

**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)
C2.В.ОД.1	Математическое моделирование

Код направления подготовки	23.05.01
Направление подготовки	Наземные транспортно-технологические средства
Наименование ОПОП (профиль)	Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование
Год начала подготовки	2011-2012
Уровень образования	специалитет
Форма обучения	Очная

**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
способностью к работе в многонациональном коллективе, в том числе и над междисциплинарными, инновационными проектами, способен в качестве руководителя подразделения, лидера группы сотрудников формировать цели команды, принимать решения в ситуациях риска, учитывая цену ошибки, вести обучение и оказывать помощь сотрудникам	ПК-3	<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 на научной основе организовать свой труд, самостоятельно оценить результаты своей деятельности, владением навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований	ПК-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 акад. часа.

#### *Структура дисциплины:*

Форма обучения - очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся 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.	4	1-5	4	4			3	11	

	Модели, полученные из основных законов природы. Аксиомы теории моделирования. Виды моделей и моделирования.									
2	Вариационные принципы и математические модели. Алгоритм построения математической модели.	4	6-11	6		6		3	10	
3	Методы изучения математических моделей: метод осреднения, метод правдоподобия.	4	12-16	6		6		3	10	Контрольная работа 1 (13 неделя)
	<i>итого</i>			16		16		9	31	<i>зачет</i>
4	Приложения математического моделирования в теории колебаний механических систем и электрических цепей.	5	1-6	6		6		3	9	
5	Моделирование в задачах механики деформируемого твердого тела.	5	7-13	8		8		3	9	
6	Построение регрессионных моделей. Модели с одной и несколькими входными переменными.	5	14-18	4		4		3	9	Контрольная работа 2 (16 неделя)
	<i>итого</i>			18		18		9	27	<i>зачет</i>
	<b>ИТОГО:</b>			<b>34</b>		<b>34</b>		<b>18</b>	<b>58</b>	Зачет 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*

№ 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.	6
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,	6

		закрепленного на пружине с амортизатором. Докритическое, критическое и сверх-затухание. Явление резонанса. Электрические цепи. 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.	8
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.	4

### 5.2. Лабораторный практикум

Учебным планом лабораторный практикум не предусмотрен

### 5.3. Перечень практических занятий

№	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.	4
2	Вариационные принципы и математические модели. Алгоритм построения математической модели.	Концептуальная и математическая постановка задачи моделирования. Проверка адекватности модели. Уравнения движения в форме Лагранжа.	6
3	Методы изучения математических моделей: метод осреднения, метод подобия.	Анализ размерностей и групповой анализ. Самоподобие. Локализованные структуры в нелинейных средах. Метод осреднения на примере локализованных газодинамических	6

		структур.	
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 механики деформируемого твердого тела.	Представление твердого тела сплошной средой. Формирование математической модели и решение задачи о деформировании твердого тела.	8
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.	4

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

Учебным планом курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены.

5.5. Самостоятельная работа

№ 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.	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	10



		результатов моделирования. Оценка пригодности модели.	
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.	10
4	Приложения математического моделирования в теории колебаний механических систем и электрических цепей.	Моделирование механических систем. Свободные затухающие колебания. Критическое затухание. Свехзатухание. Вынужденные колебания и резонанс. Незатухающие вынужденные колебания. Электрические цепи. Соответствия механических и электрических систем. Реактивное сопротивление и импеданс.	9
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.	9
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.	9

## 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
ПК-3	+	+	+	+	+	+
ПК-4	+	+	+	+	+	+

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

*7.2.1. Описание показателей и форм оценивания компетенций*

Код компетенции по ФГОС	Показатели освоения (Код показателя освоения)	Форма оценивания			Обеспеченность оценивания компетенции
		Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
		Контрольная работа 1	Контрольная работа 2	Зачет	
1	2	3	4	5	6
ПК-3	З1	+	+	+	+
	У1	+	+	+	+
	Н1	+	+	+	+
ПК-4	З2	+	+	+	+
	У2	+	+	+	+
	Н2	+	+	+	+

7.2.2. *Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме зачета с оценкой*

Учебным планом экзамен/зачет с оценкой не предусмотрен

7.2.3. *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.

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

Код оценивания	показателя	Оценка	
		Не зачтено	Зачтено
31		Обучающийся не знает значительной части приемов и методов теории вероятностей и математической статистики, допускает существенные ошибки.	Обучающийся имеет знания только основных технических приемов и методов теории вероятностей и математической статистики, но не усвоил деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки и нарушения логической последовательности в изложении.
У1		Не умеет самостоятельно использовать алгоритмические приёмы решения стандартных задач теории вероятностей и математической статистики, допускает существенные ошибки, необходимые компетенции не	Частично освоено использование алгоритмических приёмов решения стандартных задач теории вероятностей и математической статистики. Пробелы не носят существенного характера.

	сформированы.	Большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос. Обучающийся допускает неточности в решении.
Н1	Обучающийся не владеет значительной частью программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические работы или не выполняет совсем.	Большинство предусмотренных программой заданий по теории вероятностей и математической статистики выполнено обучающимся, но в них имеются ошибки, неточности.
32	Не знает базовых понятий и теорем математической статистики и теории вероятностей	Обучающийся имеет знания основных проблем и технических приемов теории вероятностей и математической статистики, но не успел освоить детали.
У2	Не умеет самостоятельно использовать математический аппарат из разделов математическая статистика и теория вероятностей, содержащиеся в литературе по строительным наукам.	Обучающимся частично освоены навыки решения технических заданий, но в них имеются ошибки.
Н2	Обучающийся не владеет значительной частью материала, допускает существенные ошибки	Большинство программных заданий по теории вероятностей и математической статистике выполнены, но в них имеются неточности.

7.3. *Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций*

#### 7.3.1. Текущий контроль

Контролируется посещение лекций и практических занятий, выполнение контрольных.

#### **Контрольные работы (КР)**

КР1 «Колебания и устойчивость механических систем» (4 семестр)

КР2 «Вероятностные методы в строительной механике» (5 семестр)

#### **Образец КР1 «Колебания и устойчивость механических систем»(4 семестр))**

##### **Вариант 1**

##### *Задача 1*

Пусть, материальная точка подвешена на пружине, но, кроме пружины, на нее действует амортизатор с силой сопротивления  $1Н$  на каждый метр в секунду скорости. Тело приведено в движение из того же начального положения  $X=1$  с той же начальной

скоростью  $X^1(0)=-5$ , как и в примере 1. Найдите уравнение движения тела, его круговую частоту и условный период колебаний, временную задержку, а также определите время, необходимое материальной точке для ее первых четырех проходов через точку  $X=0$ .

### Задача 2

Тело массой  $m = \frac{1}{2}$  килограмма (кг) прикреплено к пружине. Пружина под действием силы 100 ньютонов (Н) растягивается на 2 метра (м). Тело начинает двигаться из начального положения  $X_0=1$  (м) с начальной скоростью  $V_0=-5$  (м/с). (Заметим, что из начальных данных следует, что в момент времени  $t=0$  тело смещено вправо и движется влево.) Найдите уравнение движения данного тела, а также амплитуду, частоту, период колебаний и временную задержку колебаний.

### Задача 3.

Тело массой 250 г закреплено на пружине, которая удлиняется на 25 см под действием силы в 9 Н. В момент времени  $t=0$  тело оттянули на 1 м вправо (растянув пружину) и толкнули влево с начальной скоростью 5 м/с.

Найдите:

- а) смещение тела  $x(t)$  в форме  $C \cos(\omega_0 t - a)$ .
- в) амплитуду и период колебаний тела.

## Образец КР2 «Вероятностные методы в строительной механике» (5 семестр) Вариант 1

### Задача 1.

Определить допустимое значение внешней силы  $P$  при растяжении полого стержня круглого поперечного сечения ( $\alpha=0,8$ ) внешнего диаметра  $d=5$  см, если математическое ожидание предельного напряжения  $\sigma_s=200$  МПа, вероятность безотказной работы равна  $R=0,999$ , коэффициент вариации предельного и действующего напряжения соответственно равны:  $\gamma_s=0,07$ ;  $\gamma_\sigma=0,1$ .

### Задача 2.

Проверить прочность полого вала ( $\alpha=0,8$ ) внешнего диаметра  $d=3$  см, если математическое ожидание предельного напряжения  $\sigma_s=350$  МПа, вероятность безотказной работы равна  $R=0,999$ , коэффициент вариации предельного и действующего напряжения соответственно равны:  $\gamma_s=0,07$ ;  $\gamma_\sigma=0,1$ . Максимальный момент составляет 700 нм.

### Задача 3

Определить размеры прямоугольного поперечного сечения ( $h = 2b$ ) балки при изгибе, если математическое ожидание предельного напряжения  $\sigma_s=200$  МПа, вероятность безотказной работы равна  $R=0,999$ , коэффициент вариации предельного и действующего

напряжения соответственно равны:  $\gamma_s=0,07$ ;  $\gamma_\sigma=0,1$ . Максимальный изгибающий момент составляет 1250 нм.

#### Теоретические вопросы для контроля (4 семестр)

##### КР1 «Колебания и устойчивость механических систем»

1. Основные понятия математического моделирования.
2. Модели, полученные из основных законов природы.
3. Аксиомы теории моделирования. Виды моделей и моделирования.
4. Численное интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений в постановке задачи Коши.
5. Исследование функции, задающей распределение температур.
6. Вариационные принципы и математические модели. Алгоритм построения математической модели.
9. Концептуальная и математическая постановка задачи моделирования. Проверка адекватности модели.
10. Уравнения движения в форме Лагранжа.
11. Методы изучения математических моделей: метод осреднения, метод подобия.
12. Анализ размерностей и групповой анализ. Самоподобие.
13. Локализованные структуры в нелинейных средах.
14. Метод осреднения на примере локализованных газодинамических структур.

#### Теоретические вопросы для контроля (5 семестр)

##### КР2 «Вероятностные методы в строительной механике»

1. Приложения математического моделирования в теории колебаний механических систем
2. Приложения математического моделирования в теории колебаний электрических цепей.
3. Вынужденных колебаний в системе, состоящей из тела, закрепленного на пружине.
4. Вынужденных колебаний в системе, состоящей из тела, закрепленного на пружине, с прикрепленным к телу амортизатором.
5. RLC – цепи, составление дифференциального уравнения.
6. Моделирование в задачах механики деформируемого твердого тела.
7. Представление твердого тела сплошной средой.
8. Формирование математической модели и решение задачи о деформировании твердого тела.
9. Построение регрессионных моделей.
10. Модели с одной и несколькими входными переменными.
11. корреляционного анализа.
12. Выражение независимой переменной.
13. Метод наименьших квадратов.
14. Точность и адекватность регрессионных моделей.

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины.

*Вопросы к зачету (4 семестр).*

1. Основные понятия математического моделирования.
2. Модели, полученные из основных законов природы.
3. Аксиомы теории моделирования. Виды моделей и моделирования. Основные понятия.
4. Факторы, влияющие на модель объекта.
5. Структура математической модели.
6. Классификация математических моделей.
7. Аксиомы теории моделирования. Сохранение массы вещества. Сохранение энергии. Сохранение импульса.
8. Виды моделей и моделирования.
9. Вариационные принципы и математические модели.
10. Алгоритм построения математической модели.
11. Вариационные принципы и математические модели.
12. Общая схема принципа Гамильтона.
13. Колебание маятника в поле сил тяжести. Способ получения модели системы «шарик -- пружина».
14. Уравнение движений механических систем в форме Ньютона и Лагранжа.
15. Свойства пространства-времени. Технологии моделирования.
16. Алгоритм построения аналитической модели.
17. Алгоритм построения эмпирической модели.
18. Основные характеристики этапов построения алгоритмов аналитических и эмпирических моделей.
19. Методы изучения математических моделей: метод осреднения, метод подобия.
20. Анализ размерностей моделей.
21. Самоподобные процессы. Пи-теорема. Критерии подобия. Режимы распространения возмущений в нелинейных средах. Различные методы осреднения.
22. Пространственно-временное поведение распределения температуры в теплопроводном веществе с нелинейными источниками тепла.
23. Классификация режимов горения теплопроводной среды.

*Вопросы к зачету (5 семестр)*

1. Приложения математического моделирования в теории колебаний механических систем и электрических цепей.
2. Особенности применения математических методов и моделей в теории и практике.
3. Модели некоторых трудноформализуемых объектов.
4. Исследование математических моделей.
5. Динамический хаос.
6. Механические колебания системы, состоящей из тела заданной массы, закрепленного на пружине с амортизатором.
7. Докритическое, критическое и сверх-затухание. Явление резонанса.
8. Электрические цепи.

9. Соответствия механических и электрических систем.
10. Моделирование в задачах механики деформируемого твердого тела.
11. Представление твердого тела сплошной средой.
12. Упругое тело.
13. Пластическое тело.
14. Тензор деформации.
15. Тензор напряжений, главные напряжения, уравнения статического равновесия.
16. Одномерные и двумерные задачи теории упругости.
17. Построение регрессионных моделей.
18. Модели с одной и несколькими входными переменными.
19. Регрессионные модели с одной входной переменной. Основные понятия.
20. Адекватность регрессионных моделей.
21. Виды регрессионных моделей с одной входной переменной.
22. Регрессионные модели с несколькими входными переменными.
23. Многофакторная (множественная) линейная регрессия.
24. Линейные регрессионные модели с несколькими входными переменными

*7.4. 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 зачетные 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>				
<b>ЭБС АСВ</b>				
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 :	15	50

		КноРус, 2013. - 441 с.		
	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 цветным 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 средах. Метод осреднения на примере локализованных газодинамических структур.	Выполнение контрольных работ с использованием пакета программ	100%
5	Приложения	Исследование	Выполнение	100%

	математического моделирования в теории колебаний механических систем и электрических цепей.	вынужденных колебаний в системе, состоящей из тела, закрепленного на пружине, с прикрепленным к телу амортизатором. Исследование RLC – цепи, составление дифференциального уравнения.	контрольных работ с использованием пакета программ	
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 теории моделирования. Виды моделей и моделирования.	Модели, полученные из основных законов природы.	Microsoft Office, MATLAB R2015b	Open License
2	Вариационные принципы и	Алгоритм построения	Microsoft Office, MATLAB R2015b	Open License

	математические модели. Алгоритм построения математической модели.	математической модели.		
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):

Учебные занятия по дисциплине «Математическое моделирование» проводятся в следующих оборудованных учебных кабинетах, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением:

№ 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 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические комплексы»

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