

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО  
Директор института заочного  
образования  
С.Е. Спесивцева  
2021 г.



УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
И.А. Новиков  
2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины (модуля)**

Моделирование транспортных систем

направление подготовки (специальность):

23.03.01 Технология транспортных процессов

Направленность программы (профиль, специализация):

Организация и безопасность движения

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

заочная

Институт Транспортно-технологический

Кафедра Эксплуатация и организация движения автотранспорта

Белгород 20 21

Рабочая программа составлена на основании требований:

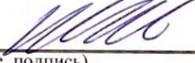
▪ Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов, утверждённого приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 911 от 7 августа 2020 г.;

▪ учебного плана, утверждённого учёным советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): к.т.н.  (С.В. Кущенко)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

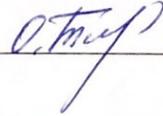
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » мая 2021 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (И.А. Новиков)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доц.  (Т.Н. Орехова)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональная	ПК-7. Способен использовать современные информационные технологии как инструмент оптимизации процессов управления в транспортном комплексе	ПК-7.1. Применяет современные программно-моделирующие комплексы при решении задач организации дорожного движения, разрабатывает транспортные модели различных уровней	<p><b>знать:</b> программно-моделирующие комплексы при решении задач в области организации дорожного движения;</p> <p><b>уметь:</b> правильно осуществлять выбор при определении методики, позволяющей решать основные задачи в области организации дорожного движения;</p> <p><b>владеть:</b> навыками работы при разработке и внедрении новых схем организации дорожного движения.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

### 1. Компетенция ПК-7. Способен использовать современные информационные технологии как инструмент оптимизации процессов управления в транспортном комплексе.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины <sup>1</sup>
1	Информатика
2	Математика
3	Компьютерная графика
4	Информационные технологии на транспорте

<sup>1</sup>В таблице должны быть представлены все дисциплины и(или) практики, которые формируют компетенцию в соответствии с компетентностным планом. Дисциплины и(или) практики указывать в порядке их изучения по учебному плану.

### 3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет **8** зач. единиц, **288** часа.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки<sup>2</sup>:

Форма промежуточной аттестации **экзамен, зачет.**

(экзамен, дифференцированный зачёт, зачёт)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 4	Семестр № 5	Семестр № 6
Общая трудоёмкость дисциплины, час	288	2	142	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	16	2	4	10
лекции	4	2	-	2
лабораторные	4	-	2	2
практические	6	-	2	4
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	-	-	2
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	272	-	138	134
Курсовой проект	-	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-	-
Расчётно-графическое задание	18	-	-	18
Индивидуальное домашнее задание	-	-	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	218	-	138	80
Экзамен, зачет	36	-	зачет	36

<sup>2</sup> если дисциплина не реализуется в рамках практической подготовки – предложение убрать.

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объём Курс 2 Семестр 4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям <sup>3</sup>
семестр № 4					
1. Введение. Роль моделирования в оптимизации транспортных перевозок					
	Исторический обзор. Существующее состояние в области организации дорожного движения. Актуальность моделирования для повышения эффективности управления транспортными потоками	2	-	-	-
ИТОГО:		2	-	-	-

### Курс 3 Семестр 5, 6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям <sup>4</sup>
семестр № 5					
2. Особенности транспортного потока (ТП) как объекта моделирования					
	Нестационарность, стохастичность, неполная управляемость, множественность критериев качества регулирования, сложность проведения экспериментальных исследований. Характеристики транспортного потока: скорость, плотность, интенсивность, состав	-	1	-	46
3. Основы системного подхода к моделированию ТП					
	Транспортный поток как сложная система. Сложная система «автомобиль-водитель-дорога-среда» и ее особенности. Сущность системного подхода при	-	1	1	46

<sup>3</sup> Указать объём часов самостоятельной работы для подготовки к лекционным, практическим, лабораторным занятиям

<sup>4</sup> Указать объём часов самостоятельной работы для подготовки к лекционным, практическим, лабораторным занятиям

	моделировании ТП. Основные этапы методики системного подхода				
<b>4. Классификация математических моделей ТП</b>					
	Существующие математические модели транспортного потока. Детерминированные и стохастические модели. Микро- и макроскопические модели	-	-	1	46
	<b>ИТОГО:</b>	-	2	2	138
<b>семестр № 6</b>					
<b>5. Микроскопические модели</b>					
	Особенности микроскопических моделей. Учет действий водителя. Теория следования за лидером (ТСЛ). Линейное и нелинейное уравнение ТСЛ. Взаимосвязь основных характеристик ТП для микроскопической модели. Взаимосвязь макро- и микромоделей. Сравнительный анализ результатов	1	1	-	20
<b>6. Макроскопические модели</b>					
	Гидродинамическая аналогия ТП с потоком идеальной несжимаемой жидкости. Уравнения состояния, неразрывности, движения ТП. Обобщенная модель ТП и ее частные случаи: линейная (модель Гриншилдса) и нелинейная модель (модель Гринберга). Получение оптимальных, по критерию максимума интенсивности, характеристик ТП для каждого вида моделей. Взаимосвязь основных характеристик ТП для макроскопических моделей. Ударные волны в ТП. Модель Лайтхилла-Уизема. Основная диаграмма ТП. Кинематические волны в ТП	1	2	1	24
<b>7. Стохастические модели</b>					
	Вероятностные характеристики ТП. Подход к моделированию ТП на основе теории массового обслуживания (МО). Уравнения однолинейной модели МО с буфером накопления	-	1	-	20
<b>8. Имитационное моделирование</b>					
	Имитационное моделирование ТП с помощью средств вычислительной техники. Основные способы имитационного моделирования ТП. Оценка детерминированных и стохастических моделей ТП	-	-	1	8
<b>9. Перспективные направления исследований</b>					
	Разработка новых подходов к моделированию транспортных систем	-	-	-	8
	<b>ИТОГО:</b>	2	4	2	80

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям <sup>5</sup>
<b>семестр № 5</b>				
2	Особенности транспортного потока	Характеристики транспортного потока. Особенности транспортного	1	10

<sup>5</sup>Количество часов самостоятельной работы для подготовки к практическим занятиям.

	(ТП) как объекта моделирования	потока как объекта моделирования		
3	Основы системного подхода к моделированию ТП	Основы системного подхода к моделированию транспортных потоков. Сложная система «водитель- автомобиль-дорога-среда» и ее особенности	1	10
		ИТОГО:	2	20
семестр № 6				
5	Макроскопические модели	Макроскопические модели транспортного потока. Обобщенная модель. Модель Гринберга	1	10
6	Макроскопические модели	Макроскопические модели транспортного потока. Основная диаграмма ТП. Определение характеристик ТП по диаграмме $N-q$ , $v-q$ (графически и аналитически). Определение оптимальных по критерию максимума $N$ характеристик ТП ( $q, v$ )	1	10
7	Микроскопические модели	Микроскопические модели транспортного потока. Модель следования за лидером	1	10
8	Стохастические модели	Стохастические модели. Имитационное моделирование транспортных потоков	1	10
		ИТОГО:	4	40

### 4.3.Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 5				
1	Имитационное моделирование	Графическое решение задачи линейного программирования. Анализ модели на чувствительность. Использование процедуры «Поиск решения» в MS Excel	1	10
2	Основы системного подхода к моделированию ТП	Модель задачи о раскрое в транспортной постановке. Анализ модели на чувствительность по итоговой симплекс-таблице	1	10
		ИТОГО:	2	20
семестр № 6				
1	Основы системного подхода к моделированию ТП	Моделирование транспортных сетей. Расчет кратчайших расстояний и кратчайших путей проезда	1	10
3	Макроскопические модели	Моделирование транспортных потоков в городах	1	10
		ИТОГО:	2	20

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы<sup>6</sup>

-учебным планом не предусмотрены.

#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий<sup>7</sup>

Учебным планом предусмотрено выполнение расчетно-графической работы. Тема расчетно-графической работы: Расчет потребного количества автомобилей на маршрутах.

В работе необходимо рассчитать потребное количество автомобилей на маршруте с целью выполнения плана перевозок грузов и пассажиров, расшифровать маршруты, объединить части маршрутов в единую маршрутную сеть.

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 5.1. Реализация компетенций

##### 1 Компетенция ПК-7. Способен использовать современные информационные технологии как инструмент оптимизации процессов управления в транспортном комплексе.

*(код формулировка компетенции)*

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
<i>Применяет современные программно-моделирующие комплексы при решении задач организации дорожного движения, разрабатывает транспортные модели различных уровней</i>	<i>Экзамен, зачёт, защита лабораторной работы, защита РГЗ</i>

#### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

##### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена/дифференцированного зачёта/зачёта

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение. Роль моделирования в оптимизации транспортных перевозок	– Влияние моделирования на процессы оптимизации транспортных перевозок – История развития подходов к моделированию транспортных процессов
2	Понятия модели и моделирования	– Модель. Моделирование. Виды и способы исследования моделей
3	Особенности	– Особенности транспортного потока как объекта

<sup>6</sup>Если выполнение курсового проекта/курсовой работы нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом».

<sup>7</sup>Если выполнение расчетно-графического задания/индивидуального домашнего задания нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом».

	транспортного потока (ТП) как объекта моделирования	моделирования – Характеристики транспортного потока
4	Основы системного подхода к моделированию ТП	– Системный подход при решении задач моделирования транспортных потоков
5	Классификация математических моделей ТП	– Классификация моделей дорожного движения
6	Микроскопические модели	– Ударные волны в транспортном потоке – Линейная теория следования за лидером – Нелинейная теория следования за лидером
7	Макроскопические модели	– Уравнение состояния и уравнение неразрывности транспортного потока – Уравнение движения транспортного потока. Модель Гринберга – Обобщенное уравнение движения транспортного потока. Модель Гриншилльдса – Уравнение сохранения количества движения и уравнение энергетического состояния транспортного потока – Связь между макроскопическими и микроскопическими теориями
8	Стохастические модели	– Моделирование работы АТС и погрузочно-разгрузочных средств как системы массового обслуживания – Основные понятия теории массового обслуживания. – Основные параметры описания СМО
9	Имитационное моделирование	– Аналитические методы моделирования – Сущность имитационного моделирования – Цифровое моделирование больших систем – Недостатки имитационных моделей
10	Перспективные направления исследований	– Этапы создания и использования имитационных моделей – Составление концептуальной модели – Проведение имитационного эксперимента

### 5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/курсовой работы

-учебным планом не предусмотрены.

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
<i>Применяет современные программно-моделирующие комплексы при решении задач</i>	<i>Экзамен, зачёт, защита лабораторной работы, защита РГЗ</i>

организации дорожного движения,  
разрабатывает транспортные модели  
различных уровней

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачёта, дифференцированного зачёта при защите курсового проекта/работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично<sup>8</sup>.

При промежуточной аттестации в форме зачёта используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по практике	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Программно-моделирующие комплексы при решении задач в области организации дорожного движения
	Объём освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Чёткость изложения и интерпретации знаний
Умения	Правильно осуществлять выбор при определении методики, позволяющей решать основные задачи в области организации дорожного движения
Владение	Навыками работы при разработке и внедрении новых схем организации дорожного движения

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю **Знания**.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать

<sup>8</sup> В ходе текущей аттестации могут быть использованы балльно-рейтинговые шкалы.

Программно-моделирующие комплексы при решении задач в области организации дорожного движения	Не знает программно-моделирующие комплексы при решении задач в области организации дорожного движения	Знает программно-моделирующие комплексы при решении задач в области организации дорожного движения	Знает программно-моделирующие комплексы при решении задач в области организации дорожного движения, их интерпретирует и использует	Знает программно-моделирующие комплексы при решении задач в области организации дорожного движения, может самостоятельно получить и использовать
Объём освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объёме	Обладает твёрдым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не даёт ответы на большинство вопросов	Даёт неполные ответы на все вопросы	Даёт ответы на вопросы, но не все - полные	Даёт полные, развёрнутые ответы на поставленные вопросы
Чёткость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Правильно осуществлять выбор при определении методики, позволяющей решать основные	Не умеет правильно осуществлять выбор при определении методики, позволяющей решать основные	Умеет правильно осуществлять выбор при определении методики, позволяющей решать основные задачи в области организации	Умеет правильно осуществлять выбор при определении методики, позволяющей решать основные задачи в области организации	Умеет правильно осуществлять выбор при определении методики, позволяющей решать основные задачи в области организации

задачи в области организации дорожного движения;	задачи в области организации дорожного движения;	дорожного движения; эксперимента	дорожного движения, может интерпретировать и использовать результаты	дорожного движения, может самостоятельно анализировать и использовать результаты
--	--	----------------------------------	--	--

### Оценка сформированности компетенций по показателю Владение.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навыками работы при разработке и внедрении новых схем организации дорожного движения	Не владеет навыками работы при разработке и внедрении новых схем организации дорожного движения	Владеет навыками работы при разработке и внедрении новых схем организации дорожного движения	Владеет навыками работы при разработке и внедрении новых схем организации дорожного движения, может интерпретировать и использовать результаты	Навыками работы при разработке и внедрении новых схем организации дорожного движения, может самостоятельно анализировать и использовать результаты

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	103 учебная аудитория «Техника транспорта, обслуживание и ремонт»	письменными столами, стульями, классной доской (для рисования мелом или маркером)
2	102 учебная аудитория «Моделирование транспортных процессов»	письменными столами, стульями, классной доской (для рисования мелом или маркером), компьютерами

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Для полноценного освоения дисциплины организация дорожного движения студенту будет необходим пакет специализированных прикладных программ и программных комплексов.

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Office 2016	соглашение № V6328633
2	AutoCAD	свободно-распространяемое ПО
3	TRL Transyt 14	лицензионный договор № 15-05-55-15-10-12
4	Oscady Pro	лицензионный договор № 15-05-55-15-10-16
5	Transyt - Aimsun Link	лицензионный договор № 15-05-55-

		15-10-18
6	Aimsun 8	лицензионный договор № 1230565159
7	ГИС QGIS	свободно-распространяемое ПО

### **6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов**

1. Вельможин А.В. Основы теории транспортных процессов и систем. – М.: Академия, 2015. – 224 с.
2. Горев А.Э. Основы теории транспортных систем. – С.-Петербург: СПбГАСУ, 2010 – 214 с.
3. Остапко А.С. Моделирование задач транспортных перевозок. Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2009. – 80 с.
4. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения. – М.: Транспорт, 1973. – 390 с.
5. Иносе Х., Хамада Т. Управление дорожным движением. – М.: Транспорт, 1983. – 240 с.
6. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими. - М.: Транспорт, 1972. – 360 с.
7. Хайт Ф. Математическая теория транспортных потоков. – М.: Мир, 1966. – 304 с.
8. Пугачев, И.Н. Организация и безопасность дорожного движения : учеб.пособие / И.Н. Пугачев, А.Э. Горев, Е.М. Олеценко. - М. : Академия, 2009. - 272 с
9. Сильянов В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц : учебник / В.В. Сильянов, Э.Р. Домке. - М. : Академия, 2008. - 352 с.

### **6.4. Перечень интернет-ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

Сайты транспортных и транспортно-логистических компаний:

1. [http:// http://aeroflot.ru](http://aeroflot.ru)
2. <http://www.dellin.ru>
3. <http://www.dhl.ru>
4. <http://www.s7.ru>