации. Ярковым С.А. в 2007 г. защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по теме «Влияние низкотемпературных условий эксплуатации на регулярность движения городских маршрутных автобусов», Свистуновой В.А. в 2010 г. защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по теме «Совершенствование перевозочного процесса городского пассажирского общественного транспорта производственных моногородов (на примере г. Нефтеюганск)». В настоящий момент к защите кандидатской диссертации готовится Яковенко Е.А., работающая по тематике «Формирование результативности общественного транспорта под влиянием маркетингового фактора внешней среды».

Данная работа обобщает некоторые результаты аналитических и экспериментальных исследований, а также методики практического использования, полученные в рамках заявленного научного направления.