

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.6	Математическое моделирование

Код направления подготовки	23.03.02
Направление подготовки	Наземные транспортно-технологические комплексы
Наименование ОПОП (профиль)	Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование (академический бакалавриат)
Год начала подготовки	2011
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	Очно-заочная

**Разработчики:**

должность	ученая степень, звание	подпись	ФИО
профессор кафедры высшей математики	доктор физ.-мат. наук, доцент		Алероев Темирхан Султанович

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры высшей математики:**

должность	подпись		ученая степень и звание, ФИО	
Зав. кафедрой высшей математики			Доктор тех. наук, Фриштер Людмила Юрьевна	
год обновления	2015	2016		
Номер протокола	№1			
Дата заседания кафедры высшей математики	31.08.2015			

**Рабочая программа утверждена и согласована:**

Подразделение / комиссия	Должность	ФИО	подпись	Дата
Методическая комиссия	Председатель МК	Густов Д.Ю.		
НТБ	Директор	Ерофеева О.Р.		
ЦОСП	Начальник	Беспалов А.Е.		

## 1. Цель освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Математическое моделирование» являются:

- Развитие умений и навыков параметрического описания конструкций, изделий и процессов в строительстве с выделением переменных (варьируемых, управляющих) параметров;
- Развитие умений и навыков математической формализации инженерной постановки задач оптимизации проектных решений (ОПР);
- Изучение и овладение навыками практического использования математическими методами ОПР, рационального выбора материалов и технологий.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ДОК-10	<b>Знает</b> современные проблемы науки и техники, формы и методы научного познания, развитие науки и смену типов научной рациональности;	З1
		<b>Умеет</b> формулировать физико-математическую постановку задачи исследования; выбирать и реализовывать методы ведения научных исследований, анализировать и обобщать результаты исследований, доводить их до практической реализации; прогнозировать, нормировать, оценивать качество технологических процессов химических производств, с помощью изученных эмпирико-статистических методов в результате обработки материалов наблюдений. разрабатывать новые математические методы моделирования объектов и явлений.	У1
		<b>Владеет</b> математическим аппаратом для разработки математических моделей процессов и явлений, и решения практических задач	Н1

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
		профессиональной деятельности.	
способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	ОПК-4	<b>Знает</b> математические основы построения моделей в исследуемой проблемной области; информационные и компьютерные технологии; методы математического моделирования.	32
		<b>Умеет</b> развивать качественные и приближенные аналитические методы исследования математических моделей; разрабатывать, обосновывать и тестировать эффективных вычислительные методы в с применением современных компьютерных технологий; реализовывать эффективные численные методы и алгоритмы в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента; разрабатывать системы компьютерного и имитационного моделирования.	У2
		<b>Владеет</b> законами и методами математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач; основными законами естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Н2

### 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математическое моделирование» относится к основной вариативной части математического и естественнонаучного цикла и является обязательной к изучению.

Дисциплина «Математическое моделирование» изучается после освоения дисциплин математика, физика, информатика, теоретическая механика, сопротивление материалов и является предшествующей модулю «Теория наземных транспортно-технологических машин» дисциплинам «Строительные краны» и «Машины для земляных работ» профессионального цикла.

#### *Требования к входным знаниям, умениям и владениям студентов.*

Для освоения дисциплины «Математическое моделирование» студент должен:

- знать:  
основы векторной и линейной алгебры, математического анализа, теории вероятностей и математической статистики, основные законы дисциплин: физика, теоретическая механика, сопротивление материалов;
- уметь:  
применять методы дифференциального и интегрального исчислений, теории рядов;
- владеть:  
методами решения типовых задач теории вероятностей.

### 4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

#### *Структура дисциплины:*

Форма обучения – очно-заочная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Контактная работа с обучающимися				КСР		
				Лекции	Практико-ориентированные занятия					
	Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые консультации по КП/КР							
1	Основные понятия математического моделирования. Модели,	4	1-3	4		5		1	11	Контрольная работа 1 (4 неделя)

	полученные из основных законов природы. Аксиомы теории моделирования. Виды моделей и моделирования.									
2	Вариационные принципы и математические модели. Алгоритм построения математической модели.	4	4-7	4		5		1	12	Контрольная работа 2 (9 неделя)
3	Методы изучения математических моделей: метод осреднения, метод правдоподобия.	4	8-11	6		5		1	12	Контрольная работа 3 (13 неделя)
4	Приложения математического моделирования в теории колебаний механических систем и электрических цепей.	4	12-14	6		6		2	12	Контрольная работа 4 (16 неделя)
5	Моделирование в задачах механики деформируемого твердого тела.	4	15	6		5		2	12	
6	Построение регрессионных моделей. Модели с одной и несколькими входными переменными.	4	16	6		6		2	12	
	<b>ИТОГО:</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>32</b>		<b>32</b>		<b>9</b>	<b>71</b>	Зачет

**5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

5.1. *Содержание лекционных занятий*  
 Форма обучения – очно-заочная

№ п/п	Название раздела (темы)	Содержание занятия.	Кол-во акад. часов
1	Основные понятия математического моделирования. Модели, полученные из основных законов природы. Аксиомы теории моделирования. Виды моделей и моделирования.	Основные понятия. Факторы, влияющие на модель объекта. Структура математической модели. Классификация математических моделей. Аксиомы теории моделирования. Сохранение массы вещества. Сохранение энергии. Сохранение импульса. Виды моделей и моделирования.	4
2	Вариационные принципы и математические модели. Алгоритм построения математической модели.	Вариационные принципы и математические модели. Общая схема принципа Гамильтона. Колебание маятника в поле сил тяжести. Способ получения модели системы «шарик -- пружина». Уравнение движений механических систем в форме Ньютона и Лагранжа. Свойства пространства-времени. Технологии моделирования. Алгоритм построения аналитической модели. Алгоритм построения эмпирической модели. Основные характеристики этапов построения алгоритмов аналитических и эмпирических моделей.	4
3	Методы изучения математических моделей: метод осреднения, метод подобия.	Анализ размерностей моделей. Самоподобные процессы. Пи-теорема. Критерии подобия. Режимы распространения возмущений в нелинейных средах. Различные методы осреднения. Пространственно-временное поведение распределения температуры в теплопроводном веществе с нелинейными источниками тепла. Классификация режимов горения теплопроводной среды.	6
4	Приложения математического моделирования в теории колебаний механических систем и электрических цепей.	Особенности применения математических методов и моделей в теории и практике. Модели некоторых трудноформализуемых объектов. Исследование математических моделей. Динамический хаос. Механические колебания системы, состоящей из тела заданной массы, закрепленного на пружине с амортизатором. Докритическое, критическое и сверх-затухание. Явление резонанса. Электрические цепи.	6

		Соответствия механических и электрических систем.	
5	Моделирование в задачах механики деформируемого твердого тела.	Представление твердого тела сплошной средой. Упругое тело. Пластическое тело. Тензор деформации. Тензор напряжений, главные напряжения, уравнения статического равновесия. Одномерные и двумерные задачи теории упругости.	6
6	Построение регрессионных моделей. Модели с одной и несколькими входными переменными.	Регрессионные модели с одной входной переменной. Основные понятия. Адекватность регрессионных моделей. Виды регрессионных моделей с одной входной переменной. Регрессионные модели с несколькими входными переменными. Многофакторная (множественная) линейная регрессия. Линейные регрессионные модели с несколькими входными переменными.	6

### 5.2. Перечень практических занятий

Форма обучения – очно-заочная

№	Наименование темы занятия	Содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Основные понятия математического моделирования. Модели, полученные из основных законов природы. Аксиомы теории моделирования. Виды моделей и моделирования.	Численное интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений в постановке задачи Коши. Исследование функции, задающей распределение температур.	5
2	Вариационные принципы и математические модели. Алгоритм построения математической модели.	Концептуальная и математическая постановка задачи моделирования. Проверка адекватности модели. Уравнения движения в форме Лагранжа.	5
3	Методы изучения математических моделей: метод осреднения, метод правдоподобия.	Анализ размерностей и групповой анализ. Самоподобие. Локализованные структуры в нелинейных средах. Метод осреднения на примере локализованных газодинамических структур.	5
4	Приложения математического моделирования в теории колебаний механических систем и электрических цепей.	Исследование вынужденных колебаний в системе, состоящей из тела, закрепленного на пружине, с прикрепленным к телу амортизатором. Исследование RLC – цепи, составление дифференциального уравнения.	6
5	Моделирование в задачах	Представление твердого тела	5

	механики деформируемого твердого тела.	сплошной средой. Формирование математической модели и решение задачи о деформировании твердого тела.	
6	Построение регрессионных моделей. Модели с одной и несколькими входными переменными.	Изучение корреляционного анализа. Выражение независимой переменной. Метод наименьших квадратов. Точность и адекватность регрессионных моделей.	6

5.3. *Групповые консультации по курсовым работам/курсовым проектам (при наличии выделенных часов контактной работы в учебном плане)*

Учебным планом курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены.

5.4. *Самостоятельная работа*

Форма обучения – очно-заочная

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы) для самостоятельной работы студента.	Кол-во акад. часов
1	Основные понятия математического моделирования. Модели, полученные из основных законов природы. Аксиомы теории моделирования. Виды моделей и моделирования.	Элементарные математические модели, полученные из законов природы. Фундаментальные законы, используемые в механике. Принцип Гамильтона-Остроградского, принцип Даламбера, принцип Лагранжа. Подготовка к КР №1.	11
2	Вариационные принципы и математические модели. Алгоритм построения математической модели.	Уравнение движения. Вариационные принципы и законы сохранения в механике. Законы сохранения и свойства пространства-времени. Выявление противоречия и формулирование проблемы. Определение объекта исследования. Постановка задачи (задач) исследования. Анализ априорной информации. Формулирование гипотезы исследования. Выбор входных и выходных факторов. Формализация задачи. Построение модели. Планирование и проведение эксперимента. Интерпретация результатов моделирования. Оценка пригодности модели. Подготовка к КР №2.	12
3	Методы изучения математических моделей: метод осреднения, метод подобия.	Анализ размерностей и групповой анализ моделей. Инвариантность явлений и процессов по отношению к изменению единиц измерения (П-теорема). Локализованные структуры в нелинейных средах. Различные способы осреднения.	12



		Подготовка к КР №3.	
4	Приложения математического моделирования в теории колебаний механических систем и электрических цепей.	Моделирование механических систем. Свободные затухающие колебания. Критическое затухание. Сверхзатухание. Вынужденные колебания и резонанс. Незатухающие вынужденные колебания. Электрические цепи. Соответствия механических и электрических систем. Реактивное сопротивление и импеданс. Подготовка к КР №4.	12
5	Моделирование в задачах механики деформируемого твердого тела.	Основные гипотезы механики деформируемого твердого тела. Закон Гука как уравнение состояния. Формулировка и решение задач статики и динамики твердого тела.	12
6	Построение регрессионных моделей. Модели с одной и несколькими входными переменными.	Однофакторная и многофакторная линейная регрессия. Точность линейной регрессионной модели (однофакторной и многофакторной). Адекватность многофакторной линейной регрессионной модели. Подготовка к зачету с оценкой.	12

#### **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа по курсу является залогом усвоения знаний и прохождения промежуточных аттестаций, предусмотренных рабочей программой по дисциплине. Ключевые цели самостоятельных внеаудиторных занятий заключается в закреплении, расширении знаний, формировании умений и навыков самостоятельного умственного труда, развитии самостоятельного мышления и способностей к самоорганизации.

Выполняемая в процессе изучения дисциплины «Математическое моделирование» учащимися самостоятельная работа является по дидактической цели познавательной и обобщающей; по характеру познавательной деятельности и типу решаемых задач – познавательной и исследовательской; по характеру коммуникативного взаимодействия учащихся – индивидуальной; по месту выполнения – домашней; по методам научного познания – теоретической.

В ходе организации самостоятельной работы студентов преподавателем решаются следующие задачи:

- 1) углублять и расширять их профессиональные знания;
- 2) формировать у них интерес к учебно-познавательной деятельности;
- 3) научить студентов овладевать приемами процесса познания;
- 4) развивать у них самостоятельность, активность, ответственность;
- 5) развивать познавательные способности будущих специалистов.

Самостоятельная работа включает как изучение текущих и дополнительных теоретических вопросов, так и совершенствование навыков по решению практических задач. Теоретические знания являются базой для понимания принципов построения математических моделей, математической формализации задач расчетного проектирования.

На практических занятиях решаются задачи по темам лекционного курса. Часть задач выносятся на самостоятельное решение. Самостоятельное решение задач также необходимо при подготовке к текущей аттестации.

Студент должен обладать основными методами исследования и решения задач математического моделирования. Необходима выработка первичных навыков математического моделирования инженерных задач (перевод задачи из реального мира на математический язык, построение математической модели, выбор нужного математического метода ее решения, интерпретация и оценка полученного результата) на примерах задач специальности (теоретическая механика, физика, сопротивление материалов, строительная механика, гидравлика и др.), развитие с этой целью необходимой интуиции в вопросах приложения математики.

При подготовке к сдаче экзамена или зачета рекомендуется пользоваться записями, сделанными на практических и лекционных занятиях, а также в ходе текущей самостоятельной работы. Сначала необходимо повторить теоретическую часть, а затем переходить к решению задач.

Для подготовки к написанию контрольной работы надо повторить теоретический материал, изложенный на лекциях, затем приступить к решению задач. Вначале надо изучить задачи, разобранные на практических занятиях, а затем самостоятельно решить аналогичные задачи и примеры.

## **7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

*7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы*

Код компетенции по ФГОС	Этапы формирования компетенций (разделы теоретического обучения)					
	1	2	3	4	5	6
ДОК-10	+	+	+	+	+	+
ОПК-4	+	+	+	+	+	+

*7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания*

*7.2.1. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Экзамена/Дифференцированного зачета*

Учебным планом экзамен не предусмотрен.

*7.2.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Защиты курсовой работы/проекта*

Учебным планом курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены.

7.2.3. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Зачета

Код показателя оценивания	Оценка	
	Не зачтено	Зачтено
З1	Обучающийся не знает значительной части основных понятий математического моделирования, важнейших аксиом теории моделирования, видов моделей и моделирования.	Теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
У1	Не умеет самостоятельно использовать алгоритмические приёмы решения стандартных задач математического моделирования, математического анализа, численных методов, дифференциальных уравнений, теории вероятности и математической статистики, допускает существенные ошибки. Не умеет проводить классификацию математических моделей. Необходимые практические компетенции не сформированы.	Обучающийся твердо знает алгоритмические приёмы решения стандартных задач математического моделирования, численных методов, математического анализа, дифференциальных уравнений, теории вероятности и математических статистики, грамотно и по существу излагает, не допуская существенных неточностей в решении. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое.
Н1	Обучающийся не владеет правилами моделирования, Базовым математическим аппаратом для разработки математических моделей процессов и явлений, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические работы, или не выполняет совсем.	Обучающийся владеет необходимыми методами математического моделирования, численных методов, математического анализа, дифференциальных уравнений, теории вероятности и математических статистики.
З2	Обучающийся не разбирается и не может изложить современные проблемы науки и техники, не знает формы и методы научного познания, математических основы построения моделей в исследуемой проблемной области.	Обучающийся знает современные проблемы науки и техники, формы и методы научного познания, развитие науки и смену типов научной рациональности; математические основы построения моделей в исследуемой проблемной области.
У2	Обучающийся не умеет формулировать физико-математическую постановку задачи исследования; выбирать и реализовывать методы ведения научных исследований, анализировать и обобщать результаты исследований, доводить их до практической реализации.	Умеет формулировать физико-математическую постановку задачи исследования; умеет выбирать и реализовывать методы ведения научных исследований, анализировать и обобщать результаты исследований, доводить их до практической реализации; прогнозировать, нормировать, оценивать качество технологических процессов химических производств, с помощью

		изученных эмпирико-статистических методов в результате обработки материалов наблюдений.
Н2	Обучающийся не владеет качественными и приближенными аналитическими методами исследования математических моделей.	Обучающийся владеет качественными и приближенными аналитическими методами исследования математических моделей; математическим аппаратом для разработки математических моделей процессов и явлений.

#### 7.2.4. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой проводится в шестом семестре. До зачета допускаются студенты, сдавшие и защитившие лабораторную работу. Зачет проводится в устной форме. Он состоит из подготовки и ответа учащегося на теоретические вопросы и решение задач по всему курсу «Математическое моделирование». По итогам дифференцированного зачета студенту выставляется оценка «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично».

#### Текущий контроль

В течение преподавания дисциплины «Математическое моделирование» формой текущего контроля успеваемости студента является выполнение и защита лабораторной работы.

Контрольные работы «Математическое моделирование» содержат четыре задания:

- 1) «Модели, полученные из основных законов природы. Аксиомы теории моделирования»;
- 2) «Вариационные принципы и математические модели. Алгоритм построения математической модели»;
- 3) «Методы изучения математических моделей»;
- 4) «Приложения математического моделирования в теории колебаний механических систем и электрических цепей»;

#### Вопросы для оценки качества освоения дисциплины.

1. Метрические и нормированные пространства.
2. Пространства интегрируемых функций.
3. Линейные непрерывные функционалы. Теорема Хана-Банаха.
4. Линейные операторы.
5. Дифференциальные и интегральные операторы.
6. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум.
7. Математическое программирование,
8. Линейное программирование
9. Выпуклое программирование.
10. Задачи на минимакс.
11. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.
12. Аксиоматика теории вероятностей.
13. Случайные величины и векторы.
14. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения.
15. Проверка статистических гипотез.
16. Многомерный статистический анализ.
17. Принятие решений. Общая проблема решения. Функция потерь.

18. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.
19. Экспертизы и неформальные процедуры.
20. Искусственный интеллект. Распознавание образов.
21. Численные методы. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование.
22. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры.
23. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений.
24. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов.
25. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др.
26. Численные методы вейвлет-анализа.
27. Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.
28. Алгоритмические языки. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.
29. Основные принципы математического моделирования.
30. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы.
31. Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.
32. Математические модели в экономике
33. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос.
34. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры.

*7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций*

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в ФГБОУ ВО НИУ МГСУ.

Аттестационные испытания проводятся преподавателем, ведущим лекционные практические занятия по данной дисциплине. Присутствие посторонних лиц в ходе проведения аттестационных испытаний без разрешения ректора или проректора не допускается (за исключением работников университета, выполняющих контролирующие функции в соответствии со своими должностными обязанностями). В случае отсутствия ведущего преподавателя аттестационные испытания проводятся преподавателем, назначенным письменным распоряжением по кафедре.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Во время аттестационных испытаний обучающиеся могут пользоваться программой учебной дисциплины, а также с разрешения преподавателя, справочной литературой и калькуляторами.

Время подготовки ответа при сдаче зачета в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

При подготовке к устному зачету, студент, как правило, ведет записи в листе устного ответа, который затем (по окончании зачета) сдается преподавателю.

Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины текущего семестра, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи, которые изучались на практических занятиях.

Оценка результатов устного аттестационного испытания объявляется обучающимся в день его проведения.

Результаты выполнения аттестационных испытаний, проводимых в форме, форме компьютерного тестирования, должны быть объявлены обучающимся и выставлены в зачётные книжки не позднее следующего рабочего дня после их проведения.

### 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№	Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы, количество страниц	Количество экземпляров печатных изданий	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину (модуль).
1	2	3	4	5
<i>Основная литература:</i>				
ЭБС АСВ				
1	Математическое моделирование	Саталкина Л.В. Математическое моделирование [Электронный ресурс]: задачи и методы механики. Учебное пособие/ Саталкина Л.В., Пеньков В.Б.— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 97 с	<a href="http://www.iprbookshop.ru/22880">http://www.iprbookshop.ru/22880</a>	
2	Математическое моделирование	Маликов Р.Ф. Основы математического моделирования [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Маликов Р.Ф.— Электрон. текстовые данные.— М.: Горячая линия - Телеком, 2010.— 368 с	<a href="http://www.iprbookshop.ru/12015">http://www.iprbookshop.ru/12015</a>	
3	Математическое моделирование	Колмогоров А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа [Электронный ресурс]/ Колмогоров А.Н., Фомин С.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.— 570 с	<a href="http://www.iprbookshop.ru/12896">http://www.iprbookshop.ru/12896</a>	
4	Математическое моделирование	Беликова Н.А. Математическое моделирование. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Беликова Н.А., Горелова В.В., Юсупова О.В.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2009.— 64 с	<a href="http://www.iprbookshop.ru/20477">http://www.iprbookshop.ru/20477</a>	

<i>Дополнительная литература:</i>				
	Математическое моделирование	Вентцель, Е. С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения [Текст] : учебное пособие для высших технических учебных заведений / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. - 5-е изд., стер. - Москва : КноРус, 2013. - 441 с.	15	50
	Математическое моделирование	Вентцель, Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология [Текст] : учебное пособие для вузов / Е. С. Вентцель. - 5-е изд., стер. - Москва : КноРус, 2010. - 191 с. : ил., табл. - (Mathematics). - Библиогр.: с. 188-189 (31 назв.). - Предм. указ.: с. 190-191 .	56	50

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="http://www.edu.ru/index.php">http://www.edu.ru/index.php</a>
Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp?">http://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Электронная библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Федеральная университетская компьютерная сеть России	<a href="http://www.runnet.ru/">http://www.runnet.ru/</a>
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ»	<a href="http://www.vestnikmgsu.ru/">http://www.vestnikmgsu.ru/</a>
Научно-техническая библиотека МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/">http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/</a>
раздел «Кафедры» на официальном сайте МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/">http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/</a>

**10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Курс по дисциплине предполагает изучение теории на лекционных занятиях. В ходе лекции студент ведет конспект лекций в свободной форме. Рекомендуется использовать тетрадь, разлинованную «в клетку» формата А5-А4, имеющую от 48 до 96 листов. Восприятие информации улучшается при использовании различных способов выделения текста и рисунков: подчеркивание, выделение цветом маркером, отметки на полях. Рекомендуется выбрать единую систему ведения конспекта лекций. Для закрепления знаний после лекции до следующей лекции по предмету (желательно не позднее следующего дня) рекомендуется перечитать лекционный материал и записать вопросы, которые не ясны из прочитанного. По этим вопросам необходимо обратиться к учебному пособию, если в результате работы с учебным пособием остались вопросы - следует обратиться за разъяснениями к лектору. После самостоятельной работы над лекцией, студент должен четко понимать изложенный в ней материал и ориентироваться в нем.

Вопросы, отнесенные на самостоятельное изучение, даются преподавателем в ходе лекций или практических занятий. Студенту рекомендуется:

- 1) Уяснить и записать вопрос;

2) Просмотреть рекомендованную литературу и наметить общую структуру изучения вопроса в виде плана или схемы;

3) Изучить информацию по вопросу. При изучении рекомендуется вести конспект (возможно, использовать лекционную тетрадь), куда вносятся ключевая информация, формулы и рисунки.

4) Перечитать сделанные в конспекте записи. Убедиться в ясности изложенного. При необходимости дополнить записи, изучить дополнительные источники. После работы над вопросами для самостоятельного изучения студент должен четко понимать материал по вопросу и ориентироваться в нем. В случае необходимости допускается консультация с преподавателем.

### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

#### *11.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Информационные технологии	Степень обеспеченности (%)
1	Основные понятия математического моделирования. Модели, полученные из основных законов природы. Аксиомы теории моделирования. Виды моделей и моделирования.	Численное интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений в постановке задачи Коши. Исследование функции, задающей распределение температур.	Выполнение контрольных работ с использованием пакета программ	100%
2	Вариационные принципы и математические модели. Алгоритм построения математической модели.	Концептуальная и математическая постановка задачи моделирования. Проверка адекватности модели. Уравнения движения в форме Лагранжа.	Выполнение контрольных работ с использованием пакета программ	100%
3	Прием и защита лабораторной работы (задания 1,2)	Вопросы по лабораторной работе и теории, решение задач по изученным темам.	Выполнение контрольных работ с использованием пакета программ	100%
4	Методы изучения математических моделей: метод осреднения, метод подобия.	Анализ размерностей и групповой анализ. Самоподобие. Локализованные структуры в нелинейных	Выполнение контрольных работ с использованием пакета программ	100%



		средах. Метод осреднения на примере локализованных газодинамических структур.	программ	
5	Приложения математического моделирования в теории колебаний механических систем и электрических цепей.	Исследование вынужденных колебаний в системе, состоящей из тела, закрепленного на пружине, с прикрепленным к телу амортизатором. Исследование RLC – цепи, составление дифференциального уравнения.	Выполнение контрольных работ с использованием пакета программ	100%
6	Прием и защита лабораторной работы (задания 3,4)	Вопросы по лабораторной работе и теории, решение задач по изученным темам.	Выполнение контрольных работ с использованием пакета программ	100%
7	Моделирование в задачах механики деформируемого твердого тела.	Представление твердого тела сплошной средой. Формирование математической модели и решение задачи о деформировании твердого тела.	Выполнение контрольных работ с использованием пакета программ	100%
8	Построение регрессионных моделей. Модели с одной и несколькими входными переменными.	Изучение корреляционного анализа. Выражение независимой переменной. Метод наименьших квадратов. Точность и адекватность регрессионных моделей.	Выполнение контрольных работ с использованием пакета программ	100%

*11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Наименование программного обеспечения	Тип лицензии
1	Основные понятия математического моделирования. Модели, полученные из основных законов природы. Аксиомы	Модели, полученные из основных законов природы.	Microsoft Office, MATLAB R2015b	Open License

	теории моделирования. Виды моделей и моделирования.			
2	Вариационные принципы и математические модели. Алгоритм построения математической модели.	Алгоритм построения математической модели.	Microsoft Office, MATLAB R2015b	Open License
3	Методы изучения математических моделей: метод осреднения, метод правдоподобия.	Методы осреднения и правдоподобия.	Microsoft Office, MATLAB R2015b	Open License
4	Приложения математического моделирования в теории колебаний механических систем и электрических цепей.	Моделирование механических систем и электрических цепей	Microsoft Office, MATLAB R2015b	Open License
5	Моделирование в задачах механики деформируемого твердого тела.	Моделирование в задачах механики деформируемого твердого тела.	Microsoft Office, MATLAB R2015b	Open License
6	Построение регрессионных моделей. Модели с одной и несколькими входными переменными.	Модели с одной и несколькими входными переменными	Microsoft Office, MATLAB R2015b	Open License

### 11.3. Перечень информационных справочных систем

#### Информационно-библиотечные системы

Наименование ИБС	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp?">http://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Электронная библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Научно-техническая библиотека МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/">http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/</a>

## 12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю):

Студент должен иметь доступ к основной литературе, к работе с ПК и в Интернете при выполнении самостоятельной работы по дисциплине.

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование оборудования	№ и наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий
1	2	3	4
1	Лекции.	Стационарные/мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	Аудитории/аудитория проведения занятий лекционного типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда
2	Практические занятия	Мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	Аудитории/аудитория проведения занятий семинарского типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования с учетом рекомендаций и примерной основной образовательной программы высшего образования по направлению /специальности 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»