

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 09 » октября 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Математические основы теории эксперимента
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 27.04.04 Управление в технических системах
(код и наименование направления)

Направленность: Инновационное развитие предприятий оборонно-промышленного комплекса
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

подготовка магистранта к практической деятельности в области планирования и обработки результатов при проведении эксперимента.

Задачи дисциплины:

- получение знаний о законах распределения случайных величин, о точностных характеристиках распределений, о статистических критериях и способах планирования экспериментов;
- формирование умений применять базовые методы расчета и моделирования объектов и систем и планирования экспериментов;
- освоение навыков планирования экспериментов при проектировании информационных систем.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

модели распределений случайных величин и их характеристики;

методики обработки результатов измерений.

общая методология планирования эксперимента.

методы построения моделей объектов и систем.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-2	ИД-1ОПК-2	Знает способы оценки результатов экспериментальных исследований и доказательства их адекватности	Знает порядок отличия фактов от мнений, интерпретаций, оценок и т.д.	Дифференцированный зачет
ОПК-2	ИД-2ОПК-2	Умеет формулировать задачи исследований в технических системах.	Умеет формулировать задачи управления в технических системах.	Отчёт по практическому занятию
ОПК-2	ИД-3ОПК-2	Владеет навыками грамотного и аргументированного анализа результатов исследований.	Владеет навыками грамотного и аргументированного формирования собственного суждения и оценки.	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПКО-1	ИД-1ПКО-1	Знает современные программные средства и методы экспериментальных исследований объектов автоматизации и управления.	Знает современные программные средства и методы математического моделирования процессов и объектов автоматизации и управления.	Дифференцированный зачет
ПКО-1	ИД-2ПКО-1	Умеет выполнять вычислительные эксперименты в соответствии с выбранными средствами.	Умеет выполнять вычислительные эксперименты в соответствии с выбранными средствами.	Отчёт по практическому занятию
ПКО-1	ИД-3ПКО-1	Владеет навыками анализа результаты проведенных теоретических и экспериментальных исследований и составления рекомендаций по совершенствованию устройств и систем управления по результатам проведенных исследований.	Владеет навыками анализа результаты проведенных теоретических и экспериментальных исследований и составления рекомендаций по совершенствованию устройств и систем по результатам проведенных исследований.	Отчёт по практическому занятию

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	16	16	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	108	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3-й семестр				
Свойства серии измерений	6	0	4	36
<p>Тема 1. Введение. Основные направления в развитии теории вероятности: классическая теория вероятности; определение вероятности через предел. Понятие математического ожидания. Погрешности измерений: систематические и случайные. Цели, задачи курса, объекты изучения, содержание, место курса в основной образовательной программе. Тема 2. Свойства серии измерений: свойства среднего значения. Математическое ожидание и дисперсия среднего значения. Стандартизация результата измерения. Оценки измеряемой величины. Требования к оценкам. Метод максимального правдоподобия для определения наилучших оценок измеряемых величин. Тема 3. Функции распределения вероятности и плотности вероятности. Нормальное распределение: функции распределения вероятности и плотности вероятности для нормального распределения. Точностные характеристики для нормального распределения. Значимость нормального распределения. Распределение χ^2. Функции распределения вероятности и плотности вероятности для χ^2 распределения. Число степеней свободы. Применение χ^2 распределения. Распределение Стьюдента (t - распределение). Функции распределения для t - распределения. Применение t - распределения. Равномерное распределение. Функции распределения для равномерного распределения. Точностные характеристики для равномерно-го распределения. Тема 4. Распределение Стьюдента (t - распределение). Функции распределения для t - распределения. Применение t - распределения. Равномерное распределение. Функции распределения для равномерного распределения. Точностные характеристики для равномерного распределения.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Статистические критерии, используемые для исследования распределений случайных отклонений	6	0	6	36
Тема 5. Интервальные оценки. Доверительные интервалы. Неравенство Чебышева. Доверительные интервалы, если распределение выборочной статистики неизвестно. Тема 6 Проверка гипотез. Уровень значимости. Виды статистических ошибок. Статистические критерии. Критерий χ^2 . t - критерий. F - критерий. Критерий Грабса. Критерий Шовене. Проверка нормальности распределения случайных отклонений для большой выборки, для малой выборки. Пуассоновское распределение. Использование критерия χ^2 для проверки распределений на Пуассоновское. Тема 7. Обработка результатов измерений, распределение которых нельзя считать нормальным. Робастные методы. Оценка измеряемой величины. Доверительный интервал. Тема 8. Обработка результатов прямых однократных измерений. Обработка результатов косвенных измерений. Обработка результатов совместных и совокупных измерений. Условные уравнения. Применение метода наименьших квадратов. Равноточные и неравноточные условные уравнения. Линейные и нелинейные условные уравнения. Оценка погрешности. Доверительные интервалы. Полный алгоритм обработки результатов измерений.				
Виды планов проведения экспериментов	6	0	6	36
Тема 9. Уменьшение набора переменных. Анализ размерностей. Теорема Букингема. Тема 10. Последовательность испытаний и план эксперимента. Порядок проведения эксперимента. Виды планов эксперимента. Рандомизированные блоки; внешние переменные. Тема 11. Многофакторные эксперименты. Латинские, греко-латинские квадраты. Оценка точности результатов при проведении факторных экспериментов. Тема 12. Проверка данных и исключение резко отклоняющихся данных. Методы определения источников ошибок при проведении эксперимента.				
ИТОГО по 3-му семестру	18	0	16	108
ИТОГО по дисциплине	18	0	16	108

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
--------	--

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Математическое ожидание и дисперсия среднего значения. Стандартизация результата измерения
2	Виды распределений
3	Статистические гипотезы, виды статистических ошибок
4	Статистические критерии
5	Теорема Букингема. Определение критериев подобия
6	Факторный планы

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для вузов / В. Е. Гмурман. - Москва: Юрайт, 2010.	19
2	Файзрахманов Р. А. Автоматизация научных исследований : учебное пособие / Р. А. Файзрахманов, И. Н. Липатов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011.	25
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	М. В. Боярский Планирование и организация эксперимента : Учебное пособие / М. В. Боярский, Э. А. Анисимов. - Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015.	5
2	Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие / М. С. Волковой [и др.]. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	163
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Исследование нейронных систем управления в пакете моделирования SCADA SUITE	http://vestnik.pstu.ru/get/_res/fs/file.pdf/4723/%CB%F3%E3%EE%E2%F1%EA%EE%E9+%C0.%D1.%2C+%CD%E8%EA%F3%EB%E8%ED+%C2.%D1.%2C+%CB%E5%E3%EE%F2%EA%E8%ED%E0+%D2.%D1.+%C8%F1%F1%EB%E5%E4%EE%E2%E0%ED%E8%E5+%ED%E5%E9%F0%EE%ED%ED%FB%F5+%F1%E8%F1%F2%E5%EC+%F3%EF%F0%E	сеть Интернет; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Персональный компьютер	8

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Математические основы теории эксперимента»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 27.04.04 Управление в технических системах
**Направленность (профиль)
образовательной программы:** Распределенные компьютерные
информационно-управляющие системы

Квалификация выпускника: Магистр

Выпускающая кафедра: Автоматика и телемеханика

Форма обучения: Очная

Курс: 2

Семестр: 3

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 144 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Зачет с оценкой: 3 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим занятиям, а также в рамках зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля		
	Текущий	Промежуточный	Итоговый
	ТО	ОПЗ	Зачёт
Усвоенные знания			
З.1 знать способы оценки результатов экспериментальных исследований и доказательства их адекватности. З.2 знать современные программные средства и методы экспериментальных исследований объектов автоматизации и управления.	ТО		ТВ
Освоенные умения			
У.1 уметь формулировать задачи исследований в технических системах. У.2 уметь выполнять вычислительные эксперименты в соответствии с выбранными средствами.		ОПЗ1	ПЗ
Приобретенные владения			
В.1 владеть навыками грамотного и аргументированного анализа результатов исследований. В.2 владеть навыками анализа результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований и составления рекомендаций по совершенствованию устройств и систем управления по результатам проведенных исследований.		ОПЗ2 ОПЗ3	

ТО – коллоквиум (теоретический опрос); *ОПЗ* – отчет по практическому занятию; *ТВ* – теоретический вопрос; *ПЗ* – практическое задание.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом результатов текущего и промежуточного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Промежуточный контроль

Промежуточный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты отчетов по практическим занятиям.

Всего запланировано 6 практических занятий. При этом по итогам практических занятий 1 и 2 оформляется один отчет (ОПЗ1), по итогам практических занятий 3 и 4 оформляется один отчет (ОПЗ2), по итогам

практических занятий 5 и 6 оформляется один отчет (ОПЗЗ). Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Защита отчета по практическому занятию проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и промежуточного контроля. Условиями допуска являются успешная защита отчетов по всем практическим занятиям, а также положительная интегральная оценка по результатам текущего и промежуточного контроля.

2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний и практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

2.3.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Определение вероятности через предел. Понятие математического ожидания.
2. Погрешности измерений: систематические и случайные.
3. Свойства серии измерений: свойства среднего значения. Математическое ожидание и дисперсия среднего значения.
4. Стандартизация результата измерения. Оценки измеряемой величины. Требования к оценкам.
5. Метод максимального правдоподобия для определения наилучших оценок измеряемых величин.
6. Функции распределения вероятности и плотности вероятности.
7. Нормальное распределение: функции распределения вероятности и плотности вероятности для нормального распределения.
8. Распределение χ^2 : функции распределения вероятности и плотности вероятности. Число степеней свободы.

9. Распределение Стьюдента (t – распределение): функции распределения вероятности и плотности вероятности.
10. Проверка статистических гипотез. Уровень значимости.
11. Последовательность испытаний и план эксперимента. Порядок проведения эксперимента.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Применить метод наименьших квадратов для заданного набора данных.
2. Проверить нормальность распределения случайных отклонений для заданной выборки.
3. Использовать критерий χ^2 для проверки распределения на пуассоновское.
4. Выбрать степень аппроксимирующего полинома для заданного набора данных.
5. Проверить статистическую гипотезу для заданного уровня значимости.

2.3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и промежуточного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.