

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
уравнений в частных производных
и теории вероятностей



А.В. Глушко
03.07.2018

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1. В. 02 Методы математического моделирования
Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:
04. 03. 02 Химия, физика и механика материалов
2. Профиль подготовки/специализации: _____
3. Квалификация (степень) выпускника: **Бакалавр**
4. Форма образования: **Очная**
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: **Кафедра уравнений в частных производных и теории вероятностей математического факультета**
6. Составители программы: **Райхельгауз Леонид Борисович, кандидат физи-ко-математических наук, доцент**
(ФИО, ученая степень, ученое звание)
7. Рекомендована: **Научно-методическим советом математического факультета. Протокол № 0500-07 от 03.07.2018**
(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)
8. Учебный год: **2018 / 2019** Семестр(-ы): **3**

9. Цели и задачи учебной дисциплины: В ходе изучения дисциплины «Методы математического моделирования» студенты должны освоить основные понятия, определения, положения и подходы математического моделирования, представлять классификацию математических моделей. Овладеть основными этапами,

технологиями построения математических моделей, уметь анализировать особенности математического моделирования в условиях различных типов неопределенности, разработки моделей с применением структурного и имитационного подходов. Следует отметить, что данная дисциплина имеет огромное общеобразовательное и прикладное значения. Сегодня трудно представить сферу человеческой деятельности, в которой не использовались бы в той или иной мере математические модели. Все более распространенным и эффективным становится применение математического моделирования в научных исследованиях, экономике, управлении, биологии, истории, не говоря уже о физике, химии, механике. Таким образом, студенты должны научиться использовать полученные знания и методы в своей профессиональной и научной деятельности.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: (цикл, к которому относится дисциплина, требования к входным знаниям, умениям и компетенциям, дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей)

Дисциплина «Методы математического моделирования» относится к вариативной части математического и естественнонаучного цикла (Б1) ОПП бакалавриата и является естественным продолжением модуля «Математика» базовой части данного цикла.

Для успешного освоения всех разделов дисциплины «Методы математического моделирования» от студентов требуется хорошее знание вузовского курса математики: математического анализа, линейной алгебры и аналитической геометрии, теории интегрального исчисления, теории рядов, теории обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений математической физики. Студенты, изучающие данную дисциплину, должны владеть широкими и глубокими знаниями не только во многих разделах «чистой» и «прикладной» математики и информатики, но и аналогичными познаниями в относящихся к объекту моделирования естественно-научных дисциплинах (физике, механике, химии и др.).

Дисциплина «Методы математического моделирования» является прикладной и неразрывно связанной с такими дисциплинами базовой части Математического и естественнонаучного цикла, как общая физика, информатика, а также со следующими дисциплинами профессионального цикла (Б3):

- общая и неорганическая химия;
- современная аналитическая химия;
- современная физическая химия;
- химия твердого тела;
- классическая механика;
- методы вычислений;
- физико-химия и технология материалов.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-1	способность использовать современные методы химии, физики, математики, механики, биологии на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использовани-	Знать современные методы химии, физики, математики, механики, биологии на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использовани-

	<p>мом для приобретения новых знаний с их использованием и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций и имеющих естественнонаучное содержание</p>	<p>ем и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций и имеющих естественнонаучное содержание</p> <p>Уметь использовать современные методы химии, физики, математики, механики, биологии на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использованием и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций и имеющих естественнонаучное содержание</p> <p>Владеть современными методами химии, физики, математики, механики, биологии на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использованием и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций и имеющих естественнонаучное содержание</p>
ОПК-4	<p>способность использования феноменологических, математических и численных (альтернативных) моделей для описания и прогнозирования различных явлений, осуществление их качественного и количественного анализа</p>	<p>Знать методы использования феноменологических, математических и численных (альтернативных) моделей для описания и прогнозирования различных явлений, осуществление их качественного и количественного анализа</p> <p>Уметь использовать феноменологических, математических и численных (альтернативных) моделей для описания и прогнозирования различных явлений, осуществление их качественного и количественного анализа</p> <p>Владеть способами использования феноменологических, математических и численных (альтернативных) моделей для описания и прогнозирования различных явлений, осуществление их качественного и количественного анализа</p>
ПК-1	<p>Способностью использовать основные современные методологические, теоретические и экспериментальные подходы к проведению научных исследований по выбранному профилю программы</p>	<p>Знать как использовать основные современные методологические, теоретические и экспериментальные подходы к проведению научных исследований по выбранному профилю программы</p> <p>Уметь использовать основные современные методологические, теоретиче-</p>

	ские и экспериментальные подходы к проведению научных исследований по выбранному профилю программы
	Владеть способностью использовать основные современные методологические, теоретические и экспериментальные подходы к проведению научных исследований по выбранному профилю программы

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах (в соответствии с учебным планом) — 4 / 144.

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен): 3 семестр – зачет

13. Виды учебной работы

Виды учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		№ 3
Аудиторные занятия	68	68
В том числе:	34	34
лекции		
практические	34	34
лабораторные	-	-
Самостоятельная работа	76	76
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час./экзамен – ____ час.)		зачёт
Итого:	144	144

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1.	Методы математического моделирования случайных явлений	Случайные события и их классификация. Действия над событиями. Теоретико-множественный подход к случайным событиям и алгебре событий. Свойство статистической устойчивости относительной частоты события. Статистическое и классическое определения вероятности.

		<p>Геометрическое и аксиоматическое определения вероятности. Свойства вероятностей. Конечное вероятностное пространство.</p>
		<p>Условные вероятности. Вероятность произведения событий. Независимость событий. Вероятность суммы событий. Формула полной вероятности. Формула Байеса.</p>
		<p>Независимые испытания. Схема Бернулли. Формула Бернулли. Предельные теоремы в схеме Бернулли.</p>
		<p>Случайные величины. Основные понятия и определения. Закон распределения дискретной случайной величины. Функция распределения и ее свойства. Функция распределения непрерывной случайной величины. Плотность распределения вероятностей и ее свойства.</p>
		<p>Числовые характеристики случайных величин: математическое ожидание; дисперсия; среднее квадратическое отклонение; мода; медиана. Моменты случайных величин. Квантили. Производящая функция.</p>
		<p>Система случайных величин и закон ее распределения. Функция и плотность распределения вероятностей двумерной случайной величины и их свойства. Зависимость и независимость двух случайных величин. Условные законы распределения.</p>
		<p>Числовые характеристики двумерной случайной величины. Корреляционный момент. Коэффициент корреляции.</p>

		<p>Функции одного и двух случайных аргументов. Распределения функций нормальных случайных величин: Пирсона; Стьюдента; Фишера-Снедекора. Предельные теоремы теории вероятностей.</p>
1.2.	Методы математического моделирования в теории случайных процессов	<p>Понятие случайной функции (процесса). Классификация случайных процессов. Основные характеристики случайного процесса: математическое ожидание, дисперсия, корреляционная функция, взаимная корреляционная функция.</p>
		<p>Стационарный случайный процесс. Линейные и нелинейные преобразования случайных процессов. Дифференцирование и интегрирование случайных процессов.</p>
		<p>Спектральное разложение стационарного случайного процесса. Спектральная плотность случайного процесса. Теорема Виннера-Хинчина. Стационарный белый шум.</p>
		<p>Понятие марковского случайного процесса. Дискретный марковский процесс. Цепь Маркова. Понятие о непрерывном марковском процессе. Уравнения Колмогорова.</p>
1.3	Методы математического моделирования в условиях неопределенности	<p>Генеральная и выборочная совокупности. Статистическое распределение выборки. Эмпирическая функция распределения. Числовые характеристики статистического распределения.</p>
		<p>Оценка неизвестных параметров. Свойства статистических оценок. Точечные оценки математического ожидания и дисперсии. Методы нахождения точечных оценок: метод моментов, метод максимального правдоподобия и метод наименьших квадратов.</p>
		<p>Понятие интервального оценивания параметров. Доверительные интервалы для параметров нормального распределения.</p> <p>Задачи статистической проверки гипотез. Статистическая гипотеза. Статистический критерий. Проверка гипотез о законе распределения: критерий Пирсона и критерий Колмогорова.</p>
2. Практические занятия		

2.1	Методы математического моделирования случайных явлений	Случайные события и их классификация. Действия над событиями. Теоретико-множественный подход к случайным событиям и алгебре событий. Свойство статистической устойчивости относительной частоты события. Статистическое и классическое определения вероятности.
		Элементы комбинаторики. Схема выбора без возвращений. Схема выбора с возвращением.
		Геометрическое и аксиоматическое определения вероятности. Свойства вероятностей. Конечное вероятностное пространство.
		Условные вероятности. Вероятность произведения событий. Независимость событий. Вероятность суммы событий. Формула полной вероятности. Формула Байеса.
		Независимые испытания. Схема Бернулли. Формула Бернулли. Предельные теоремы в схеме Бернулли.
		Случайные величины. Основные понятия и определения. Закон распределения дискретной случайной величины. Функция распределения и ее свойства. Функция распределения непрерывной случайной величины. Плотность распределения вероятностей и ее свойства.
		Числовые характеристики случайных величин: математическое ожидание; дисперсия; среднее квадратическое отклонение; мода; медиана. Моменты случайных величин. Квантили. Производящая функция.
		Система случайных величин и закон ее распределения. Функция и плотность распределения вероятностей двумерной случайной величины и их свойства. Зависимость и независимость двух случайных величин. Условные законы распределения.
		Числовые характеристики двумерной случайной величины. Корреляционный момент. Коэффициент корреляции.
2.2	Методы математического моделирования в теории случайных процессов	Функции одного и двух случайных аргументов. Распределения функций нормальных случайных величин: Пирсона; Стьюдента; Фишера-Снедекора. Предельные теоремы теории вероятностей.
		Понятие случайной функции (процесса). Классификация случайных процессов. Основные характеристики случайного процесса: математическое ожидание, диспер-

		<p>сия, корреляционная функция, взаимная корреляционная функция.</p> <p>Стационарный случайный процесс. Линейные и нелинейные преобразования случайных процессов. Дифференцирование и интегрирование случайных процессов.</p> <p>Спектральное разложение стационарного случайного процесса. Спектральная плотность случайного процесса. Теорема Винера-Хинчина. Стационарный белый шум.</p> <p>Понятие марковского случайного процесса. Дискретный марковский процесс. Цепь Маркова. Понятие о непрерывном марковском процессе. Уравнения Колмогорова.</p>
2.3	Методы математического моделирования в условиях неопределенности	<p>Генеральная и выборочная совокупности. Статистическое распределение выборки. Эмпирическая функция распределения. Числовые характеристики статистического распределения.</p> <p>Оценка неизвестных параметров. Свойства статистических оценок. Точечные оценки математического ожидания и дисперсии. Методы нахождения точечных оценок: метод моментов, метод максимального правдоподобия и метод наименьших квадратов.</p> <p>Понятие интервального оценивания параметров. Доверительные интервалы для параметров нормального распределения.</p> <p>Задачи статистической проверки гипотез. Статистическая гипотеза. Статистический критерий. Проверка гипотез о законе распределения: критерий Пирсона и критерий Колмогорова.</p>
2.4	Моделирование физических процессов	<p>Математическая модель теплопроводности. Уравнения диффузионно-конвективного типа. Различные типы граничных условий в задачах диффузионного типа.</p> <p>Метод разделения переменных (метод Фурье) для смешанных задач теплопроводности.</p> <p>Решение неоднородных уравнений диффузионного типа методом разложения по собственным функциям.</p> <p>Преобразование Фурье и его применение к решению задач математической физики.</p> <p>Преобразование Лапласа и его применение к решению задач математической физики.</p> <p>Моделирование волновых процессов. Формула Даламбера. Волновые уравнения и граничные условия различных типов.</p> <p>Моделирование колебаний балки. Принцип суперпозиции при построении и решении</p>

		математических моделей.
		Оператор Лапласа. Общие свойства краевых задач.
3. Самостоятельная работа		
3.1	Методы математического моделирования случайных явлений	<p>Случайные события и их классификация. Действия над событиями. Теоретико-множественный подход к случайным событиям и алгебре событий. Свойство статистической устойчивости относительной частоты события. Статистическое и классическое определения вероятности.</p> <p>Элементы комбинаторики. Схема выбора без возвращений. Схема выбора с возвращением.</p> <p>Геометрическое и аксиоматическое определения вероятности. Свойства вероятностей. Конечное вероятностное пространство.</p> <p>Условные вероятности. Вероятность произведения событий. Независимость событий. Вероятность суммы событий. Формула полной вероятности. Формула Байеса.</p> <p>Независимые испытания. Схема Бернулли. Формула Бернулли. Предельные теоремы в схеме Бернулли.</p> <p>Случайные величины. Основные понятия и определения. Закон распределения дискретной случайной величины. Функция распределения и ее свойства. Функция распределения непрерывной случайной величины. Плотность распределения вероятностей и ее свойства.</p> <p>Числовые характеристики случайных величин: математическое ожидание; дисперсия; среднее квадратическое отклонение; мода; медиана. Моменты случайных величин. Квантили. Производящая функция.</p> <p>Система случайных величин и закон ее распределения. Функция и плотность распределения вероятностей двумерной случайной величины и их свойства. Зависимость и независимость двух случайных величин. Условные законы распределения.</p> <p>Числовые характеристики двумерной случайной величины. Корреляционный момент. Коэффициент корреляции.</p> <p>Функции одного и двух случайных аргументов.</p> <p>Распределения функций нормальных слу-</p>

		<p>чайных величин: Пирсона; Стьюдента; Фишера-Снедекора.</p> <p>Предельные теоремы теории вероятностей.</p>
3.2	Методы математического моделирования в теории случайных процессов	<p>Понятие случайной функции (процесса). Классификация случайных процессов. Основные характеристики случайного процесса: математическое ожидание, дисперсия, корреляционная функция, взаимная корреляционная функция.</p> <p>Стационарный случайный процесс. Линейные и нелинейные преобразования случайных процессов. Дифференцирование и интегрирование случайных процессов.</p> <p>Спектральное разложение стационарного случайного процесса. Спектральная плотность случайного процесса. Теорема Винера-Хинчина. Стационарный белый шум.</p> <p>Понятие марковского случайного процесса. Дискретный марковский процесс. Цепь Маркова. Понятие о непрерывном марковском процессе. Уравнения Колмогорова.</p>
3.3	Методы математического моделирования в условиях неопределенности	<p>Генеральная и выборочная совокупности. Статистическое распределение выборки. Эмпирическая функция распределения. Числовые характеристики статистического распределения.</p> <p>Оценка неизвестных параметров. Свойства статистических оценок. Точечные оценки математического ожидания и дисперсии. Методы нахождения точечных оценок: метод моментов, метод максимального правдоподобия и метод наименьших квадратов.</p> <p>Понятие интервального оценивания параметров. Доверительные интервалы для параметров нормального распределения.</p> <p>Задачи статистической проверки гипотез. Статистическая гипотеза. Статистический критерий. Проверка гипотез о законе распределения: критерий Пирсона и критерий Колмогорова.</p>
3.4	Моделирование физических процессов	<p>Математическая модель теплопроводности. Уравнения диффузионно-конвективного типа. Различные типы граничных условий в задачах диффузионного типа.</p> <p>Метод разделения переменных (метод Фурье) для смешанных задач теплопровод-</p>

	ности.
	Решение неоднородных уравнений диффузионного типа методом разложения по собственным функциям.
	Преобразование Фурье и его применение к решению задач математической физики.
	Преобразование Лапласа и его применение к решению задач математической физики.
	Моделирование волновых процессов. Формула Даламбера. Волновые уравнения и граничные условия различных типов.
	Моделирование колебаний балки. Принцип суперпозиции при построении и решении математических моделей.
	Оператор Лапласа. Общие свойства краевых задач.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Методы математического моделирования случайных явлений	18	18	0	30	66
2	Методы математического моделирования в теории случайных процессов	8	8	0	12	28
3	Методы математического моделирования в условиях неопределенности	8	8	0	12	28
4	Математическое моделирование физических процессов	0	0	0	22	22
	Итого:	34	34	0	76	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Преподавание дисциплины заключается в чтении лекции и проведении практических занятий. На лекциях рассказывается теоретический материал, на практических занятиях решаются примеры по теоретическому материалу, прочитанному на лекциях.

При изучении курса «Математика» обучающимся следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для

его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий.

1. После каждой лекции студентам рекомендуется подробно разобрать прочитанный теоретический материал, выучить все определения и формулировки теорем, разобрать примеры, решенные на лекции. Перед следующей лекцией обязательно повторить материал предыдущей лекции.

2. Перед практическим занятием обязательно повторить лекционный материал. После практического занятия еще раз разобрать решенные на этом занятии примеры, после чего приступить к выполнению домашнего задания. Если при решении примеров, заданных на дом, возникнут вопросы, обязательно задать на следующем практическом занятии или в присутственный час преподавателю.

3. При подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия по темам, изучить примеры. Решая задачи, предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить практические задачи.

3. Выбрать время для работы с литературой по дисциплине в библиотеке.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
01	Владимирский, Борис Михайлович. Математика. Общий курс : учеб. / Б. М. Владимирский, А. Б. Горстко, Я. М. Ерусалимский. — Москва : Лань, 2008. — 960 с. : ил. ; 24 см. — (Учебники для вузов, Специальная литература). — Предм. указ.: с. 951-957. — Дopusчено Министерством образования РФ в качестве учебника для бакалавров естественнонаучных направлений. — Библиогр.: с. 948-950. — ISBN 978-5-8114-0445-2. — <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=634 >.
02	Колокольцов, Василий Никитич. Математическое моделирование многоагентных систем конкуренции и кооперации : / В. Н. Колокольцов, О. А. Малафеев. — Москва : Лань, 2012. — 622 с. : ил. ; 21 см. — Библиогр.: с. 603-616. — Предм. указ.: с. 617-618. — ISBN 978-5-8114-1276-1 (в пер.) — <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3551 >.
03	Юдович, Виктор Иосифович. Математические модели естественных наук : / В. И. Юдович. — Москва : Лань, 2011. — 335 с. : ил. ; 21 см. — (Учебники для вузов : Специальная литература). — Библиогр.: с. 327-329. — ISBN 978-5-8114-1118-4. — <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=689 >.
04	Экономико-математические методы в примерах и задачах: Учебное пособие / И. В. Орлова, Н. В. Концевая, Е. Н. Горбатенко. — М. : Инфра-М, Вузовский учебник, 2015. — 416 с.
05	Математика в экономике: математические методы и модели. Учебник для бакалавров / М. С. Красс, Б. П. Чупрынов. — М. : Юрайт, 2014. — 541 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
06	Введение в математическое моделирование : учеб. пособие / В. Н. Ашихмин [и др.]. — М. : Логос, 2007. — 440 с.
07	Математическое моделирование : Идеи. Методы. Примеры / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. — М. : Физматлит, 2002. — 316 с.
08	Математическое моделирование в химической технологии : учеб. пособие / И. М. Колесников [и др.]. — М. : Нефть и газ, 2000. — 361 с.
09	Семенов М. Г. Введение в математическое моделирование / М. Г. Семенов. — М. : СОЛОН-Р, 2002. — 111 с.
10	Основы математического моделирования : Курс лекций / В. Т. Ерофенко, И. С. Козловская. — Минск : БГУ, 2002. — 194 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Источник
11	http:// school.msu.ru – математический консультационный центр
12	http://mschool.kubsu.ru – библиотека электронных учебных пособий
13	http://www.lib.vsu.ru – электронный каталог и электронная библиотека ЗНБ ВГУ

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Владимирский, Борис Михайлович. Математика. Общий курс : учеб. / Б. М. Владимирский, А. Б. Горстко, Я. М. Ерусалимский .— Москва : Лань, 2008 .— 960 с. : ил. ; 24 см .— (Учебники для вузов, Специальная литература) .— Предм. указ.: с. 951-957. — Допущено Министерством образования РФ в качестве учебника для бакалавров естественнонаучных направлений. — Библиогр.: с. 948-950. — ISBN 978-5-8114-0445-2 .— <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=634 >.
2	Колокольцов, Василий Никитич. Математическое моделирование многоагентных систем конкуренции и кооперации : / В. Н. Колокольцов, О. А. Малафеев .— Москва : Лань, 2012 .— 622 с. : ил. ; 21 см .— .— Библиогр.: с. 603-616 .— Предм. указ.: с. 617-618 .— ISBN 978-5-8114-1276-1 (в пер.) .— <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3551 >.
3	Введение в математическое моделирование : учеб.пособие / В. Н. Ашихмин [и др.]. – М. : Логос, 2007. – 440с.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

- Урок-лекция с применением современных технологий (урок-презентация).
- Урок-зачет, с использованием компьютерных тестов.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Типовое оборудование учебной аудитории.
2. Зональная научная библиотека, электронный каталог Научной библиотеки ВГУ (<http://www.lib.vsu.ru>)

19. Фонд оценочных средств

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС (средства оценивания)

<p>ОПК-1: способность использовать современные методы химии, физики, математики, механики, биологии на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использованием и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций и имеющих естественнонаучное содержание</p>	<p>Применяет методы химии, физики, математики, механики, биологии на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использованием и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций и имеющих естественнонаучное содержание</p>	<p>1 Методы математического моделирования случайных явлений 2. Методы математического моделирования в теории случайных процессов 3. Методы математического моделирования в условиях неопределенности 4. Математическое моделирование физических процессов</p>	<p>Промежуточная аттестация – зачет Контрольно-измерительные материалы к зачету</p>
<p>ОПК-4: способность использования феноменологических, математических и численных (альтернативных) моделей для описания и прогнозирования различных явлений, осуществление их качественного и количественного анализа</p>	<p>Владеет навыками использования феноменологических, математических и численных (альтернативных) моделей для описания и прогнозирования различных явлений, осуществление их качественного и количественного анализа</p>	<p>1 Методы математического моделирования случайных явлений 2. Методы математического моделирования в теории случайных процессов 3. Методы математического моделирования в условиях неопределенности 4. Математическое моделирование физических процессов 2.5. Интегральное исчисление 2.6. Функции многих переменных 2.7. Ряды</p>	<p>Промежуточная аттестация – зачет Контрольно-измерительные материалы к зачету</p>
<p>Промежуточная аттестация 3 семестр - зачет</p>			

19.2. Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Пороговый	<p>Пороговый – компетенция сформирована. Демонстрирует недостаточный уровень самостоятельности практического материала.</p> <p>(Обучающийся способен понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практико-ориентированных задач)</p>	<p>"Удовлетворительно" заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "удовлетворительно" выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.</p>
Достаточный	<p>Достаточный – компетенция сформирована. Демонстрирует достаточный уровень самостоятельности практического материала</p> <p>(Обучающийся способен анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях)</p>	<p>"Хорошо" заслуживает студент обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка "хорошо" выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.</p>
Повышенный	<p>Повышенный - компетенция сформирована. Демонстрирует высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического материала</p> <p>(Обучающийся способен использовать сведения из раз-</p>	<p>"Отлично" заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "отлично" выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисци-</p>

	личных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях)	плины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.
--	---	--

"Неудовлетворительно" выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка "неудовлетворительно" ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который прочно усвоил предусмотренный программный материал; правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров; показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов; без ошибок выполнил практическое задание.

Обязательным условием выставленной оценки является правильное решение предложенных примеров (60%) Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельной и контрольной работы, систематическая активная работа на лекционных и практических занятиях.

Оценка «не зачтено» Выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.

19.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к экзамену (зачету):

Перечень вопросов к зачету:

1. Случайные события и их классификация.
2. Действия над событиями.
3. Теоретико-множественный подход к случайным событиям и алгебре событий.
4. Свойство статистической устойчивости относительной частоты события.
5. Статистическое и классическое определения вероятности.
6. Геометрическое и аксиоматическое определения вероятности.
7. Свойства вероятностей.
8. Конечное вероятностное пространство.
9. Условные вероятности.
10. Вероятность произведения событий.
11. Независимость событий.
12. Вероятность суммы событий.

13. Формула полной вероятности. Формула Байеса
14. Независимые испытания. Схема Бернулли.
15. Формула Бернулли.
16. Предельные теоремы в схеме Бернулли.
17. Случайные величины. Основные понятия и определения.
18. Закон распределения дискретной случайной величины.
19. Функция распределения и ее свойства. Функция распределения непрерывной случайной величины.
20. Плотность распределения вероятностей и ее свойства.
21. Числовые характеристики случайных величин: математическое ожидание; дисперсия; среднее квадратическое отклонение; мода; медиана.
22. Моменты случайных величин. Квантили.
23. Производящая функция.
24. Система случайных величин и закон ее распределения.
25. Функция и плотность распределения вероятностей двумерной случайной величины и их свойства.
26. Зависимость и независимость двух случайных величин.
27. Условные законы распределения.
28. Числовые характеристики двумерной случайной величины.
29. Корреляционный момент. Коэффициент корреляции.
30. Функции одного и двух случайных аргументов.
31. Распределения функций нормальных случайных величин: Пирсона; Стьюдента; Фишера-Снедекора.
32. Предельные теоремы теории вероятностей.
33. Понятие случайной функции (процесса).
34. Классификация случайных процессов.
35. Основные характеристики случайного процесса: математическое ожидание, дисперсия, корреляционная функция, взаимная корреляционная функция.
36. Стационарный случайный процесс.
37. Линейные и нелинейные преобразования случайных процессов.
38. Дифференцирование и интегрирование случайных процессов.
39. Спектральное разложение стационарного случайного процесса.
40. Спектральная плотность случайного процесса.
41. Теорема Виннера-Хинчина. Стационарный белый шум.
42. Понятие марковского случайного процесса.
43. Дискретный марковский процесс. Цепь Маркова. Понятие о непрерывном марковском процессе. Уравнения Колмогорова.
44. Генеральная и выборочная совокупности.
45. Статистическое распределение выборки. Эмпирическая функция распределения.
46. Числовые характеристики статистического распределения.
47. Оценка неизвестных параметров.
48. Свойства статистических оценок.
49. Точечные оценки математического ожидания и дисперсии.
50. Методы нахождения точечных оценок: метод моментов, метод максимального правдоподобия и метод наименьших квадратов.
51. Понятие интервального оценивания параметров.
52. Доверительные интервалы для параметров нормального распределения.
53. Задачи статистической проверки гипотез.
54. Статистическая гипотеза. Статистический критерий.

55. Проверка гипотез о законе распределения: критерий Пирсона и критерий Колмогорова.

19.3.3 Тестовые задания

19.3.4. Перечень заданий для контрольных работ

19.3.5. Темы курсовых работ

19.3.6 Темы рефератов

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

Текущий контроль представляет собой проверку усвоения учебного материала теоретического и практического характера, регулярно осуществляемую на занятиях.

К основным формам текущего контроля можно отнести устный опрос, проверку домашних заданий, контрольные работы.

Задание для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены *на оценивание*:

1. уровня освоения теоретических и практических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности обучающегося применять теоретические и практические знания и профессионально значимую информацию, сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Текущий контроль предназначен для проверки хода и качества формирования компетенций, стимулирования учебной работы обучаемых и совершенствования методики освоения новых знаний. Он обеспечивается проведением контрольных заданий и домашних работ, проверкой конспектов лекций, периодическим опросом слушателей на занятиях.

Формы, методы и периодичность текущего контроля определяет преподаватель.

При текущем контроле уровень освоения учебной дисциплины и степень сформированности компетенции определяются оценками «зачтено» и «незачтено».

Промежуточная аттестация предназначена для определения уровня освоения всего объема учебной дисциплины. Промежуточная аттестация по дисциплине «Математика» проводится в форме зачета и экзамена.

Промежуточная аттестация, как правило, осуществляется в конце семестра и может завершать изучение как отдельной дисциплины, так и ее разделов. Промежуточная аттестация помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений, в некоторых случаях – даже формирование определенных профессиональных компетенций.

На зачете оценивается практический уровень освоения дисциплины «Математика» и степень сформированности компетенции.

На экзамене оценивается уровень освоения учебной дисциплины и степень сформированности компетенции определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»:

«ОТЛИЧНО» – обучаемый показывает высокий интеллектуальный и обще-

культурный уровень, глубокое и всестороннее знание предмета, все вопросы билета будут даны правильные исчерпывающие ответы, обучающийся аргументировано и логично излагает материал, правильно решает все предложенные практические задания.

«ХОРОШО» – обучаемый показывает свой интеллектуальный и общекультурный уровень, твердо знает предмет учебной дисциплины, логично излагает изученный материал, умеет применять теоретические знания для решения практических задания, но допустивший в ответах погрешности.

«УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» – обучаемый показывает свой общекультурный уровень, в основном знает предмет учебной дисциплины, знает основные определения и термины, имеет определенные знания предмета, практические задания решить не может

«НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» – степень освоения учебной дисциплины обучаемым не соответствует критериям, предъявляемым к оценке «удовлетворительно».

