

Р.Р. Казарян, С.Б. Лёвин, П.П. Олейник

# **ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

**Том 1**

**Базовые модели проектирования транспортных сооружений  
экономико-математическими методами**

*Учебное пособие*

*Допущено*

*Федеральным агентством железнодорожного транспорта  
в качестве учебного пособия для студентов вузов  
железнодорожного транспорта*

Москва  
2024

---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

От научного редактора .....	5
Список сокращений .....	15
Предисловие .....	16
 Глава 1. ПРОБЛЕМЫ И ОПЫТ ЭКОНОМИКО- МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ .....	19
1.1. Исторический образ развития экономико-математических методов и моделей в транспортном и дорожном строительстве. ....	19
1.2. Анализ опыта применения экономико-математических методов в транспортном строительстве. ....	23
Контрольные вопросы и задания .....	30
 Глава 2. ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ. ....	31
2.1. Основные понятия .....	31
2.2. Законы распределения случайных величин .....	34
2.3. Элементы математической статистики. Статистическая проверка гипотез .....	54
Контрольные вопросы и задания .....	69
 Глава 3. МОДЕЛИ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО АНАЛИЗА В ПРОЕКТИРОВАНИИ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА .....	73
3.1. Общая постановка задач экстремального анализа в дорожном строительстве .....	73
3.2. Примеры применения моделей экстремального анализа в проектировании дорожного строительства. ....	78
Контрольные вопросы и задания .....	82

Глава 4. ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДЕЛЕЙ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ .....	83
4.1. Общие положения. ....	83
4.2. Постановка задачи и построение модели .....	85
4.3. Методы получения оптимальных решений .....	96
4.4. Сетевые задачи линейного программирования .....	117
4.4.1. Минимизация сети .....	118
4.4.2. Задача о кратчайшем пути .....	121
4.4.3. Задача о максимальном потоке .....	122
Контрольные вопросы и задания .....	128
Контрольные задачи .....	129
Глава 5. ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ .....	131
5.1. Основные положения теории массового обслуживания. Классификация моделей массового обслуживания .....	131
5.2. Классы задач, решаемых на моделях массового обслуживания в проектировании дорожно-строительных работ .....	137
5.3. Примеры использования моделей массового обслуживания в проектировании производства работ .....	142
Контрольные вопросы и задания .....	165
Контрольные задачи .....	165
Глава 6. ОРГАНИЗАЦИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ .....	167
6.1. Общие положения. ....	167
6.2. Примеры применения детерминированных моделей управления запасами со статическим спросом. ....	174
6.3. Статическая модель с переменной отпускной ценой на материалы .....	181
6.4. Вероятностные модели управления запасами .....	185
Контрольные вопросы и задания .....	194
Контрольные задачи .....	195

Глава 7. МОДЕЛИ СЕТЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ .....	197
7.1. Математические основы сетевого планирования. Основные термины .....	197
7.2. Методика построения и расчета сетевого графика .....	204
7.2.1. Формы сетевых графиков .....	204
7.2.2. Основные правила построения сетевых моделей .....	207
7.2.3. Методика построения сетевых графиков .....	210
7.2.4. Вероятностные сетевые модели .....	216
Контрольные вопросы и задания .....	225
Контрольные задачи .....	225
Глава 8. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ И НАДЕЖНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ .....	227
8.1. Проектирование транспортных сооружений с учетом фактора надежности .....	227
8.2. Статистический контроль качества .....	241
8.2.1. Статистическое регулирование качества продукции .....	242
8.2.2. Статистические методы выборочного контроля .....	247
8.3. Статистическая оценка надежности транспортных систем ...	250
Контрольные вопросы и задания .....	263
Контрольные задачи .....	263
Глава 9. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР .....	265
9.1. Состояние теории формирования организационных структур в строительстве .....	265
9.1.1. Принципы формирования организационных структур ...	266
9.1.2. Методы формирования организационных структур .....	268
9.2. Основные структурообразующие факторы .....	279
9.3. Понятие эффективности организационных структур в строительстве .....	283
9.4. Основы кластерного анализа и его применение для формирования организационных структур .....	286
9.5. Пример формирования организационно-штатной структуры с применением кластерного анализа .....	299

Контрольные вопросы и задания .....	315
Контрольные задачи .....	315
<b>Глава 10. МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ.....</b>	<b>317</b>
10.1. Критерии эффективности и ограничения .....	317
10.2. Методы выбора лучшего варианта решения при многих критериях.....	326
10.3. Примеры оценки качества принимаемых решений .....	333
Контрольные вопросы и задания .....	343
Контрольные задачи .....	345
<b>Глава 11. МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ .....</b>	<b>345</b>
11.1. Общие понятия об основных принципах и методах планирования организации эксперимента.....	345
11.2. Методика и методы пассивного и активного эксперимента, построения и анализа планов .....	350
<b>Глава 12. МЕТОДИКИ ОРГАНИЗАЦИИ, ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ .....</b>	<b>407</b>
12.1. Календарное планирование дорожно-строительных работ .....	407
12.2. Методы организации и способы развертывания дорожно-строительных работ .....	416
12.3. Организация производственной базы дорожного строительства .....	421
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>429</b>
Приложение 1 .....	429
Приложение 2 .....	431
Приложение 3 .....	433
Приложение 4.....	434
Приложение 5 .....	435
Список литературы.....	436