

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор  
по образовательной деятельности

  
\_\_\_\_\_ А. А. Панфилов  
« 30 » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ**  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 23.03.01 - Технология транспортных процессов

Профиль/программа подготовки Организация и безопасность движения

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

| Семестр | Трудоемкость зач.<br>ед./ час. | Лекции,<br>час. | Практич.<br>занятия,<br>час. | Лаборат.<br>работы,<br>час. | СРС,<br>час. | Форма<br>промежуточной<br>аттестации<br>(экзамен/зачет/<br>зачет с оценкой) |
|---------|--------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|--------------|---|
| 6       | 3/108                          | 18              | 18                           | -                           | 36           | Экзамен (36 ч.)   |
| Итого   | 3/108                          | 18              | 18                           | -                           | 36           | Экзамен (36 ч.)   |

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: формирование профессиональных знаний и практических навыков принятия оптимальных управленческих решений по выбору и обоснованию рациональных способов выполнения транспортных задач.

Задачи: освоить принципы системного подхода, лежащие в основе моделирования дорожного движения, планирование эксперимента и обработку экспериментальных данных, технические и программные средства реализации информационных процессов, автоматизированную систему управления (АСУ), как инструмента структуры, уровней построения и функций АСУ на транспорте.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Моделирование транспортных процессов» входит в вариативную часть ОПОП по направлению 23.03.01 «Технология транспортных процессов».

Для изучения данной дисциплины необходимо усвоение дисциплин «Высшая математика», «Информатика», «Информационные технологии на транспорте», «Вычислительная техника и сети в отрасли».

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

| Код формируемых компетенций | Уровень освоения компетенций | Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенций)   |
|-----------------------------|------------------------------|--|
| ПК-7                        | Частичное                    | способность к поиску путей повышения качества транспортно-логистического обслуживания грузовладельцев, развития инфраструктуры товарного рынка и каналов распределения |
| ПК-9                        | Частичное                    | способность определять параметры оптимизации логистических транспортных цепей и звеньев с учетом критериев оптимальности   |
| ПК-18                       | Частичное                    | способность использовать современные информационные технологии как инструмент оптимизации процессов управления в транспортном комплексе                                |

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часа.

| № п/п | Раздел (тема) дисциплины  | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |                      |                     |                    |     | Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %) | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|-------|---|---------|-----------------|--|----------------------|---------------------|--------------------|-----|---|---|
|       |   |         |                 | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы | Контрольные работы | СРС |   |   |
| 1     | Актуальность проблемы моделирования. Роль математических методов в принятии эффективных управленческих решений производственных задач автомобильного транспорта | 6       | 1               | 2  | 6                    | -                   | -                  | 4   | 3/37,5  | -   |
| 2     | Методологические основы математического моделирования в организации транспортных процессов  | 6       | 2-6             | 2  | 6                    | -                   | -                  | 4   | 3/37,5  | Рейтинг-контроль №1 (6 неделя)  |
| 3     | Обзор существующих математических моделей транспортных процессов  | 6       | 7-8             | 2  | 6                    | -                   | -                  | 4   | 3/37,5  | -   |
| 4     | Моделирование организации транспортных процессов методами математического программирования  | 6       | 9-10            | 2  | -                    | -                   | -                  | 4   | 1/50  |   |
| 5     | Графическое моделирование организации транспортных процессов  | 6       |                 | 2  | -                    | -                   | -                  | 4   | 1/50  |   |
| 6     | Стохастические (вероятностные) модели   | 6       | 11-14           | 2  | -                    | -                   | -                  | 4   | 1/50  | Рейтинг-контроль №2 (12 неделя)   |
| 7     | Детерминированные модели  | 6       |                 | 2  | -                    | -                   | -                  | 4   | 1/50  |   |



|                            |  |   |       |    |    |   |   |    |          |                                    |
|----------------------------|--|---|-------|----|----|---|---|----|----------|------------------------------------|
| 8                          | Модели расчёта корреспонденций и распределения потоков | 6 | 15-18 | 2  | -  | - | - | 4  | 1/50     | Рейтинг-контроль №3<br>(18 неделя) |
| 9                          | Этапы моделирования                                    | 6 |       | 2  | -  | - | - | 4  | 1/50     |                                    |
| Всего за 6 семестр         |  |   |       | 18 | 18 | - | - | 36 | 18/41,66 | Экзамен                            |
| Наличие в дисциплине КП/КР |  |   |       | -  | -  | - | - | -  | -        | -                                  |
| Итого по дисциплине        |  |   |       | 18 | 18 | - | - | 36 | 18/41,66 | Экзамен                            |

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

**Раздел 1** - Актуальность проблемы моделирования. Роль математических методов в принятии эффективных управленческих решений производственных задач автомобильного транспорта.

Содержание, цель и задачи дисциплины. Значение дисциплины в подготовке бакалавров по организации перевозок на автомобильном транспорте. Математическое моделирование – основной метод кибернетики. Принципиальная схема процесса управления. Детерминированные и стохастические системы. Основные понятия в исследовании операций.

**Раздел 2** - Методологические основы математического моделирования в организации транспортных процессов.

Моделирование как естественный процесс познания. Понятие модели. Виды моделей. Математические, имитационные и эвристические модели. Основы построения математических моделей транспортных процессов. Информационное обеспечение моделей.

**Раздел 3** - Обзор существующих математических моделей транспортных процессов.

Опыт решения транспортной проблемы. Математические модели определения корреспонденций. Гравитационные модели. Энтропийные модели. Моделирование самоорганизующихся потоков. Алгоритмы построения матрицы корреспонденций. Гидродинамические модели транспортного потока. Закон сохранения транспортного потока. Модели Гриншилдса и Гринберга. Модель Лайтхилла Уизема. Кинематические волны. Ударные волны в транспортном потоке. Гидродинамические модели второго порядка -1. Гидродинамические модели второго порядка -2. Стохастические модели. Микроскопические модели. Модели следования за лидером. Клеточные автоматы.

**Раздел 4** - Моделирование организации транспортных процессов методами математического программирования.

Предмет математического программирования и области его применения при решении задач организации транспортного процесса. Задача линейного программирования. Каноническая форма ЗЛП. Геометрическая интерпретация ЗЛП. Общая характеристика симплекс-метода. Симплекс-метод. Постановка транспортной задачи линейного программирования, ее математическая модель и области применения. Примеры моделирования в форме транспортной задачи. Решение транспортной задачи линейного программирования методом потенциалов.

**Раздел 5** - Графическое моделирование организации транспортных процессов.

Элементы теории графов. Система сетевого планирования и управления, ее применение при разработке планов выполнения различных комплексов работ по

организации транспортного процесса. Методика расчета параметров сетевого графика. Задача о кратчайшем маршруте. Задача о максимальном потоке. Задача коммивояжера.

#### **Раздел 6** - Стохастические (вероятностные) модели.

Стохастические модели предполагают наличие элемента неопределенности, учитывают возможное вероятностное распределение значений факторов и параметров, определяющих развитие ситуации.

#### **Раздел 7** - Детерминированные модели.

В детерминированных моделях все факторы, оказывающие влияние на развитие ситуации принятия решения, однозначно определены и их значения известны в момент принятия решения.

#### **Раздел 8** - Модели расчёта корреспонденций и распределения потоков.

Количественной характеристикой структуры передвижений по сети служит матрица корреспонденций, элементами которой являются объемы передвижений (автомобилей или пассажиров в час) между каждой парой условных районов ПО. Все многообразие передвижений, совершаемое в сети, может быть разбито на разные группы передвижений по следующим критериям

#### **Раздел 9** - Этапы моделирования.

Под задачей понимается некая проблема, которую надо решить. На этапе постановки задачи необходимо: описать задачу, определить цели моделирования, проанализировать объект или процесс.

### **Содержание практических занятий по дисциплине**

**Раздел 1** - Актуальность проблемы моделирования. Роль математических методов в принятии эффективных управленческих решений производственных задач автомобильного транспорта.

Математическое моделирование при решении транспортных задач на предприятиях автомобильного транспорта, а так же в транспортной инфраструктуре.

**Раздел 2** - Методологические основы математического моделирования в организации транспортных процессов.

Применение математических, имитационных и эвристических моделей на практике. Основы построения математических моделей транспортных процессов. Информационное обеспечение моделей.

**Раздел 3** - Обзор существующих математических моделей транспортных процессов.

Исследование гравитационных моделей. Энтропийных моделей. Алгоритмы построения матрицы корреспонденций. Гидродинамические модели транспортного потока.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В преподавании дисциплины «Моделирование транспортных процессов» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- компьютерных симуляций (раздел 3, 4 и 6);
- деловых и ролевых игр (разделы 2 и 5);
- разбор конкретных ситуаций (раздел 4, 8).



## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

По курсу «Моделирование транспортных процессов» предусмотрено выполнение контрольной работы.

### *Темы контрольных работ*

1. Приведение задачи линейного программирования к канонической форме.
2. Решение задачи линейного программирования графическим методом.
3. Задача об использовании ограниченного ресурса.
4. Задача о ранце.
5. Двойственность в линейном программировании.
6. Математическая модель транспортной задачи.
7. Леонид Витальевич Канторович и его роль в создании математического программирования
8. Решение задачи с использованием симплекс-метода.
9. Решение транспортной задачи в процессе организации перевозок.
10. Решение транспортной задачи методом потенциалов.
11. Задачи, сводимые к транспортной
12. Решение задачи коммивояжера.
13. Процесс Маркова и процесс размножения и гибели.
14. Решение задачи теории массового обслуживания.
15. Системы массового обслуживания, классификация, показатели.
16. Применение теоремы Форда-Фолкерсона.
17. Решение задачи о кратчайшем маршруте при организации оптимального плана перевозок.
18. Математическое моделирование в решении задач организации перевозок.
19. Предмет и область применения теории игр.
20. Теории статистических решений ее применение при моделировании транспортных процессов.
21. Кооперативные игры.
22. Имитационное моделирование процессов транспортного обслуживания клиентов.
23. Имитационное моделирование процессов обслуживания автомобильного транспорта.
24. Метод статистических испытаний и его применение при моделировании случайных величин.
25. Имитационное моделирование задач массового обслуживания.

### **ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПРОРАБОТКИ**

1. 1. Понятие модели, свойства модели.
2. Классификация моделей.
3. Математическая модель.
4. Основные этапы математического моделирования.
5. Математическая модель транспортной задачи.
6. Математическая модель задачи о выпуске продукции.
7. Математическая модель задачи о ранце.
8. Математическая модель задачи о диете.

9. Математическая модель задачи о назначениях.
10. Предмет, задача и основные понятия математического программирования.
11. Классификация задач математического программирования.
12. Задача линейного программирования и ее общая форма.
13. Приведение задачи линейного программирования к канонической форме.
14. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования.
15. Возможные множества решений задачи линейного программирования.
16. Общая характеристика симплекс – метода.
17. Заполнение начальной симплекс – таблицы.
18. Критерий оптимальности плана задачи линейного программирования.
19. Метод построения нового плана в рамках симплекс – метода.
20. Вспомогательная задача.
21. Модель транспортной задачи в форме таблицы.
22. Балансировка транспортной задачи.
23. Метод северо-западного угла.
24. Общая характеристика метода потенциалов.
25. Проверка плана транспортной задачи на оптимальность.
26. Построение нового плана в методе потенциалов.
27. Предмет, область применения и основные понятия теории графов.
28. Предмет и область применения системы сетевого планирования и управления.
29. Сетевой график и его элементы.
30. Параметры событий и работ.
31. Методика расчета параметров сетевого графика.
32. Критический путь и его содержательный смысл.
33. Постановка задачи о кратчайшем маршруте.
34. Метод решения задачи о кратчайшем маршруте.
35. Постановка задачи о максимальном потоке.
36. Разрез и его пропускная способность.
37. Теорема Форда – Фалкерсона.
38. Методология метода ветвей и границ.
39. Постановка задачи коммивояжера.
40. Алгоритм приведения матрицы расходов в задаче коммивояжера.
41. Алгоритм деления множества маршрутов на части.
42. Случайные процессы и их классификация.
43. Процессы размножения и гибели.
44. Процесс Маркова и его свойства.
45. Процесс Пуассона и его свойства.
46. Граф состояний процесса размножения и гибели, уравнения Колмогорова.
47. Финальные вероятности состояний и их вычисление.
48. Предмет и область применения теории массового обслуживания.
49. Основные понятия теории массового обслуживания.
50. Классификация систем массового обслуживания.
51. Основные показатели качества организации систем массового обслуживания.
52. Открытая система массового обслуживания.
53. Анализ систем массового обслуживания общего вида.
54. Предмет и область применения теории игр.
55. Понятие игры, игры в нормальной форме.
56. Матричная игра, понятие оптимальности для матричных игр.
57. Смешанные стратегии и теорема Неймана.
58. Предмет и область применения имитационного моделирования.



59. Имитационное моделирование в задачах организации транспортного процесса.
60. Общие сведения о методе статистических испытаний.
61. Основные этапы метода статистических испытаний.
62. Моделирование случайных величин с заданным законом распределения.

Промежуточной аттестацией студентов по курсу «Моделирование транспортных процессов» является экзамен.

### **ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К РЕЙТИНГ- КОНТРОЛЮ №1**

1. Метод наименьших квадратов.
2. Модели Гриншилдса и Гринберга.
3. Дайте определение случайному процессу. Приведите основные характеристики случайных процессов.
4. Дайте определение Марковскому случайному процессу.
5. Случайный процесс с дискретными состояниями и дискретным временем.
6. Модель Лайтхилла – Уизема.
7. Одноканальная система массового обслуживания с ожиданиями.
8. Гидродинамические модели второго порядка.
9. Процесс «гибели» и «размножения».

### **ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К РЕЙТИНГ- КОНТРОЛЮ №2**

1. Случайные процессы с дискретными состояниями и непрерывным временем.
2. Стохастические модели транспортного потока.
3. Правила составления дифференциальных уравнений Колмогорова (рассмотреть на примере).
4. Показатели работы систем массового обслуживания (вероятностные; количественные; временные; качественные).
5. Гравитационные модели.
6. Модель следования за лидером Дженерал Моторс.
7. Энтропийные модели.

### **ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К РЕЙТИНГ- КОНТРОЛЮ №3**

1. Модель оптимальной скорости Ньюэлла.
2. Модель Танака.
3. Задача транспортного равновесия (Моделирование транспортных потоков, как задача принятия решений. Первый и второй принципы Вардропа).
4. Потоки событий. Свойства и классификация потоков событий.
5. Случайные процессы с дискретными состояниями и непрерывным временем.
6. Система массового обслуживания с отказами.
7. Многоканальная система массового обслуживания с ожиданиями.



## ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

1. 1. Метод наименьших квадратов.
2. Модели Гриншилдса и Гринберга.
3. Дайте определение случайному процессу. Приведите основные характеристики случайных процессов.
4. Дайте определение Марковскому случайному процессу.
5. Случайный процесс с дискретными состояниями и дискретным временем.
6. Модель Лайтхилла – Уизема.
7. Одноканальная система массового обслуживания с ожиданиями.
8. Гидродинамические модели второго порядка.
9. Процесс «гибели» и «размножения».
10. Случайные процессы с дискретными состояниями и непрерывным временем.
11. Стохастические модели транспортного потока.
12. Правила составления дифференциальных уравнений Колмогорова (рассмотреть на примере).
13. Показатели работы систем массового обслуживания (вероятностные; количественные; временные; качественные).
14. Гравитационные модели.
15. Модель следования за лидером Дженерал Моторс.
16. Энтропийные модели.
17. Модель оптимальной скорости Ньюэлла.
18. Модель Танака.
19. Задача транспортного равновесия (Моделирование транспортных потоков, как задача принятия решений. Первый и второй принципы Вардропа).
20. Потоки событий. Свойства и классификация потоков событий.
21. Случайные процессы с дискретными состояниями и непрерывным временем.
22. Система массового обслуживания с отказами.
23. Многоканальная система массового обслуживания с ожиданиями.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Книгообеспеченность

| Наименование литературы: автор, издание, вид издания, издательство  | Год издания | КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ   |   |
|---|-------------|---|---|
|   |             | Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО | Наличие в электронной библиотеке ВлГУ   |
| <b>Основная литература</b>  |             |   |   |
| 1. Боровской А.Е. Моделирование транспортных процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Боровской А.Е., Остапко А.С.— Электрон.текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016.— 86 с. | 2016        | -   | <a href="http://www.iprbookshop.ru/28361">http://www.iprbookshop.ru/28361</a>   |
| 2. Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л.— Брянск: Брянский государственный технический университет, 2016.— 271 с.                             | 2016        | -   | <a href="http://www.iprbookshop.ru/7003">http://www.iprbookshop.ru/7003</a> .   |
| 3. Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 192 с.  | 2017        | -   | <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4862">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4862</a>       |
| <b>Дополнительная литература</b>  |             |   |   |
| 1. Компьютерное моделирование логических процессов. Архитектура и языки решателя задач / А.С. Подколзин. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2016. - 1024 с.   | 2016        | -   | <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=186565">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=186565</a>               |
| 2. Научные исследования и решение инженерных задач в сфере автомобильного транспорта: Учебное пособие/Н.А.Коваленко - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знан., 2018 - 271с.  | 2018        | -   | <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=376336">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=376336</a>               |
| 3. VisSim+Mathcad+MATLAB. Визуальное математическое моделирование [Электронный ресурс] / В.П. Дьяконов - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2017.  | 2017        | -   | <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5980031308.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5980031308.html</a> |



## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных аттестаций, а так же помещения для самостоятельной работы. Лекционные и практические работы проводятся в мультимедийной аудитории №324-2.

Рабочую программу составил

к.т.н., доцент каф. АТБ Денисов Иван Владимирович  
(ФИО, подпись)

Рецензент  
(представитель работодателя)

Исполнительный директор НОЦ ОБДД Ю.Н. Ермолаев  
(место работы, должность, ФИО, подпись)



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АТБ  
Протокол № 1 от 30.08.19 года

Заведующий кафедрой Амирсейидов Шихсеид Амирсейидович  
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 23.04.01 - «Технология транспортных процессов»

Протокол № 1 от 30.08.19 года

Председатель комиссии Амирсейидов Ш.А.

(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2020/2021 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.20 года

Заведующий кафедрой  Амирсейидов Ш.А.

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Амирсейидов Ш.А.

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Амирсейидов Ш.А.