



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (ШКОЛА)

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП

 Пак Т.В.

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор департамента Математического
и компьютерного моделирования
Сущенко А.А.
« 26 » января 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Математическая статистика и случайные процессы
Направление подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки
(Сквозные цифровые технологии)
Форма подготовки очная

курс 2 семестр 4
лекции 00 час.
практические занятия 00 час.
лабораторные работы 36 час.
в том числе с использованием МАО
всего часов аудиторной нагрузки 36 час.
самостоятельная работа 72 час.
в том числе на подготовку к экзамену 36 час.
контрольные работы (количество) не предусмотрены
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены
зачет не предусмотрен
экзамен 4 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 23 августа 2017 г. №807

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента математического и компьютерного моделирования, протокол № 6 от «05» марта 2022 г.

Директор департамента математического и компьютерного моделирования Сущенко А. А.
Составитель (ли): доцент Т.В. Пак

Владивосток
2022

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цель: дать студентам представление о научных основах статистических методов исследования массовых социально-экономических процессов и явлений, их вероятностно-математического аппарата.

Задачи:

- усвоение студентами методов расчета вероятностей случайных событий;
- усвоение особенностей основных законов распределения случайных величин, способов их задания;
- усвоение условий возникновения и особенностей нормального распределения, алгоритмов расчета параметров генеральной и выборочной совокупностей, способов оценивания параметров генеральной совокупности по выборочным данным.;
- усвоение методики сравнения параметров распределения случайных величин и использования полученных навыков и знаний в анализе социально-экономических явлений и процессов;

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные компетенции:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-1 Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 использует в профессиональной деятельности основы математических дисциплин
		ОПК-1.2 решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и математического и компьютерного моделирования
		ОПК-1.3 осуществляет теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ОПК-1.1 использует в профессиональной деятельности основы математических дисциплин	Знает основные положения теории множеств, теории пределов, теории рядов и других фундаментальных дисциплин
	Умеет вычислять пределы, производные и интегралы от элементарных функций, решать аналитически дифференциальные уравнения
	Владеет методами построения простейших математических моделей типовых профессиональных задач
ОПК-1.2 решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и математического и компьютерного моделирования	Знает основные положения дифференциального, интегрального исчисления, методы исследования функций
	Умеет проводить исследование функций методами математического, комплексного и функционального анализов
	Владеет методами построения физических, математических и компьютерных моделей стандартных профессиональных задач
ОПК-1.3 осуществляет теоретическое и экспериментальное исследование объектов	Знает методы обработки и интерпретации данных современных научных исследований

профессиональной деятельности	Умеет собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований
	Владет навыками применения, интерпретирования данных современных научных исследований

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения:

- презентации с использованием доски, книг, видео, слайдов, компьютеров и т.п., с последующим обсуждением материалов,
- обратная связь с формированием общего представления об уровне владения знаниями студентов, актуальными для занятия,
- разминка с вопросами, ориентированными на выстраивание логической цепочки из полученных знаний (конструирование нового знания),
- работа в малых группах (дает всем студентам возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения).

II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачётных единиц (288 академических часа).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине могут являться:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
Пр	Практические занятия
ОК	Онлайн курс
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации	
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР		Контроль
1	Тема 1. Случайные события и вероятности	4		4			72	36	экзамен
2	Тема 2. Случайные величины, распределения			4					

	вероятностей							
3	Тема 3. Математическое ожидание, моменты случайных величин		4					
4	Тема 4. Совместные распределения, случайные векторы		4					
5	Тема 5. Предельные теоремы теории вероятностей		4					
6	Тема 6. Распределения функций от случайных величин, точные выборочные распределения		4					
7	Тема 7. Методы построения оценок параметров распределений		4					
8	Тема 8. Проверка статистических гипотез		4					
9	Тема 9. Статистическая информация и энтропия		4					
Итого:			36			72	36	

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Тема 1. Случайные события и вероятности. Классическое определение вероятности. Геометрические вероятности. Задача Бюффона. Случайные события и операции над ними. Общее определение вероятности. Основные свойства вероятности. Вероятностное пространство. Общее определение вероятности, аксиоматика теории вероятностей. Условные вероятности, независимые события. Формула полной вероятности, формула Байеса. Схема последовательных испытаний Бернулли, предельная теорема Пуассона. Предельная теорема Муавра-Лапласа.

Тема 2. Случайные величины, распределения вероятностей. Дискретные случайные величины; примеры: распределения Пуассона и геометрическое. Непрерывные распределения, функция распределения и плотности; примеры: равномерное и экспоненциальное распределения. Функции от случайных величин, их распределения. Гауссовское (нормальное) распределение, его свойства.

Тема 3. Математическое ожидание, моменты случайных величин. Математическое ожидание для дискретных случайных величин. Свойства, примеры вычисления. Математическое ожидание для непрерывных случайных величин. Свойства математических ожиданий, примеры вычисления. Дисперсии дискретных и непрерывных случайных величин,

свойства, вычисление. Моменты, числовые характеристики случайных величин. Характеристические функции, их свойства.

Тема 4. Совместные распределения, случайные векторы. Совместные распределения случайных величин, случайные векторы, ковариация и корреляция. Независимые случайные величины. Суммирование независимых случайных величин. Двумерное нормальное распределение. Многомерное нормальное распределение, его свойства.

Тема 5. Предельные теоремы теории вероятностей. Схема серий в предельных теоремах теории вероятностей. Закон больших чисел Чебышева. Закон больших чисел в схеме Бернулли. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло), его приложения для моделирования систем и численного интегрирования. Свойства непрерывности характеристических функций. Центральная предельная теорема. Применение к схеме Бернулли (вывод теоремы Муавра-Лапласа как следствие центральной предельной теоремы). Применение в анализе точности статистических моделей.

Тема 6. Распределения функций от случайных величин, точные выборочные распределения. Гамма-распределение, бета-распределение, их свойства и применения. Методы и примеры построения распределений некоторых функций от случайных величин. Распределение Коши. Распределение хи-квадрат, распределение Стьюдента, распределение Фишера. Лемма Фишера, свойства оценок параметров нормального распределения. Доверительные интервалы для параметров нормального распределения.

Тема 7. Методы построения оценок параметров распределений. Статистический эксперимент, повторная выборка, выборочные моменты, асимптотические свойства. Свойства статистических оценок, состоятельность и несмещенность. Методы построения оценок параметров: метод моментов, метод максимального правдоподобия. Примеры вычисления оценок для основных распределений. Задача разделения смеси распределений. Задача регрессии, метод наименьших квадратов, оптимальность оценок метода наименьших квадратов. Численные методы в задачах оценивания параметров и регрессии.

Тема 8. Проверка статистических гипотез. О непараметрических методах статистики. Эмпирическая функция распределения, гистограмма; их свойства и применение в анализе наблюдений. Основные понятия проверки статистических гипотез, примеры задач, применения статистических выводов. Критерий согласия Пирсона хи-квадрат. Примеры приложений; применение критерия при оценивании параметров по выборке. Проверка статистических гипотез для параметров нормальных распределений.

Непараметрический критерий Колмогорова; двухвыборочный критерий Колмогорова-Смирнова.

Тема 9. Статистическая информация и энтропия. Статистическая информация, свойства, применения. Экстремальные информационные свойства некоторых распределений. Информация Фишера, свойства, примеры вычисления. Неравенство Крамера-Рао. Эффективность статистических оценок. Условные математические ожидания, их свойства, примеры вычисления. Оптимальные статистические оценки, гауссовская регрессия. Достаточные статистики.

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Решение задач по теме «Случайные события и вероятности».
2. Решение задач по теме «Случайные величины, распределения вероятностей».
3. Решение задач по теме «Математическое ожидание, моменты случайных величин».
4. Решение задач по теме «Совместные распределения, случайные векторы».
5. Решение задач по теме «Предельные теоремы теории вероятностей».
6. Решение задач по теме «Точные выборочные распределения».
7. Решение задач по теме «Методы построения оценок параметров распределений».
8. Решение задач по теме «Проверка статистических гипотез».
9. Решение задач по теме «Статистическая информация и энтропия».

Лабораторная работа 1. Моделирование случайных наблюдений на компьютере. Датчики случайных чисел в прикладных пакетах, свойства случайных последовательностей. Применения датчиков для построения моделей случайных явлений. Визуализация результатов статистического моделирования – диаграммы, гистограммы. Метод Монте-Карло. Численное интегрирование методом Монте-Карло. Построение модели статистического эксперимента” задача Бюффона”.

Лабораторная работа 2. Линейные модели регрессии, метод наименьших квадратов. Компьютерная модель линейной регрессии, оценки МНК, корреляция, оценка точности модели. Двухфакторная линейная регрессия, оценки МНК. Приложение к анализу финансового рынка.

Лабораторная работа 3. Анализ экспериментальных данных, оценивание параметров распределений. Модель повторной выборки, смесь распределений, многомерные наблюдения. Задача классификации,

распознавание образов, обнаружение сигнала. Оценивание параметров смечи распределений методом моментов и методом максимального правдоподобия

Лабораторная работа 4. Прогнозирование временных рядов. Модели авторегрессии в анализе временных рядов. Построение статистических моделей временных рядов. Построение прогноза временного ряда на основе простой модели авторегрессии. Оценка точности прогноза финансового временного ряда.

Лабораторная работа 5. Анализ нестационарных временных рядов с учетом тренда и сезонности. Модели тренда и сезонности в экономических процессах. Применение метода наименьших квадратов для оценивания нестационарного временного ряда и прогнозирования. Оценка точности модели.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ (И ОНЛАЙН КУРСА ПРИ НАЛИЧИИ)

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы» включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Дата/сроки выполнения	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
	Чтение конспекта лекций	1-36 неделя обучения	100 часов	ПР-7
	Решение задач	1-18 неделя обучения	25 часа	ПР-11
	Подготовка к лабораторным работам	1-18 неделя обучения	25 часа	ПР-6

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Самостоятельная работа включает в себя повторение теоретического и практического материала дисциплины, заслушиваемого и конспектируемого в ходе аудиторных занятий; изучение основной и дополнительной литературы, указанной в рабочей учебной программе дисциплины,

самоконтроль ответов на основные проблемные вопросы по темам занятий, самостоятельный повтор действий, осуществляемых в ходе выполнения лабораторных работ, в том числе при работе со специальным программным обеспечением.

Результаты самостоятельной работы представляются и оформляются в виде документации, по теме лабораторной работы.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы – правильность ответов на вопросы по темам теоретической части дисциплины, достижение правильного результата при осуществлении собственных действий по лабораторным работам.

VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы/темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Тема 1. Случайные события и вероятности	ОПК-1	Знает	Собеседование УО1	Зачет 1,2,3
			Умеет	Собеседование УО1	Экзамен 1 - 4
			Владеет	Собеседование УО1	Задачи 1-5
2	Тема 2. Случайные величины, распределения вероятностей	ОПК-1	Знает	Собеседование УО1	Зачет 4-5
			Умеет	Собеседование УО1	Экзамен 5 - 7
			владеет	Собеседование УО1	Задачи 10-14
3	Тема 3. Математическое ожидание, моменты случайных величин	ОПК-1	Знает	Собеседование УО1	Зачет 6
			Умеет	Собеседование УО1	Экзамен 8 - 11
			владеет	Собеседование УО1	Задачи 25-29
4	Тема 4. Совместные распределения, случайные векторы	ОПК-1	Знает	Собеседование УО1	Зачет 6, 7
			Умеет	Собеседование УО1	Экзамен 12 - 15
			владеет	Контрольная работа	Задачи 30-33
5	Тема 5. Предельные теоремы теории вероятностей	ОПК-1	Знает	Собеседование УО1	Зачет 8
			Умеет	Собеседование УО1	Экзамен 16 - 17
			Владеет	Собеседование УО1	Задачи 34-35
6	Тема 6. Распределения функций от случайных величин, точные выборочные распределения	ОПК-1	Знает	Собеседование УО1	Зачет 9
			Умеет	Собеседование УО1	Экзамен 18
			владеет	Собеседование УО1	Задачи 35-37
7	Тема 7. Методы построения оценок параметров распределений	ОПК-1	Знает	Собеседование УО1	Зачет 10-11
			Умеет	Собеседование УО1	Экзамен 18-22
			владеет	Собеседование УО1	Задачи 38-39
8	Тема 8. Проверка статистических гипотез	ОПК-1	Знает	Собеседование УО1	Зачет 12-13
			Умеет	Собеседование УО1	Экзамен 23-25
			владеет	Контрольная работа	Задачи 38-39
9	Тема 9. Статистическая информация и энтропия	ОПК-1	Знает	Собеседование УО1	Зачет 14
			Умеет	Собеседование УО1	Экзамен 26
			владеет	Собеседование УО1	Задачи 41-43

VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для бакалавров / В. Е. Гмурман. Москва: Юрайт, 2014. 479 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:796357&theme=FEFU>
2. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике.- М., Высшее образование, 2010. 404 с.<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:384056&theme=FEFU>
3. Теория вероятностей / Е. С. Вентцель. Москва: КноРус, 2016. 658 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:817191&theme=FEFU>
4. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие / С.В. Павлов. - М.: ИЦ РИОР: ИНФРА-М, 2010. - 186 с.: 70x100 1/32. - (Карманное учебное пособие). (обложка, карм. формат) ISBN 978-5-369-00679-5/ <http://znanium.com/go.php?id=217167>
5. Балдин, К. В. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс]: Учебник / К. В. Балдин, В. Н. Башлыков, А. В. Рукосуев. - 2-е изд. - М.: Дашков и К, 2010. - 473 с. - ISBN 978-5-394-00617-3. <http://znanium.com/go.php?id=414902>
6. Математическая статистика: Учебное пособие / Р.Ш. Хуснутдинов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 205 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-16-009520-2, 500 экз. <http://znanium.com/go.php?id=445667>

Дополнительная литература

1. Чистяков В.П. Курс теории вероятностей. – Спб.: Лань, 2003. 272 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:357223&theme=FEFU>
2. Пугачев В.С. Теория вероятностей и математическая статистика. 2-е изд., исправл. и доп. - М., Физматлит, 2002. – 479 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:2589&theme=FEFU>
3. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей: Учебник. Изд. 8-е, испр. и доп. - М.:Едиториал УРСС, 2005 – 448 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:260469&theme=FEFU>
4. Золотаревская Д.И. Теория вероятностей: Задачи с решениями: Учебное пособие. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.:Едиториал УРСС, 2003- 168 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:5803&theme=FEFU>
5. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для вузов по экономическим специальностям / В. А. Колемаев, В. Н. Калинина. Москва: ЮНИТИ, 2003. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:5806&theme=FEFU>

6. Теория случайных процессов / А. В. Булинский, А. Н. Ширяев. М.: Физматлит, 2003. 399 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:301909&theme=FEFU>
7. Коршунов Д.А. и др. Сборник задач и упражнений по теории вероятностей. – СПб.: Лань. – 2004. 192 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:247856&theme=FEFU>
8. Крамер Г. Математические методы статистики. – М., Мир, 1975.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:59233&theme=FEFU>
9. Хастингс Н., Пикок Дж. Справочник по статистическим распределениям. – М., Статистика, 1980. 95 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:42930&theme=FEFU>
10. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. - М.: Высшая школа, 2007. – 491 с.
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:384488&theme=FEFU>
11. Емельянов Г.В., Скитович В.П. Задачник по теории вероятностей и математической статистике. – М.: Лань, 2007. - 336с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:281951&theme=FEFU>

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети
«Интернет»**

1. Электронная библиотечная система ZNANIUM.COM
<http://znanium.com/>
2. Студенческая электронная библиотека «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
3. Научная библиотека ДВФУ. Электронный каталог
<http://lib.dvfu.ru:8080/>

**Перечень информационных технологий и программного
обеспечения**

1. Лекции проводятся с использованием проектора и мультимедийного комплекса для проведения лекций внутренней системы портала ДВФУ. Лабораторные занятия проводятся в специализированном компьютерном классе. Для составления документации используется текстовый процессор (LibreOffice или MicrosoftWord).

**VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ
ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина изучается в следующих организационных формах: лекционное занятие; лабораторное занятие; самостоятельное изучение

теоретического материала; самостоятельное выполнение индивидуального проекта; индивидуальные и групповые консультации.

Основной формой самостоятельной работы студента является изучение конспекта лекций, их дополнение рекомендованной литературой, выполнение проекта, а также активная работа на лабораторных занятиях.

К прослушиванию лекции следует готовиться, для этого необходимо знать программу курса и рекомендованную литературу. Тогда в процессе лекции легче отделить главное от второстепенного, легче сориентироваться: что записать, что самостоятельно проработать, что является трудным для понимания, а что легко усвоить.

Контроль за выполнением самостоятельной работы студента производится в виде контроля каждого этапа работы, отраженного в документации и защиты проекта.

Студент должен планировать график самостоятельной работы по дисциплине и придерживаться его.

Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины

Освоение дисциплины следует начинать с изучения рабочей учебной программы, которая содержит основные требования к знаниям, умениям и навыкам. Обязательно следует учитывать рекомендации преподавателя, данные в ходе установочных занятий. Затем – приступить к изучению отдельных разделов и тем в порядке, предусмотренном программой.

Получив представление об основном содержании раздела, темы, необходимо изучить материал с помощью рекомендуемой основной литературы. Целесообразно составить краткий конспект или схему, отображающую смысл и связи основных понятий данного раздела и включенных в него тем. Обязательно следует записывать возникшие вопросы, на которые не удалось ответить самостоятельно.

Подготовку к началу обучения включает несколько необходимых пунктов:

1) Необходимо создать для себя рациональный и эмоционально достаточный уровень мотивации к последовательному и планомерному изучению дисциплины.

2) Необходимо изучить список рекомендованной основной и дополнительной литературы и убедиться в её наличии у себя дома или в библиотеке в бумажном или электронном виде.

3) Желательно в самом начале периода обучения возможно тщательнее спланировать время, отводимое на работу с источниками и литературой по дисциплине, представить этот план в наглядной форме

(график работы с датами) и в дальнейшем его придерживаться, не допуская срывов графика индивидуальной работы и «аврала» в предсессионный период. Пренебрежение этим пунктом приводит к переутомлению и резкому снижению качества усвоения учебного материала.

Рекомендации по работе с литературой

1. Всю учебную литературу желательно изучать «под конспект». Цель написания конспекта по дисциплине – сформировать навыки по поиску, отбору, анализу и формулированию учебного материала.

2. Написание конспекта должно быть творческим – нужно не переписывать текст из источников, но пытаться кратко излагать своими словами содержание ответа, при этом максимально структурируя конспект, используя символы и условные обозначения.

3. При написании конспекта каждый новый вопрос начинается с нового листа, для каждого экзаменационного вопроса отводится 1-2 страницы конспекта.

4. При работе над конспектом обязательно выявляются и отмечаются трудные для самостоятельного изучения вопросы, с которыми уместно обратиться к преподавателю при посещении установочных лекций и консультаций, либо в индивидуальном порядке.

При чтении учебной и научной литературы всегда следить за точным и полным пониманием значения терминов и содержания понятий, используемых в тексте.

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекции проводятся с использованием проектора и внутренней системы портала ДВФУ. Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе.

- Учебный компьютерный класс, с предварительно установленным программным обеспечением для организации лабораторных работ по курсу по 15 персональных компьютеров Extreme DOU E 8500/500 GB/DVD+RW.
- Мультимедийная аудитория (мультимедийный проектор Optima EX542I – 1 шт.; аудио усилитель QVC RMX 850 – 1 шт.; колонки – 1 шт.; ноутбук; ИБП – 1 шт.; настенный экран; микрофон – 1 шт.) для проведения лекций в формате презентаций.
- Учебный компьютерный класс и Мультимедийный класс с выходом в сеть Интернет.
- Системное и прикладное обеспечение ПЭВМ.

X. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений планируемым результатам обучения по дисциплине созданы фонды оценочных средств:

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции/планируемые результаты обучения		Наименование оценочного средства
1.	Теоретическая часть	ОПК-1 Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 использует в профессиональной деятельности основы математических дисциплин ОПК-1.2 решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и математического и компьютерного моделирования ОПК-1.3 осуществляет теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности	зачет экзамен
2.	Практическая часть	ОПК-1 Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 использует в профессиональной деятельности основы математических дисциплин ОПК-1.2 решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и математического и компьютерного моделирования ОПК-1.3 осуществляет теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности	лабораторные работы

Контроль достижения целей курса

№ п/п	Контролируемые разделы/темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Тема 1. Случайные события и вероятности	ОПК-1	Знает	Собеседование УО1	Зачет 1,2,3
			Умеет	Собеседование УО1	Экзамен 1 - 4
			Владеет	Собеседование УО1	Задачи 1-5
	Тема 2. Случайные величины, распределения вероятностей	ОПК-1	Знает	Собеседование УО1	Зачет 4-5
			Умеет	Собеседование УО1	Экзамен 5 - 7
			владеет	Собеседование УО1	Задачи 10-14
	Тема 3. Математическое ожидание, моменты случайных величин	ОПК-1	Знает	Собеседование УО1	Зачет 6
			Умеет	Собеседование УО1	Экзамен 8 - 11
			владеет	Собеседование УО1	Задачи 25-29
	Тема 4. Совместные распределения, случайные векторы	ОПК-1	Знает	Собеседование УО1	Зачет 6, 7
			Умеет	Собеседование УО1	Экзамен 12 - 15
			владеет	Контрольная работа	Задачи 30-33
	Тема 5. Предельные теоремы теории вероятностей	ОПК-1	Знает	Собеседование УО1	Зачет 8
			Умеет	Собеседование УО1	Экзамен 16 - 17
			Владеет	Собеседование УО1	Задачи 34-35
	Тема 6. Распределения функций от случайных величин, точные выборочные распределения	ОПК-1	Знает	Собеседование УО1	Зачет 9
			Умеет	Собеседование УО1	Экзамен 18
			владеет	Собеседование УО1	Задачи 35-37

Тема 7. Методы построения оценок параметров распределений	ОПК-1	Знает	Собеседование УО1	Зачет 10-11
		Умеет	Собеседование УО1	Экзамен 18-22
		владеет	Собеседование УО1	Задачи 38-39
Тема 8. Проверка статистических гипотез	ОПК-1	Знает	Собеседование УО1	Зачет 12-13
		Умеет	Собеседование УО1	Экзамен 23-25
		владеет	Контрольная работа	Задачи 38-39
Тема 9. Статистическая информация и энтропия	ОПК-1	Знает	Собеседование УО1	Зачет 14
		Умеет	Собеседование УО1	Экзамен 26
		владеет	Собеседование УО1	Задачи 41-43

Текущий контроль

Состоит в проверке правильности выполнения заданий по самостоятельной работе. Задание зачтено, если нет ошибок. По текущим ошибкам даются пояснения.

Оценочные средства для текущей аттестации

Задачи для текущего контроля

Примечание. В задачах, связанных со случайными событиями, значок c над событием A обозначает противоположное событие A^c (A^c есть дополнение множества A), $A+B$ обозначает объединение множеств A и B , AB обозначает пересечение множеств A и B (совместное наступление событий A и B).

1. Если A, B, X - случайные события, то при каких x справедливо следующее равенство

$$(A + B)(A^c + X)(AX)^c = A^c B.$$

2. Определить, какому из событий 1) $A^c B$ 2) AB^c 3) AB 4) $A^c B^c$ равносильно событие

$$(A + B)(A + B^c)(A^c + B).$$

3. Если $A \setminus B$ обозначает AB^c , то какому из событий 1) $A^c B$ 2) AB^c 3) $A^c B^c$ 4) AB равносильно событие $A \setminus (A \setminus B)$.

4. Пусть A, B – произвольные события, \emptyset – невозможное событие, Ω – достоверное событие.

5. Проверить образуют ли полную группу следующие пять событий: $A, A^c B, (A + B)^c, \emptyset, \Omega$.

6. Если A и B – два случайных события, для которых известны вероятности $p(AB) = 0.75$ и $p(AB^c) = 0.15$, то найти вероятность $p(A)$ события A .

7. На отрезке $[0,1]$ случайным образом выбираются два числа: x, y . Найти вероятность $P\{x + y \geq 1, x - y \leq 0\}$.

8. Двое студентов подбрасывают монету, загадывая: “Если (A) выпадет орел, то пойдем в кино, если (B) выпадет решка, то в интернет-кафе, а если (C) упадет на ребро, то пойдем на лекцию”. Найти, при каком отношении толщины монеты к ее диаметру все три события A, B, C будут равновероятны.

9. Найти вероятность того, при независимых подбрасываниях симметричной монеты, первый раз орел выпадет в четной попытке.

10. В группе 10 человек: 10 отличников, 7 хорошистов, 5 удовл., 3 плохо подготовленных. Отличники знают все 25 вопросов, хорошисты – 20, удовл. – 15, плохо – 10. Случайно выбранный студент ответил на два заданных

вопроса. Найти вероятности того, что этот студент относится к каждой из упомянутых групп.

11. Если один бомбардировщик уничтожает цель с вероятностью $1/7$, то с какой вероятностью три бомбардировщика уничтожат цель? Сколько бомбардировщиков необходимо использовать, чтобы цель была уничтожена с вероятностью $0,999$?

12. Если вероятность успеха в отдельном испытании схемы Бернулли равна p , то найти вероятность того, что k -й по порядку успех произойдет в n -м испытании ($n \geq k$).

13. Из ящика, содержащего три белых и два черных шара, переложено два шара в ящик, содержащий четыре белых и четыре черных шара. Найти вероятность вынуть после этого из второго ящика белый шар. С какой вероятностью при этом из первого ящика во второй было переложено два белых шара?

14. Предположим, в ящике находятся 5 шаров белого и черного цвета; количество тех и других неизвестно, но все возможные наборы цветов можно считать равновероятными. Если из ящика вынуты два шара, то найти вероятность того, что оба они окажутся белыми.

15. Если случайная величина X есть число очков, выпадающее при бросании правильной игральной кости, то найти математическое ожидание и дисперсию случайной величины $Y = \sin(\pi X/3)$.

16. Плотность распределения случайной величины имеет вид $p(x) = a \cdot \cos(x)$, где x изменяется в промежутке $[-\pi/2, \pi/2]$. Найти константу a , математическое ожидание и дисперсию для случайной величины X .

17. Случайная величина X распределена по закону $P\{x = -1\} = 0.2$, $P\{x = 0\} = 0.3$, $P\{x = 1\} = 0.5$. Найти математическое ожидание и дисперсию случайной величины X^2 .

18. Случайная величина X имеет показательное распределение, $P\{X > x\} = e^{-x}$, $x \geq 0$. Найти математическое ожидание и дисперсию случайной величины $X(1 - \exp(-aX))$.

19. Через данную остановку проходят маршруты двух автобусов. Среднее время ожидания первого автобуса составляет 5 минут, второго – 7 минут. Считая время ожидания экспоненциально распределенной случайной величиной и предполагая движение автобусов независимыми друг от друга, найти среднее время ожидания автобуса на этой остановке.

20. Пусть случайные величины X_1, X_2, \dots, X_n независимы и имеют распределение $P\{X_k = 0\} = 1/2$, $P\{X_k = 1\} = P\{X_k = -1\} = 1/4$. Найти математическое ожидание и дисперсию случайной величины $S = X_1 + X_2 + \dots + X_n$.

21. Если дискретная случайная величина x имеет распределение $P\{x = -2\} = P\{x = 2\} = p$, $P\{x = -1\} = P\{x = 1\} = P/2$, $P\{x = 0\} = q$, а также известно, что $E|\cos(\pi X/2)| = 6/7$, то найти, чему равны p и q .

22. Если случайная величина X равномерно распределена на $[-\pi, \pi]$, то найти дисперсию и математическое ожидание случайной величины $y = \sin(x)$.

23. Дискретная случайная величина X имеет распределение $P\{x = k\} = c/k(k + 1)(k + 2)$, $k = 1, 2, \dots$. Найти константу c и вычислить математическое ожидание X .

24. Известно, что если независимые случайные величины X и Y имеют плотности распределения $p(x)$ и $q(y)$, то сумма $X + Y$ распределена с плотностью $p(x) = \int p(x - y) q(y) dy$. Найти распределение суммы $X + Y$, когда и $p(x)$ и $q(y)$ есть плотность распределения Коши, $p(x) = 1/\pi(1 + x^2)$.

25. Если случайные величины X и Y независимы и одинаково распределены с функцией распределения $f(x)$, то найти функции распределения случайных величин $Z = \max\{X, Y\}$ и $U = \min\{X, Y\}$.

26. Пусть случайные величины X и Y связаны соотношением $Y = aX + b$, причем математическое ожидание $EX = 1$, а дисперсия $D(X) = 4$, и $EY = 8$, $D(Y) = 16$. Найти числа a и b .

27. Найти дисперсию определителя $X = \begin{vmatrix} Y & Z \\ U & V \end{vmatrix}$, $2D^4$ элементы которого Y, Z, U, V

являются случайными величинами с нулевым математическим ожиданием и дисперсией D .

28. Пусть случайные величины X, Y независимы и одинаково распределены с показательным распределением (его плотность равна e^{-x} , $x \geq 0$). Найти плотности распределения для случайных величин $X + Y$ и X/Y .

29. Устройство содержит n одинаковых блоков, работающих независимо друг от друга. Время, в течение которого блок остается работоспособным – это случайная величина, имеющая экспоненциальное распределение с параметром λ . Устройство остается работоспособным, пока остаются работоспособными хотя бы k блоков, $k < n$, и становится неработоспособным в противном случае. Построить функцию распределения для времени, в течение которого устройство остается работоспособным.

30. Пусть $F(x)$ – функция распределения. Существуют ли такие значения λ , при которых $1 - (1 - F(x))^\lambda$ также является функцией распределения?

31. Случайные величины ξ, η независимы и каждая имеет нормальное распределение с математическим ожиданием a и дисперсией σ^2 . Построить ковариационную матрицу для двумерного случайного вектора с компонентами $\alpha\xi + \beta\eta, \alpha\xi - \beta\eta$.

32. Доказать, что если последовательность случайных величин сходится по распределению к константе, то данная последовательность случайных величин сходится и по вероятности к той же константе.

33. Пользуясь неравенством Чебышева, оценить вероятность того, что при 1000 бросаниях монеты число выпадений герба будет заключено между 450 и 550.

34. Пусть случайные величины $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n, \dots$ независимы и равномерно распределены на отрезке $[0, 1]$. С помощью центральной предельной теоремы оценить вероятность события

$$\prod_{k=1}^{100} \xi_k \leq \frac{10}{2^{100}}.$$

35. Найти вероятность того, что случайная величина, имеющая распределение Стьюдента с 5 степенями свободы, принимает значение большее 1.96. Сравнить эту вероятность с вероятностью того, что случайная величина, имеющая стандартное нормальное распределение, принимает значение большее 1.96. Чему равна дисперсия каждой из этих случайных величин? Связано ли различие вероятностей с различием дисперсий?

36. Случайная величина ξ (характеризующая срок службы элементов электронной аппаратуры) имеет распределение Релея, $F(x) = 1 - \exp\left(-\frac{x^2}{g}\right)$, $x \geq 0$

. Найти оценку максимального правдоподобия для параметра θ .

37. Предполагается, что n наблюдений x_1, \dots, x_n являются значениями независимых одинаково распределенных случайных величин X_1, \dots, X_n , имеющих распределение с функцией плотности, равной 0 при $x \leq 0$ и равной $\theta \exp(-\theta x)$ при $x > 0$. Методом моментов оценить θ .

38. Пусть случайная величина ξ имеет гамма-распределение, т.е. плотность распределения ξ имеет вид $p(x) = \frac{1}{\beta^{\alpha+1} \Gamma(\alpha+1)} x^\alpha \exp(-\frac{x}{\beta})$, где $\Gamma(u)$ - гамма-

функция, $\Gamma(u) = \int_0^\infty x^{u-1} e^{-x} dx$.

А) Найти математическое ожидание и дисперсию для случайной величины ξ .

Б) Пусть X_1, X_2, \dots, X_n - повторная выборка (последовательность независимых одинаково распределенных реализаций случайной величины ξ). Найти по методу моментов оценки параметров α и β .

39. Случайная величина ξ имеет равномерное распределение на отрезке $[\theta, \theta + 1]$, причем θ неизвестно. Имеется выборка x_1, x_2, \dots, x_n независимых реализаций ξ . В качестве оценки параметра θ предлагается использовать две статистики:

$$\hat{\theta}_1 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n X_k - \frac{1}{2} \quad \text{и} \quad \hat{\theta}_2 = \max\{X_k\} - \frac{1}{n+1}$$

Доказать, что $E\hat{\theta}_1 = E\hat{\theta}_2 = \theta$, то есть оценки несмещенные. Найти дисперсии $D\hat{\theta}_1$ и $D\hat{\theta}_2$ и показать, что при $n \rightarrow \infty D\hat{\theta}_2 = o(D\hat{\theta}_1)$.

40. Найти информационное количество Фишера относительно параметра θ , содержащееся n наблюдениях, если наблюдения являются значениями независимых одинаково распределенных случайных величин X_1, \dots, X_n , имеющих распределение с функцией плотности, равной 0 при $x \leq 0$ и равной $\theta^{-1} \exp(-x/\theta)$ при $x > 0$.

41. Случайная величина принимает значения $n = 0, 1, 2, \dots$ с вероятностями $p_n = ap^n$. Найти энтропию распределения этой случайной величины.

Построить график зависимости энтропии от p ($0 < p < 1$).

42. Энтропия дискретного распределения равна $H = -\sum_{k=1}^n p_k \ln(p_k)$. Найти энтропию, соответствующую следующему прогнозу: "то ли дождик, то ли

снег, то ли будет, то ли нет...”. Известно, что в данное время года с осадками бывает 75% всех дней, причем одновременно идти дождик и снег не могут. Предположим также, что в день с осадками снег и дождик равновероятны.

43. Энтропия непрерывного распределения равна $H = - \int_{-\infty}^{+\infty} p(x) \ln(p(x)) dx$. Как изменится энтропия, соответствующая случайной величине ξ , в результате линейного преобразования

$$\eta = a + b\xi?$$

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы к зачету

1. Случайные события, операции над ними, вычисления, связанные с нормальным распределением.
2. Геометрические вероятности. Задача Бюффона. Моделирование случайных событий на компьютере.
3. Схема последовательных испытаний Бернулли, предельная теорема Пуассона.
4. Моделирование случайных последовательностей. Построение распределений для функции от случайных величин.
5. Эмпирическая функция распределения и гистограмма, их построение.
6. Совместные распределения случайных величин, случайные векторы, ковариация и корреляция. Вычисление коэффициентов корреляции, проверка значимости.
7. Двумерное нормальное распределение, его свойства. Моделирование двумерного нормального распределения на компьютере.
8. Применение центральной предельной теоремы, закона больших чисел Чебышева к схеме Бернулли, оценивание необходимого объема экспериментальных данных.
9. Лемма Фишера, доверительные интервалы для параметров нормального распределения, применение в анализе экспериментальных данных.
10. Метод моментов, метод максимального правдоподобия, примеры построения оценок.
11. Задача регрессии, метод наименьших квадратов, оптимальность оценок МНК.
12. Непараметрические критерий согласия Пирсона и Колмогорова-Смирнова, их применение.

13. Численное построение оценок максимального правдоподобия на основе метода Ньютона.
14. Методы экспериментальной проверки точности моделей регрессии и прогнозов.

Вопросы к экзамену

1. Случайные события, операции над ними. Классическое определение вероятности.
2. Геометрические вероятности. Задача Бюффона.
3. Условные вероятности, независимые события.
4. Формула полной вероятности, формула Байеса
5. Схема последовательных испытаний Бернулли, предельная теорема Пуассона.
6. Дискретные случайные величины; примеры: распределения Пуассона и геометрическое.
7. Непрерывные распределения, функция распределения и плотность; примеры: равномерное и экспоненциальное распределения.
8. Функции от случайных величин, их распределения, примеры.
9. Гауссовское (нормальное) распределение, его свойства; вычисления вероятностей.
10. Математическое ожидание для дискретных случайных величин. Математическое ожидание для непрерывных случайных величин.
11. Дисперсии дискретных и непрерывных случайных величин. Моменты.
12. Характеристические функции, их свойства.
13. Совместные распределения случайных величин, случайные векторы, ковариация и корреляция.
14. Независимые случайные величины. Суммирование независимых случайных величин.
15. Двумерное нормальное распределение, его свойства.
16. Закон больших чисел Чебышева, применение к схеме Бернулли.
17. Центральная предельная теорема, применение к схеме Бернулли (вывод распределения Пуассона).
18. Распределение Стьюдента. Лемма Фишера.
19. Доверительные интервалы для параметров нормального распределения.
20. Метод моментов, примеры построения оценок.
21. Метод максимального правдоподобия, примеры построения оценок.
22. Задача регрессии, метод наименьших квадратов, оптимальность оценок МНК.

23. Критерий согласия Пирсона хи-квадрат, его применение.
24. Проверка гипотез для параметров нормальных распределений.
25. Критерий Колмогорова-Смирнова.
26. Информация Фишера. Неравенство Крамера-Рао. Эффективность оценок.

Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине: экзамену (зачету)

К аттестации допускаются студенты, которые систематически в течение всего семестра посещали и работали на занятиях и показали уверенные знания в ходе выполнения лабораторных работ.

Непосредственная подготовка к аттестации осуществляется по вопросам, представленным в рабочей учебной программе. Тщательно изучите формулировку каждого вопроса, вникните в его суть, составьте план ответа. Обычно план включает в себя:

- определение сущности рассматриваемого вопроса, основных положений, утверждений, определение необходимости их доказательства;
- запись обозначений, формул, необходимых для полного раскрытия вопроса;
- графический материал (таблицы, рисунки, графики), необходимые для раскрытия сущности вопроса;
- роль и значение рассматриваемого материала для практической деятельности, примеры использования в практической деятельности.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме защиты проекта и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- степень усвоения теоретических знаний - оценивается в форме собеседования;
- уровень овладения практическими умениями и навыками – оценивается в форме защиты проекта.

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Зачет проводится в устной форме (устный опрос в форме собеседования),

экзамен - в письменной форме.

Критерии выставления оценки студенту на зачете/ экзамене по дисциплине «Теория вероятности и математическая статистика»

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86-100	«зачтено»/ «отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
76-85	«зачтено»/ «хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61-75	«зачтено»/ «удовлетворительн о»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
0-60	«не зачтено»/ «неудовлетворител ьно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Примерные тесты для проверки сформированности компетенций

Тесты предназначены для проверки знаний по компетенциям. Проверка достижения умений и навыков по компетенциям проверяется выполнением практических работ и курсовой работы