

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

"Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Набережночелнинский институт (филиал)

Отделение информационных технологий и энергетических систем



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по образовательной деятельности

НЧИ КФУ

Ахметов Н.Д.

"16" июня 2021 г.



Программа дисциплины

Планирование эксперимента и обработка данных

Направление подготовки: 01.03.02 – Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: отсутствует

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал доцент, к. техн. н. Мышкина И.Ю. (Кафедра системного анализа и информатики, Отделение информационных технологий и энергетических систем, Набережночелнинский институт (филиал) КФУ), IJMyshkina@kpfu.ru.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2	Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные принципы планирования научного и промышленного эксперимента; порядок формирования плана эксперимента и принципы обработки получаемых результатов.

Должен уметь:

планировать экспериментальные исследования и делать научно-обоснованные выводы на основании анализа экспериментальных данных;

Должен владеть:

методологией и технологией получения и статистической обработки экспериментальных данных.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в блок "Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.02 "Прикладная математика и информатика" и относится к вариативной части.

Осваивается на 3 курсе в 6 семестре.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц на 180 часов.

Контактная работа - 54 часа, в том числе лекции - 18 часов, практические занятия - 0 часов, лабораторные работы - 36 часов, контроль самостоятельной работы - 0 часов.

Самостоятельная работа - 126 часов.

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часов.

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 6 семестре.

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

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение в теорию планирования эксперимента.	6	2	0	4	20
2.	Тема 2. Планы первого порядка.	6	5	0	10	30
3.	Тема 3. Обработка экспериментальных данных.	6	3	0	6	33
4.	Тема 4. Крутое восхождение по поверхности отклика.	6	2	0	4	13
5.	Тема 5. Планы второго порядка.	6	6	0	12	30
	Итого		18	0	36	126

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение в теорию планирования эксперимента.

Введение в теорию планирования эксперимента. Особенности использования результатов эксперимента при решении научных и прикладных задач. Основные понятия и определения теории планирования эксперимента. Факторы и факторное пространство. Функция отклика и поверхность отклика. Разложение функции отклика в степенной ряд. Активный и пассивный эксперимент. Основные принципы планирования эксперимента.

Тема 2. Планы первого порядка.

Планы первого порядка. Назначение и особенности планов первого порядка. Полный факторный эксперимент. Матрица планирования эксперимента и способы её построения. Свойства матрицы планирования полного факторного эксперимента. Избыточность полного факторного эксперимента. Дробный факторный эксперимент. Дробные реплики. Матрица планирования дробного факторного эксперимента и способы её построения. Смешанные оценки. Разрешающая способность реплики. Генерирующее соотношение и определяющий контраст. Принципы выбора генерирующего соотношения. Реплики высокой дробности. Обобщающий определяющий контраст. Минимально допустимая степень дробности реплики. Линейные насыщенные планы. Сравнительная характеристика планов первого порядка.

Тема 3. Обработка экспериментальных данных.

Погрешности измерений. Причины возникновения и классификация погрешностей. Случайная величина. Числовые характеристики случайной величины. Законы распределения случайной величины. Нормальный закон распределения и его параметры. Дублирование опытов. Общая схема обработки результатов при дублировании опытов. Алгоритм обработки результатов при равномерном дублировании. Алгоритм обработки результатов при неравномерном дублировании. Алгоритм обработки результатов при отсутствии дублирования. Выявление резко выделяющихся результатов. Уровень значимости. Оценка однородности ряда дисперсий. Критерии Фишера, Кохрена, Бартлетта. Оценка уравнения регрессии методом

наименьших квадратов. Оценка значимости коэффициентов. t-критерий Стьюдента. Оценка адекватности модели. Возможные причины неадекватности модели и способы их устранения.

Тема 4. Крутое восхождение по поверхности отклика.

Оптимизация, постановка задачи, основные понятия, классификация методов оптимизации. Задача оптимизации в экспериментальных исследованиях. Планирование экстремальных экспериментов. Градиентные и неградиентные методы поиска. Симплексный метод поиска. Метод крутого восхождения по поверхности отклика. Примеры.

Тема 5. Планы второго порядка.

Планы второго порядка. Оценка значимости квадратичных членов. Назначение и классификация планов второго порядка. Симметричные планы второго порядка. Несимметричные планы второго порядка. Центральные композиционные планы. Способы построения центральных композиционных планов. Звёздные точки. Ортогональный центральный композиционный план (ОЦКП). Способы построения и свойства матрицы планирования ОЦКП. Определение параметров ОЦКП. Ротатабельный ортогональный центральный композиционный план (РОЦКП). Матрица планирования РОЦКП. Определение параметров РОЦКП. Ротатабельный центральный композиционный план (РЦКП). Способы построения и свойства матрицы планирования РЦКП. Определение параметров РЦКП. Униформ-ротатабельное планирование. Планы второго порядка с единичной областью планирования. Сравнительная характеристика планов второго порядка.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- индикаторы оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в библиотеке НЧИ КФУ. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов библиотеки НЧИ КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Материалы по продуктам MATLAB & Toolboxes - <https://hub.exponenta.ru/>

Национальный открытый институт ИНТУИТ - <http://intuit.ru>

Общероссийский математический портал - <http://www.mathnet.ru>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Во время лекционных занятий студенту рекомендуется вести краткий конспект, фиксируя основные теоретические положения изучаемых разделов дисциплины. В качестве источников получения теоретических и справочных сведений лекции можно рассматривать как первичный, однако, не единственный источник. Помимо лекций студент должен активно и самостоятельно работать с

Вид работ	Методические рекомендации
	<p>литературными источниками, источниками в сети Интернет.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся работают на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams". Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Лекции проводятся в режиме видеособрания в соответствии с учебным расписанием.</p>
лабораторные работы	<p>Работа на практических занятиях предполагает выполнение типового задания с последующей подготовкой отчета о проделанной работе. Рекомендуемая схема выполнения заданий к лабораторной работе по данной дисциплине включает следующие этапы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ознакомление с заданием. – Изучение необходимого теоретического материала. – Изучение примеров выполнения задания. – Выполнение задания в соответствии со стандартным предложенным алгоритмом (реализация решения). <p>Защита лабораторной работы заключается в проверке преподавателем задания согласно определенному варианту. В ходе защиты преподаватель задает студенту вопросы, касающиеся технологии выполнения задания, а также соответствующего лекционного материала. Неспособность студента грамотно ответить на поставленные вопросы является поводом для преподавателя усомниться в авторстве работы. Отчет о каждой лабораторной работе должен содержать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Электрическую схему исследуемого устройства. 2. Список факторов, их основных уровней и интервалов варьирования. 3. Таблицу эксперимента (в соответствии с заданием). 4. Уравнение факторной модели в зависимости от кодированных значений факторов и от их натуральных значений. 5. Истинные значения и оценки величины функции отклика для выбранных сочетаний уровней факторов. 6. Выводы и заключения по лабораторной работе. <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams". Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Консультации по лабораторным работам и их проверка проводятся в режиме видеособрания в соответствии с учебным расписанием. Задания для обучающихся размещаются на вкладке Задания канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams".</p>
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа по дисциплине заключается в следующем: доработка лабораторных работ, изучение теоретического материала на основе изучения конспектов лекций и рекомендованных учебников и учебных пособий, подготовка к устному опросу и экзамену. При работе с литературой следует в первую очередь обращаться к основной литературе по дисциплине, причем работа с литературными источниками и источниками сети Интернет должна проводиться систематически, в процессе этой работы студент должен стараться получить полное представление об интересующих его вопросах, особенно, если</p>

Вид работ	Методические рекомендации
	<p>возникли трудности в понимании какой-то темы.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams". Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Консультации проводятся в режиме видеособрания в соответствии с расписанием, согласованным с преподавателям.</p>
отчет	<p>После выполнения всех заданий каждой лабораторной работы должен быть подготовлен отчет в текстовом процессоре MS Word. Отчет по каждой лабораторной работе должен содержать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) титульный лист; 2) цель выполняемой работы; 3) задания; 4) электрическую схему исследуемого устройства; 5) список факторов, их основных уровней и интервалов варьирования; 6) таблицу полного/дробного факторного эксперимента/ОЦКП; 7) уравнение факторной модели в зависимости от кодированных значений факторов и от их натуральных значений; 8) истинные значения и оценки величины функции отклика для выбранных сочетаний уровней факторов; 9) выводы и заключения по лабораторной работе. <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams". Задания для обучающихся размещаются на вкладке Задания канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Файл отчета обучающиеся размещают на странице с соответствующим заданием, защита отчета осуществляется в режиме видеособрания.</p>
устный опрос	<p>После изучения каждого раздела дисциплины проводится устный опрос. Для подготовки к опросу студентам рекомендуется не только изучить соответствующий лекционный материал, в случае необходимости обращаясь к рекомендованной по дисциплине литературе, но и выполнить все лабораторные работы по соответствующей теме.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams". Устный опрос проводится в режиме видеособрания на практических занятиях в соответствии с учебным расписанием.</p>
зачет	<p>При подготовке к зачету необходимо опираться прежде всего на лекции и результаты, полученные в ходе выполнения лабораторных работ. В случае возникновения трудностей в понимании какой-либо темы следует обратиться к литературе по тематике дисциплины, рекомендованной преподавателем, или получить консультацию у преподавателя во время или после учебных занятий. В каждом билете на зачете содержатся два вопроса. Если баллы за работу в семестре низкие (менее 30 баллов), на зачете может быть предложено практическое задание, соответствующее тематике лабораторных работ. Для успешного ответа на зачете студент должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - корректно и в достаточном объеме осветить на теоретические вопросы;

Вид работ	Методические рекомендации
	<p>продемонстрировать знания как лекционного материала, так и материала из литературных источников;</p> <ul style="list-style-type: none"> - корректно ответить на дополнительные вопросы, задаваемые в ходе устного опроса; - предоставить корректно выполненную работу, результаты выполнения которой соответствуют практическому заданию; - ответить на вопросы преподавателя, касающиеся непосредственно технологии выполнения задания; - свободно ориентироваться в терминологии тех тем (разделов) дисциплины, к которым принадлежат полученные теоретические вопросы и практическое задание. <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся работают на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams".</p>

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории – помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специальной мебелью и оборудованием:

- Компьютеры
- Проектор, экран
- Меловая доска

Рабочий кабинет – помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.03.02 "Прикладная математика и информатика"

Приложение №1
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Планирование эксперимента и обработка данных

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

Набережночелнинский институт (филиал)
Отделение информационных технологий и энергетических систем

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
Планирование эксперимента и обработка данных

Направление подготовки/специальность: 01.03.02 – Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) подготовки: отсутствует
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очная
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2021

СОДЕРЖАНИЕ

1. СООТВЕТСТВИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ ПЛАНИРУЕМЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

2. ИНДИКАТОРЫ ОЦЕНИВАНИЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОЦЕНОК ЗА ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНУЮ АТТЕСТАЦИЮ

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА, ПОРЯДОК ИХ ПРИМЕНЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

4.1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

4.1.1. Лабораторные работы

4.1.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания.

4.1.1.2. Критерии оценивания

4.1.1.3. Содержание оценочного средства

4.1.2. Отчет по лабораторным работам

4.1.2.1. Порядок проведения и процедура оценивания

4.1.2.2. Критерии оценивания

4.1.2.3. Содержание оценочного средства

4.1.3. Устный опрос

4.1.3.1. Порядок проведения и процедура оценивания

4.1.3.2. Критерии оценивания

4.1.3.3. Содержание оценочного средства

4.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.2.1. Зачет (устный/письменный ответ на контрольные вопросы)

4.2.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания.

4.2.1.2. Критерии оценивания.

4.2.1.3. Оценочные средства

1. Соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю)

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций для данной дисциплины	Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации
ПК-2 – Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	<p><u>Знать</u>: основные принципы планирования научного и промышленного эксперимента; порядок формирования плана эксперимента и принципы обработки получаемых результатов.</p> <p><u>Уметь</u>: планировать экспериментальные исследования и делать научно-обоснованные выводы на основании анализа экспериментальных данных.</p> <p><u>Владеть</u>: методологией и технологией получения и статистической обработки экспериментальных данных.</p>	<p>Текущий контроль:</p> <p>1. Лабораторные работы по темам: Тема 1. Введение в теорию планирования эксперимента. Тема 2. Планы первого порядка. Тема 3. Обработка экспериментальных данных. Тема 5. Планы второго порядка.</p> <p>2. Отчет по лабораторным работам по темам: Тема 1. Введение в теорию планирования эксперимента. Тема 2. Планы первого порядка. Тема 3. Обработка экспериментальных данных. Тема 5. Планы второго порядка.</p> <p>3. Устный опрос по темам: Тема 2. Планы первого порядка. Тема 4. Крутое восхождение по поверхности отклика. Тема 5. Планы второго порядка.</p> <p>Промежуточная аттестация: Зачет (контрольные вопросы).</p>

2. Индикаторы оценивания сформированности компетенций

Компетенция	Зачтено			Не зачтено
	Высокий уровень (отлично) (86-100 баллов)	Средний уровень (хорошо) (71-85 баллов)	Низкий уровень (удовлетворительно) (56-70 баллов)	Ниже порогового уровня (неудовлетворительно) (0-55 баллов)
ПК-2	<u>Знает</u> и понимает основные принципы планирования научного и промышленного эксперимента; порядок формирования плана эксперимента и принципы обработки получаемых результатов.	<u>Знает</u> и понимает некоторые основные принципы планирования научного и промышленного эксперимента; порядок формирования плана эксперимента и принципы обработки получаемых	<u>Имеет</u> общее представление, перечисляет некоторые основные принципы планирования научного и промышленного эксперимента; порядок формирования плана эксперимента и	<u>Не знает</u> основные принципы планирования научного и промышленного эксперимента; порядок формирования плана эксперимента и принципы

		результатов.	принципы обработки получаемых результатов.	обработки получаемых результатов.
	<u>Умеет</u> планировать экспериментальные исследования и делать научно-обоснованные выводы на основании анализа экспериментальных данных.	<u>Умеет</u> планировать экспериментальные исследования и делать научно-обоснованные выводы на основании анализа экспериментальных данных только в стандартных ситуациях	<u>Умеет</u> планировать экспериментальные исследования в стандартных ситуациях, допускает ошибки при формировании выводов по результатам анализа экспериментальных данных.	<u>Не умеет</u> планировать экспериментальные исследования и делать научно-обоснованные выводы на основании анализа экспериментальных данных.
	<u>Владеет</u> методологией и технологией получения и статистической обработки экспериментальных данных.	<u>Владеет</u> методологией и технологией получения и статистической обработки экспериментальных данных только в стандартных ситуациях.	<u>Владеет</u> методологией и технологией получения и статистической обработки экспериментальных данных только в стандартных ситуациях, допускает ошибки.	<u>Не владеет</u> методологией и технологией получения и статистической обработки экспериментальных данных.

3. Распределение оценок за формы текущего контроля и промежуточную аттестацию

6 семестр:

Текущий контроль:

Лабораторные работы (ПК-2) – 30 баллов

Отчет по лабораторным работам (ПК-2) – 10 баллов

Устный опрос (ПК-2) – 10 баллов

Итого 30+10+10 = 50 баллов

Промежуточная аттестация – зачет.

Зачет проводится в устной или письменной форме по билетам, всего 30 вопросов. В билете по 2 вопроса, время отведенное на ответы – 1 час 30 минут.

Контрольные вопросы – 50 баллов, по 25 баллов за ответ на каждый вопрос

Итого 25+25= 50 баллов

Общее количество баллов по дисциплине за текущий контроль и промежуточную аттестацию: 50+50=100 баллов.

Соответствие баллов и оценок:

Для зачета:

56-100 – зачтено;

0-55 – незачтено.

4. Оценочные средства, порядок их применения и критерии оценивания

4.1. Оценочные средства текущего контроля

4.1.1. Лабораторные работы

4.1.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания.

Лабораторные работы выполняются по следующим темам: Тема 1. Введение в теорию планирования эксперимента. Тема 2. Планы первого порядка. Тема 3. Обработка экспериментальных данных. Тема 5. Планы второго порядка.

Работа на лабораторных занятиях предполагает выполнение типового задания с последующей подготовкой отчета о проделанной работе.

Рекомендуемая схема выполнения заданий к лабораторной работе по данной дисциплине включает следующие этапы:

- Ознакомление с заданием.
- Изучение необходимого теоретического материала.
- Изучение примеров выполнения задания.
- Разработка алгоритма решения поставленной задачи.
- Выполнение задания в соответствии с разработанным алгоритмом (реализация решения).

Защита лабораторной работы заключается в проверке преподавателем задания согласно определенному варианту. В ходе защиты преподаватель задает студенту вопросы, касающиеся технологии выполнения задания, а также соответствующего лекционного материала. Неспособность студента грамотно ответить на поставленные вопросы является поводом для преподавателя усомниться в авторстве работы.

В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:

- в команде «Microsoft Teams».

4.1.1.2. Критерии оценивания

Механизм оценивания лабораторных работ:

1) 86-100% от максимального числа баллов

Задание выполнено в полном объеме и без ошибок. Методы использованы правильно. Обучающийся способен объяснить методы и алгоритмы, использованные при решении задачи; при защите работы получены полные ответы на все поставленные вопросы. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.

2) 71-85% от максимального числа баллов

Задание выполнено в полном объеме с незначительными ошибками, обучающийся способен описать алгоритм решения задачи. Методы использованы в основном правильно. При защите работы получены полные ответы практически на все поставленные вопросы. Необходимые навыки и умения практически освоены в достаточном объеме. Результат лабораторной работы соответствует её целям.

3) 56-70% от максимального числа баллов

Задание выполнено более чем наполовину, в решении присутствуют ошибки, обучающийся способен описать порядок своих действий при решении задачи. Методы частично использованы правильно. При защите работы получены ответы только на часть поставленных вопросов. Необходимые навыки и умения не полностью освоены. Результат лабораторной работы не полностью соответствует её целям.

4) 0-55% от максимального числа баллов

Задание выполнено фрагментарно или не выполнено вообще, обучающийся не способен объяснить смысл своих действий при выполнении работы. Методы использованы неправильно.

При защите работы не получены ответы на все вопросы. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.

4.1.1.3. Содержание оценочного средства

Лабораторная работа №1 Планирование активного эксперимента

Цель работы: построение цифровой модели для определения показателей качества переходного процесса в заданной динамической системе.

Задание: Разработать приложение с графическим интерфейсом, позволяющее вычислять время переходного процесса для заданной динамической системы, отображать полученный результат на графике и сохранять полученные результаты в файл.

Этапы работы:

1. Изучить необходимый теоретический материал.
2. Изучить электрическую схему заданного устройства.
3. Составить математическую модель исследуемой системы.
4. Разработать цифровую модель исследуемой системы.
5. Оформить отчет по лабораторной работе.

Отчет о работе должен содержать:

1. Электрическую схему исследуемого устройства.
2. Математическую модель динамической системы.
3. Цифровую модель динамической системы в виде распечатки кода программы.
4. Пример выполнения разработанной программы.
5. Выводы и заключения по лабораторной работе.

Контрольные вопросы

1. Что называется переходной характеристикой?
2. Как определяется время переходного процесса?
3. Как определяется величина перерегулирования?
4. Каким образом создаётся приложение с графическим интерфейсом в системе MATLAB?
5. Каким образом можно задавать и считывать свойства объектов?

Лабораторная работа №2. Полный факторный эксперимент

Задание: Сформировать план полного факторного эксперимента и получить с его помощью факторную модель в предположении, что величина функции отклика известна абсолютно точно.

Контрольные вопросы

1. Что называют факторной моделью?
2. В чём суть пассивного и активного эксперимента при получении факторных моделей?
3. Что называют планированием эксперимента и в чём состоит его основная цель?
4. Каким образом выбираются факторы, их уровни, интервалы варьирования факторов?
5. Что называют полным факторным экспериментом?
6. Как определяется число опытов при полном факторном эксперименте?
7. Как строится матрица планирования полного факторного эксперимента?
8. Каковы основные свойства матрицы планирования полного факторного эксперимента?
9. Как вычисляются коэффициенты факторной модели при полном факторном эксперименте?

Лабораторная работа №3. Обработка результатов при равномерном дублировании

Задание: Построить факторную модель при равномерном дублировании опытов.

Контрольные вопросы

1. Почему при построении факторных моделей необходимо дублировать опыты?
2. Каковы основные этапы обработки результатов эксперимента?
3. Как можно выделить среди полученных результатов резко выделяющиеся значения (промахи)?
4. Как определить коэффициенты факторной модели при ПФЭ с равномерным дублированием?
5. Как можно проверить адекватность полученной факторной модели?
6. По каким причинам разработанная факторная модель может оказаться неадекватной?

Лабораторная работа №4. Обработка результатов при неравномерном дублировании.

Задание: Построить факторную модель при неравномерном дублировании опытов.

Контрольные вопросы

1. В каких случаях при проведении эксперимента возникают ситуации неравномерного дублирования опытов?
2. Каковы основные этапы обработки результатов эксперимента при неравномерном дублировании опытов?
3. Как можно выделить среди полученных результатов резко выделяющиеся значения (промахи)?
4. Как определить коэффициенты факторной модели при неравномерном дублировании опытов?
5. Как можно проверить адекватность полученной факторной модели?
6. По каким причинам разработанная факторная модель может оказаться неадекватной?
7. Какие действия позволяют обеспечить адекватность факторной модели?

Лабораторная работа №5. Дробный факторный эксперимент

Задание: Сформировать план дробного факторного эксперимента и получить с его помощью факторную модель.

Контрольные вопросы

1. Какой факторный эксперимент называется дробным?
2. Как строится матрица планирования дробного факторного эксперимента?
3. В каких случаях для построения математической модели может использоваться дробный факторный эксперимент?
4. Что определяет разрешающая способность дробной реплики?
5. Что такое генерирующее соотношение?
6. Что такое определяющий контраст?
7. Как осуществляется обработка результатов дробного факторного эксперимента?

Лабораторная работа №6. Ортогональный центральный композиционный план

Задание: Сформировать ортогональный центральный композиционный план и получить с его помощью факторную модель.

Контрольные вопросы

1. В каком случае линейные факторные модели не позволяют адекватно описывать поверхность отклика?
2. Как можно оценить величину квадратичных членов, используя результаты ПФЭ или ДФЭ?
3. Что называют центральным композиционным планом?
4. Каковы принципы построения центрального композиционного плана?
5. Что называют ортогональным центральным композиционным планом?
6. В чём состоят отличительные особенности ОЦКП?

7. Какой вид имеет матрица ОЦКП?
8. Как определяются параметры ОЦКП в зависимости от числа факторов?
9. Как рассчитываются коэффициенты факторной модели для ОЦКП?
10. Какие недостатки имеет ОЦКП?

Контрольные вопросы при сдаче результатов практической работы:

1. В чем состоит цель работы?
2. Какие задачи нужно решить в процессе выполнения работы?
3. Опишите методику выполнения работы.
4. Запишите основные расчетные соотношения, используемые в работе.
5. Какое программное и аппаратное обеспечение используется при выполнении работы?
6. Кратко опишите процесс выполнения работы.
7. Опишите основные результаты, полученные в процессе выполнения работы.
8. Соответствуют ли полученные результаты известным теоретическим положениям?
9. Какие выводы можно сделать по результатам выполнения работы?
10. При решении каких практических задач могут быть использованы получаемые результаты?

4.1.2. Отчет по лабораторным работам

4.1.2.1. Порядок проведения и процедура оценивания

Отчеты оформляются по следующим темам: Тема 1. Введение в теорию планирования эксперимента. Тема 2. Планы первого порядка. Тема 3. Обработка экспериментальных данных. Тема 5. Планы второго порядка.

По каждой лабораторной работе студент готовит отчет. Отчет по каждой лабораторной работе должен содержать:

- 1) титульный лист;
- 2) цель выполняемой работы;
- 3) задания;
- 4) электрическую схему исследуемого устройства;
- 5) список факторов, их основных уровней и интервалов варьирования;
- 6) таблицу полного/дробного факторного эксперимента/ОЦКП;
- 7) уравнение факторной модели в зависимости от кодированных значений факторов;
- 8) уравнение факторной модели в зависимости от их натуральных значений факторов;
- 9) истинные значения и оценки величины функции отклика для выбранных сочетаний уровней факторов;
- 10) выводы и заключения по лабораторной работе.

Следует иметь в виду, что неправильное оформление отчета может привести к снижению итоговой оценки. Отчет должен быть подготовлен на персональном компьютере в MS Word и должен быть отпечатан на принтере на стандартном листе белой бумаги формата А4 на одной стороне (210x297 мм). Рекомендуемый шрифт - TimesNewRoman, межстрочный интервал полуторный, 14 кегль, в таблицах - 12, в подстрочных сносках - 10. На титульном листе надписи: «отчет по лабораторной работе № название работы» печатаются 18 шрифтом. Подчеркивание слов и выделение их курсивом не допускается. Поля сверху, снизу по 20 мм, справа - 20 мм, слева - 30 мм, отступ первой строки абзаца - 1,25, выравнивание по ширине. Отчет включает титульный лист, оглавление, введение, основную часть, список использованных источников. Титульный лист заполняется по единому образцу. В оглавлении, следующим за титульным листом, перечисляются разделы отчета с указанием номеров страниц. Названия разделов (заголовки) выделяются полужирным шрифтом, и выравниваются по центру. В конце заголовка точка не ставится. Размер заголовка - 16 пт, подзаголовок - 14 пт. Каждый раздел начинается с новой страницы. Расстояние между заголовком и последующим текстом отделяют двумя полуторными межстрочными интервалами (одной пустой строкой).

Страницы отчета должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами по всему тексту. Номер страницы проставляют в центре нижнего поля страницы без точки в конце. Первой страницей письменной работы является титульный лист. Он не нумеруется. Размер шрифта, используемого для нумерации должен быть меньше, чем у основного текста. В работе второй страницей является - оглавление.

В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:

- в команде «Microsoft Teams».

4.1.2.2. Критерии оценивания

Механизм оценивания отчета:

1) 86-100% от максимального числа баллов

Задание выполнено правильно. Материал изложен грамотно, в четкой логической последовательности. Использованы надлежащие источники в нужном количестве. Структура и оформление отчета полностью соответствуют установленным требованиям. В отчете присутствуют все требуемые разделы в достаточном объеме. В ходе защиты работы студентом даны полные ответы на все вопросы.

2) 71-85% от максимального числа баллов

Задание выполнено правильно. Материал изложен грамотно. Использованы надлежащие источники. Структура и оформление отчета соответствуют установленным требованиям, однако имеются некоторые погрешности. В отчете присутствуют все требуемые разделы, но некоторые разделы описаны не достаточно подробно. В ходе защиты работы студентом даны неполные ответы на все вопросы.

3) 56-70% от максимального числа баллов

Задание выполнено в целом правильно, однако допущены ошибки. Материал отчета соответствует содержанию работы. В отчете присутствуют не все требуемые разделы в достаточном объеме. Оформление отчета в целом соответствует установленным требованиям, но в отчете присутствуют неточные формулировки и опечатки. В ходе защиты работы студентом даны ответы не на все вопросы.

4) 0-55% от максимального числа баллов

Задание не выполнено или выполнено с грубыми ошибками. Содержание и оформление отчета не соответствует содержанию работы и установленным требованиям. В отчете присутствуют не все требуемые разделы, объем отчета является недостаточным. В ходе защиты работы студентом не даны ответы на все вопросы.

4.1.2.3. Содержание оценочного средства

По каждой лабораторной работе студент готовит отчет. Отчет по каждой лабораторной работе должен содержать:

- 1) титульный лист;
- 2) цель выполняемой работы;
- 3) задания;
- 4) электрическую схему исследуемого устройства;
- 5) список факторов, их основных уровней и интервалов варьирования;
- 6) таблицу полного/дробного факторного эксперимента/ОЦКП;
- 7) уравнение факторной модели в зависимости от кодированных значений факторов;
- 8) уравнение факторной модели в зависимости от их натуральных значений факторов;
- 9) истинные значения и оценки величины функции отклика для выбранных сочетаний уровней факторов;
- 10) выводы и заключения по лабораторной работе.

4.1.3. Устный опрос

4.1.3.1. Порядок проведения и процедура оценивания

Устный опрос проводится по следующим темам: Тема 2. Планы первого порядка. Тема 4. Крутое восхождение по поверхности отклика. Тема 5. Планы второго порядка.

Устный опрос проводится на лабораторных занятиях. Обучающиеся отвечают на вопросы преподавателя, участвуют в дискуссии. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.

В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:

- в команде «Microsoft Teams».

4.1.3.2. Критерии оценивания

Механизм оценивания ответов при устном опросе:

- 1) 86-100% от максимального числа баллов

обучающийся знает весь теоретический материал по рассматриваемому вопросу, предусмотренный учебной программой; может дать подробное описание и провести сравнительный анализ различных подходов к решению рассматриваемой задачи; корректно использует понятийный аппарат; высказывает свою точку зрения по рассматриваемому вопросу и может ее аргументированно обосновать.

- 2) 71-85% от максимального числа баллов

обучающийся знает основные теоретические положения по рассматриваемому вопросу; может описать различные подходы к решению рассматриваемой задачи; корректно использует понятийный аппарат; высказывает свою точку зрения.

- 3) 56-70% от максимального числа баллов

обучающийся имеет общее представление о предмете обсуждения, способах решения рассматриваемой задачи; допускает ошибки при использовании понятийного аппарата; высказывает свои мысли сумбурно, ответ слабо структурирован.

- 4) 0-55% от максимального числа баллов

обучающийся не владеет теоретическим материалом; не владеет понятийным аппаратом; не способен внятно сформулировать свои мысли.

4.1.3.3. Содержание оценочного средства

Примерные вопросы:

Что называют факторной моделью?

В чём суть пассивного и активного эксперимента при получении факторных моделей?

Что называют планированием эксперимента и в чём состоит его основная цель?

Каким образом выбираются факторы, их уровни, интервалы варьирования факторов?

Что называют полным факторным экспериментом?

Как определяется число опытов при полном факторном эксперименте?

Как строится матрица планирования полного факторного эксперимента?

Каковы основные свойства матрицы планирования полного факторного эксперимента?

Как вычисляются коэффициенты факторной модели при полном факторном эксперименте?

Задача оптимизации в экспериментальных исследованиях. Планирование экстремальных экспериментов. Метод крутого восхождения по поверхности отклика.

В каком случае линейные факторные модели не позволяют адекватно описывать поверхность отклика?

Как можно оценить величину квадратичных членов, используя результаты ПФЭ или ДФЭ?

Что называют центральным композиционным планом?

Каковы принципы построения центрального композиционного плана?

Что называют ортогональным центральным композиционным планом?

В чём состоят отличительные особенности ОЦКП?

Какой вид имеет матрица ОЦКП?

Как определяются параметры ОЦКП в зависимости от числа факторов?

Как рассчитываются коэффициенты факторной модели для ОЦКП?

Какие недостатки имеет ОЦКП?

4.2. Оценочные средства промежуточной аттестации

4.2.1. Зачет (устный/письменный ответ на контрольные вопросы)

4.2.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания.

Зачет проводится в устной или письменной форме по контрольным вопросам, всего 30 вопросов. Обучающемуся задается по 2 вопроса, время, отведенное на ответы – 1 час 30 минут.

4.2.1.2. Критерии оценивания.

«Зачтено» (баллы в интервале 56-100) ставится, если обучающийся:

Обучающийся дал полный ответ на все вопросы, при ответе использовал примеры практического применения рассматриваемого теоретического материала, ответил на все дополнительные вопросы, ответ четкий и хорошо структурированный, освоен понятийный аппарат.

Обучающийся дал полный ответ на все вопросы, однако испытывал затруднение с приведением практических примеров применения рассматриваемого теоретического материала, ответил не на все дополнительные вопросы, ответ структурирован, освоен понятийный аппарат.

Обучающийся раскрыл вопросы лишь частично, не смог привести практические примеры применения рассматриваемого теоретического материала, частично ответил на некоторые из дополнительных вопросов, допускает ошибки при использовании понятийного аппарата.

«Не зачтено» (баллы в интервале 0-55) ставится, если обучающийся:

Обучающийся не ответил на вопросы или же ответы не соответствовали заданным вопросам, не дал адекватного ответа на дополнительные вопросы, допускает грубые ошибки при использовании понятийного аппарата или не использует понятийный аппарат предметной области вовсе.

4.2.1.3. Оценочные средства

Вопросы к зачету:

1. Классификация математических моделей.
2. Построение математической модели на основе экспериментальных данных.

Факторная модель.

3. Пассивный эксперимент. Активный эксперимент.
4. Нормирование факторов.
5. Полный факторный эксперимент.
6. Свойства матрицы планирования полного факторного эксперимента. Геометрическая интерпретация полного факторного эксперимента. Коэффициенты модели при полном факторном эксперименте.
7. Эффекты взаимодействия факторов.
8. Дробный факторный эксперимент. Особенности дробного факторного эксперимента.
9. Регулярные и нерегулярные реплики.
10. Смешанные оценки. Генерирующее соотношение и определяющий контраст.
11. Разрешающая способность реплики.

12. Коэффициенты модели при дробном факторном эксперименте.
13. Реплики высокой дробности. Обобщающий определяющий контраст.
14. Метод крутого восхождения по поверхности отклика.
15. Планы второго порядка.
16. Центральные композиционные планы.
17. Ортогональный центральный композиционный план. Параметры ортогонального центрального композиционного плана. Коэффициенты модели для ортогонального центрального композиционного плана.
18. Ротатабельный ортогональный центральный композиционный план. Параметры ротатабельного ортогонального центрального композиционного плана. Коэффициенты модели для ротатабельного ортогонального центрального композиционного плана.
19. Ротатабельный центральный композиционный план. Параметры ротатабельного центрального композиционного плана. Коэффициенты модели для ротатабельного центрального композиционного плана.
20. Причины возникновения погрешностей при активном эксперименте.
21. Классификация погрешностей.
22. Дублирование опытов.
23. Обработка результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов.
24. Обработка результатов эксперимента при неравномерном дублировании опытов.
25. Обработка результатов эксперимента при отсутствии дублирования опытов.
26. Выявление промахов.
27. Критерии однородности дисперсий.
28. Оценка значимости коэффициентов модели.
29. Проверка адекватности факторной модели.
30. Возможные причины неадекватности модели и способы их устранения.

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: отсутствует

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

Основная литература:

1. Основы инженерного эксперимента : учебное пособие / С.И. Лукьянов, А.Н. Панов, А.Е. Васильев. - Москва : ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 99 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01301-4. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/1020699> (дата обращения: 15.07.2020). - Текст : электронный.

2. Степанов П.Е. Планирование эксперимента : учебно-методическое пособие / П.Е. Степанов. - Москва : МИСИС, 2017. - 22 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/108113> (дата обращения: 15.07.2020). - Текст : электронный.

3. Горлач Б.А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебно-методическое пособие / Б.А. Горлач. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 320 с. - ISBN 978-5-8114-1429-1. - URL: <https://e.lanbook.com/book/4864> (дата обращения: 15.07.2020). - Текст : электронный.

4. Григорьев Ю.Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели : учебное пособие / Ю.Д. Григорьев. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 320 с. - ISBN 978-5-8114-1937-1. - URL: <https://e.lanbook.com/book/65949> (дата обращения: 15.07.2020). - Текст : электронный.

5. Адлер Ю.П. Методология и практика планирования эксперимента в России : монография / Ю.П. Адлер, Ю.В. Грановский. - Москва : МИСИС, 2016. - 182 с. - ISBN 978-5-87623-990-7. - URL: <https://e.lanbook.com/book/93686> (дата обращения: 15.07.2020). - Текст : электронный.

6. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник / Е.С. Кочетков, С.О. Смерчинская, В.В. Соколов. - 2-е изд., испр. и перераб. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. - 240 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-426-7. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/1059112> (дата обращения: 15.07.2020). - Текст : электронный.

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: отсутствует

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Acrobat Reader

Антивирус Касперского

Mathworks Matlab R2014b

ЭБС "ZNANIUM.COM"

ЭБС Издательства "Лань"

ЭБС "Консультант студента"