

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
Факультет авиационной и морской техники
Красильникова О.А.
«12» 05 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Планирование и обработка эксперимента»

Специальность	24.05.07 Самолето- и вертолетостроение
Специализация	Самолетостроение
Квалификация выпускника	Инженер
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	7	3

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачёт	Кафедра «Авиастроение»

Разработчик рабочей программы:

Доцент, Кандидат физико-математических наук



Щербатюк Г.А

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Кафедра «Авиастроение»



Марьин С.Б.

1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Планирование и обработка эксперимента» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации ФГОС ВО, утвержденный приказом Минобрнауки России от 04.08.2020 №877, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Самолетостроение» по специальности «24.05.07 Самолето- и вертолетостроение».

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт 32.002 «Специалист по проектированию и конструированию авиационной техники», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 08.12.2014 года № 985н (рег. № 35471 от 29.12.2014 года):

Обобщенная трудовая функция ТФ 3.3.8: С Руководство проектно-конструкторскими работами по разработке авиационной техники:

ТД-2 Планирование и сопровождение экспериментов

ТД-3 Анализ и согласование результатов экспериментов.

Задачи дисциплины	- Подготовка к научно-технической и организационно-методической деятельности, связанной с проведением экспериментальных исследований: выбор и составление плана эксперимента; организация эксперимента и проведение измерений отклика объекта исследований; анализ результатов исследований, определение оптимальных условий, поиск экстремума функции (поверхности) отклика. - Получение теоретических знаний и практических навыков по выполнению промышленных экспериментальных исследований.
Основные разделы / темы дисциплины	Тема 1 Планирования эксперимента в технологических и научных исследованиях Тема 2 Основные понятия и принципы планирования эксперимента Тема 3 Предварительная обработка экспериментальных данных Тема 4 Корреляционный и регрессионный анализ Тема 5 Выбор оптимального плана. Критерии оптимального плана Тема 6 Планы многофакторных экспериментов Тема 7 Компьютерные методы статистической обработки результатов инженерного эксперимента

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Планирование и обработка эксперимента» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Знает теоретические основы естественнонаучных и общеинженерных дисциплин ОПК-1.2 Умеет применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности ОПК-1.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Знать: методы математического моделирования материалов и технологических процессов, принципы выбора и аналитические возможности использования современных методик и методов в проведении аналитических экспериментов и испытаний объектов окружающей среды. Уметь: использовать данные и характеристики явлений и процессов для построения математических моделей, делать теоретические выводы, вести математическую обработку и анализировать получаемые результаты. Владеть: техникой лабораторного эксперимента для проверки теоретических выводов и математических моделей, формами и методами осуществления корректной интерпретации полученных данных.

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Планирование и обработка эксперимента» изучается на 4 курсе, 7 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к основной части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Математика», «Технология конструкционных материалов», «Физика», «Материаловедение», «Теория вероятностей и математическая статистика».

Дисциплина «Планирование и обработка эксперимента» частично реализуется в форме практической подготовки.

Дисциплина «Планирование и обработка эксперимента» в рамках воспитательной работы направлена на умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения или творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 з.е., 108 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	48
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками), в том числе в форме практической подготовки:	16
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), в том числе в форме практической подготовки:	32/12
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	60
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачёт	0

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<p>Тема 1 Планирования эксперимента в технологических и научных исследованиях.</p> <p>1.1 Цели, задачи и значение дисциплины «Основы планирования и математической обработки результатов эксперимента» на современном этапе развития науки и техники.</p> <p>1.2 Классификация.</p> <p>1.3 Общие закономерности проведения эксперимента в различных областях знаний.</p> <p>1.4 Основные типовые задачи, решаемые при проведении эксперимента.</p> <p>1.5 Оборудование для экспериментальных исследований</p> <p>1.6 Методы и инструменты измерений</p>	2	4		4
<p>Тема 2 Основные понятия и принципы планирования эксперимента.</p> <p>2.1 Основные понятия теории планирования эксперимента: Объект исследования, виды входных и выходных переменных, факторы, факторное пространство.</p> <p>2.2 Опыт. Эксперимент. План эксперимента как совокупность данных, определяющих число, условия и порядок реализации опытов.</p>	2	4		8
<p>Тема 3 Предварительная обработка экспериментальных данных</p> <p>3.1. Случайные величины и параметры их распределений</p> <p>3.2. Закон распределения</p> <p>3.3 Вычисление параметров эмпири-</p>	2	4		8

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)		
	Контактная работа преподавателя с обучающимися		СРС
<p>ческих распределений.</p> <p>3.4 Оценивание с помощью доверительного интервала.</p> <p>3.5 Статистические гипотезы</p> <p>3.6 Отсев грубых погрешностей.</p> <p>3.7 Критерии согласия. Проверка гипотез о виде функции распределения</p>			
<p>Тема 4 Корреляционный и регрессионный анализ.</p> <p>4.1. Выборочный коэффициент корреляции. Линейная регрессия. Простейшие случаи нелинейной корреляции.</p> <p>4.2 Метод наименьших квадратов. Расчет коэффициентов уравнения регрессии. Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии.</p> <p>4.3 Проверка адекватности математической модели объекта исследования.</p> <p>4. 4 Метод множественной корреляции.</p> <p>4. 5 Метод линеаризации.</p>	2	4	8
<p>Тема 5 Выбор оптимального плана. Критерии оптимального плана*</p> <p>5.1 Разновидности планов эксперимента. Основы построения математических моделей планов экспериментов.</p> <p>5.2 Критерии оптимальности, связанные с точностью оценок коэффициентов уравнения регрессии.</p> <p>5.3 Критерии оптимальности, связанные с точностью получения оценок отклика</p> <p>5.4 Построение планов близких к оптимальному по нескольким критериям.</p> <p>5.5 Характеристики математических моделей планов экспериментов.</p>	2	4	8
<p>Тема 6 Планы многофакторных экспериментов*</p> <p>6.1 Полный факторный план (ПФП)</p>	4	8	16

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)		
	Контактная работа преподавателя с обучающимися		СРС
и его характеристика. Составление ПФП эксперимента. Организация проведения эксперимента по ПФП, обработка и анализ его результатов. 6.2 Дробный факторный план (ДФП). ДФП для моделей с взаимодействием. Организация проведения эксперимента по ДФП, обработка и анализ его результатов. 6.3 Ортогональные планы. Ротационное планирование. Составление плана эксперимента второго порядка, обработка и анализ его результатов. 6.4 Составление ПФП эксперимента. 6.5 Составление ДФП эксперимента. 6.6 Сравнительная оценка дробных реплик. Разрешающая способность реплики. 6.5 Многоуровневые факторные планы.			
Тема 7 Компьютерные методы статистической обработки результатов инженерного эксперимента. Анализ и интерпретация результатов	2	4	8
ИТОГО по дисциплине	16	32	60

*** реализуется в форме практической подготовки**

6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	16
Подготовка к занятиям семинарского типа	24
Подготовка и оформление РГР	20
	60

7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

Введение в теорию планирования эксперимента [Текст] :учеб. пособие / Н. И. Сидняев, Н. Т. Вилисова. - М. : Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. - 463 с. : табл., схем. - Библиогр.: с. 444-445.

8.2 Дополнительная литература

1. Оптимизационные методы принятия решения [Текст] : учеб.пособие / В. И. Батищев, Б. Э. Забержинский ; Самар.гос.техн.ун-т. -Самара : [б. и.], 2014. - 131 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 129.
2. Информационно-программное обеспечение анализа данных [Текст]: учеб.пособие / О. М. Батищева ; Самар.гос.техн.ун-т. - Самара : [б.и.], 2010. - 173 с. : граф., схем., табл. - Библиогр.: с. 164-166.
3. Организация эксперимента [Текст] : учеб.пособие / В. П. Соловьев, Е. М. Богатов . - Старый Оскол : ТНТ, 2013. - 253 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 235. - ISBN 978-5-94178-302-1 (в пер.)
4. Померанцев А.Л. Хемометрика в Excel: учебное пособие, Томск, Из-во ТПУ, 2014, 435 стр. (ISBN 978-5-4387-0374-7) <http://rcs.chemometrics.ru/Tutorials/>

8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

1. Введение в теорию планирования эксперимента [Текст] : учеб. пособие / Н. И. Сидняев, Н. Т. Вилисова. - М. : Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. - 463 с. : табл.,схем. - Библиогр.: с. 444-445.
2. Организация эксперимента [Текст] : учеб.пособие / В. П. Соловьев, Е. М. Богатов . -Старый Оскол : ТНТ, 2013. - 253 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 235. - ISBN 978-5-94178-302-1 (в пер.)
3. Планирование, организация и проведение научных исследований в машиностроении [Текст] : учеб. пособие / А. И. Барботько [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2014. - 500 с.: рис., табл. - Библиогр.: с. 473-477. - ISBN 978-5-94178-402-8 (в пер.)
4. Анализ данных и планирование эксперимента [Текст] : сб.задач / Сост. В. Я. Купер; Самар.гос.техн.ун-т, Информ.-измер.техника. - Самара : Самар. гос. техн. ун-т, 2011. -19 с.

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

1 Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM. Договор ЕП 44№003/10 эбс ИКЗ 191272700076927030100100120016311000 от 17 апреля 2019 г.

2 Электронно-библиотечная система IPRbooks. Лицензионный договор №ЕП44№001/9 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks ИКЗ 191272700076927030100100090016311000 от 27 марта 2019 г.

3. Электронный портал научной литературы www.elibrary.ru.

8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1 <https://www.math10.com/ru/reshenie-zadach-onlain/statisticheskij-kalkulyator.html>

2 <https://statsoft-statistica.ru/>

9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

Список тем, выносимых для самостоятельного изучения:

- 1) Метод множественной корреляции.
- 2) Метод линеаризации.
- 3) Ортогонализация планов экспериментов. Построение планов близких к оптимальному по нескольким критериям.
- 4) Характеристики математических моделей планов экспериментов.
- 5) Составление ПФП эксперимента.
- 6) СоставлениеДФП эксперимента.
- 7) Сравнительная оценка дробных реплик. Разрешающая способность реплики.
- 8) Многоуровневые факторные планы.
- 9) Поиск экстремума функции отклика на основании использования метода золотого сечения и чисел Фибоначчи.
- 10) Особенности оптимизации при наличии нескольких экстремумов.
- 11) Особенности планирования и организации эксперимента при использовании различных методов оптимизации.

- 12) Принцип последовательного планирования при оптимизации объектов исследования.
- 13) Последовательные методы поиска оптимальных решений. Метод крутого восхождения (метод Бокса-Уилсона).
- 14) Методы выделения существенных факторов.

9.5 Методические указания для обучающихся по освоению 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 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.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

Методические указания по самостоятельной работе над изучаемым материалом и при подготовке к практическим занятиям

Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, формулировки, выводы. Помечать важные мысли. Выделять ключевые слова, термины, формулы. Делать пометки на вопросах, терминах, блоках в тексте, которые вызывают затруднения, после чего постараться найти ответ в рекомендованной литературе. Если ответ не найден, то на консультации обратиться к преподавателю

Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом, конспектирование основных мыслей и выводов, решение задач по алгоритму

Для успешного выполнения практических разделов самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать следующее учебно-методическое обеспечение:

5. Введение в теорию планирования эксперимента [Текст] : учеб. пособие / Н. И. Сидняев, Н. Т. Вилисова. - М. : Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. - 463 с. : табл.,схем. - Библиогр.: с. 444-445.
6. Организация эксперимента [Текст] : учеб.пособие / В. П. Соловьев, Е. М. Богатов . -Старый Оскол : ТНТ, 2013. - 253 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 235. - ISBN 978-5-94178-302-1 (в пер.)
7. Планирование, организация и проведение научных исследований в машиностроении [Текст] : учеб. пособие / А. И. Барботько [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2014. - 500 с.: рис., табл. - Библиогр.: с. 473-477. - ISBN 978-5-94178-402-8 (в пер.)
8. Анализ данных и планирование эксперимента [Текст] : сб.задач / Сост. В. Я. Купер; Самар.гос.техн.ун-т, Информ.-измер.техника. - Самара : Самар. гос. техн. ун-т, 2011. -19 с.

Для подготовки тем самостоятельного изучения следует пользоваться списком рекомендованной литературы.

Общие рекомендации по организации самостоятельной работы:

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них - это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая - внеаудиторная самостоятельная работа. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Методические указания по выполнению расчетно-графической работы

Цель контрольной работы – проверка знаний, полученных студентами при изучении дисциплины, закрепления навыков.

Выполнение заданий должно основываться на предварительном изучении теоретического материала.

Процесс работы над РГР является важным этапом получения оценки в рамках промежуточной аттестации.

В помощь студентам приведены методические указания к решению задач, примеры решения задач.

Номера заданий студентом выбираются в соответствии с рекомендациями, указанными для каждого задания.

Оценка выполнения РГР осуществляется преподавателем дисциплины путем проставления на титульном листе отметки «Зачтено», «Не зачтено» после проверки заданий. Качество выполнения задания оцениваются баллами, которые преподаватель проставляет при защите работы

Приступая к выполнению РГР, следует изучить дисциплину в соответствии с рабочей, решить задачи для самостоятельного решения. Затем, по приведенным рекомендациям, выбрать задания и выполнить их в виде расчетно-графического задания.

Задание выполняется на листах А4, страницы которой нумеруются. Титульный лист выполняется в соответствии с требованиями выполнения студенческих работ. Решение каждой задачи обязательно начинать на новом листе. Сверху указывается тема задачи. К каждой задаче обязательно приводится текст и схемы указанные в задании. Далее записывается, что в задаче дано и что требуется определить (текст задачи не переписывать). Далее записывается решение. В конце задачи приводится анализ полученных данных.

Решение задач необходимо сопровождать краткими пояснениями (какие формулы или теоремы применяются, откуда получаются те или иные результаты и т.п.) и подробно излагать весь ход расчетов. На каждой странице следует оставлять поля для замечаний рецензента.

При выполнении задания графический материал приводить в соответствии с требованиями.

Методические указания по решению задач, входящих в контрольные задания, даются для каждой задачи после изложения ее текста под рубрикой "Указания"; затем дается пример решения аналогичной задачи. Цель примера разъяснить ход решения, но не воспроизвести его полностью. Поэтому в ряде случаев промежуточные расчеты опускаются. Но при выполнении задания все преобразования и числовые расчеты должны быть обязательно последовательно проделаны с необходимыми пояснениями; в конце должны быть даны ответы.

10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

10.1 Лабораторное оборудование

Отсутствует

10.2 Технические и электронные средства обучения

Лекционные занятия.

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Для реализации дисциплины подготовлены презентации по всем темам.

Практические занятия

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук). Для проведения ряда практических работ применяются ПВМ.

Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КНАГУ:

компьютерные классы (225 корпус № 3).

11 Иные сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине

«Планирование и обработка эксперимента»

Специальность	24.05.07 Самолето- и вертолетостроение
Специализация	Самолетостроение
Квалификация выпускника	Инженер
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	7	3

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачёт	Кафедра «Авиастроение»

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Знает теоретические основы естественнонаучных и общеинженерных дисциплин ОПК-1.2 Умеет применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности ОПК-1.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Знать: методы математического моделирования материалов и технологических процессов, принципы выбора и аналитические возможности использования современных методик и методов в проведении аналитических экспериментов и испытаний объектов окружающей среды. Уметь: использовать данные и характеристики явлений и процессов для построения математических моделей, делать теоретические выводы, вести математическую обработку и анализировать получаемые результаты. Владеть: техникой лабораторного эксперимента для проверки теоретических выводов и математических моделей, формами и методами осуществления корректной интерпретации полученных данных.

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Тема 1 Планирования эксперимента в технологических и научных исследованиях Тема 2 Основные понятия и принципы планирования эксперимента	ОПК-1	Практическая работа №1 Опрос по теме	Знает и умеет применять понятия: Случайная величина; Плотность вероятности; Среднеквадратичное отклонение; Распределение случайной величины; Основные распределения; Статистические функции EXCEL их синтаксис, возможности
Тема 3 Предварительная обработка экспериментальных данных Тема 4 Корреляционный и регрессионный анализ	ОПК-1	Практическая работа №2 Опрос по теме РГР (задача 1)	Знает и умеет применять понятия: Анализ погрешностей при проведении экспериментальных исследований; Предикторы; Отклики; Ошибки; Настройка chemometrics для MS EXCEL; ее функции, возможности, синтаксис

Тема 5 Выбор оптимального плана. Критерии оптимального плана	ОПК-5	Практическая работа №3 Опрос по теме	Знает и умеет применять понятия: Многофакторный эксперимент; Оптимизация; Виды оптимизации; Порядок оптимизации
Тема 6 Планы многофакторных экспериментов	ОПК-1	Практическая работа №4 Опрос по теме РГР (задача 2)	Знает и умеет применять понятия: Построение линейной одномерной модели методом наименьших квадратов (МНК); Математическая модель; Объясняющая регрессия; Зависимость регрессионная; Линейный регрессионный анализ; Алгоритм расчета уравнения линейной регрессии МНК; Компоненты регрессионного анализа; Коэффициенты одномерной линейной регрессионной модели; Ошибка аппроксимации; Построение нелинейной одномерной модели методом наименьших квадратов; Нелинейная регрессия; Классы нелинейной регрессии; Виды нелинейной регрессии; Уравнение параболической регрессии k-го порядка; Гиперболическое уравнение регрессии; Степенное уравнение регрессии; Линеаризация степенного уравнения; Коэффициент детерминации
Тема 6 Планы многофакторных экспериментов	ОПК-1	Практическая работа №5 Опрос по теме РГР (задача 3)	Знает и умеет применять понятия: Понятие ПФП; Особенности ПФП; Натуральные и нормализованные обозначения уровней варьирования переменных факторов; Способ построения ПФП для любого числа переменных факторов; Свойства ПФП; Понятие и планирование эффектов взаимодействия переменных факторов в полнофакторных экспериментах; Расчет коэффициентов регрессии при переменных факторах и их взаимодействиях методом наименьших квадратов

Тема 6 Планы многофакторных экспериментов	ОПК-1	Практическая работа №6 Опрос по теме	Знает и умеет применять понятия: Составление плана ДФП эксперимента, обработка и анализ его результата (Дробный факторный план; Реплика; Существенные переменные; Генерирующее соотношение; Операция смешивания оценок коэффициентов уравнения регрессии; Понятия генерирующих соотношений и определяющих контрастов; Сравнительная оценка дробных реплик).
Тема 7 Компьютерные методы статистической обработки результатов инженерного эксперимента	ОПК-1	Практическая работа №7 Опрос по теме	Знает и умеет применять понятия:

2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
6 семестр Промежуточная аттестация в форме «Зачет с оценкой»			
Практические задания (практические работы, тесты)	В течение семестра	40 баллов	<p>40 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>30 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал хорошие умения навыки в рамках усвоенного учебного материала, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, допущены одна или две неточности, есть недостатки в оформлении.</p> <p>20 баллов - Студент полностью выпол-</p>

			<p>нил задание, но допустил существенные неточности и грубые ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления имеет недостаточный уровень.</p> <p>10 баллов - Студент не полностью выполнил задание, при этом допустил существенные неточности и грубые ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления имеет недостаточный уровень.</p> <p>0 баллов - Студент не полностью выполнил задание, при этом проявил недостаточный уровень умений и навыков, а также неспособен пояснить полученный результат.</p>
Наличие опорного конспекта по темам.	В течение семестра	10 баллов	<p>10 баллов - Наличие полного комплекта конспектов лекций и тем для самостоятельного изучения, студент показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>8 баллов - Наличие полного комплекта конспектов лекций и тем для самостоятельного изучения, студент показал знания теоретического материала с небольшими неточностями в формулировках и рассуждениях</p> <p>5 баллов - Наличие комплекта конспектов лекций и тем для самостоятельного изучения по большинству тем, Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала.</p>
Расчетно-графическое работа (задача 1)	7 неделя	20 баллов	<p>10 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>8 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал хорошие умения навыки в рамках усвоенного учебного материала, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, допущены одна или две неточности, есть недостатки в оформлении.</p> <p>5 баллов - Студент полностью выполнил задание, но допустил существен-</p>
Расчетно-графическое работа (задача 2)	9 неделя	20 баллов	
Расчетно-графическое работа (задача 3)	13 неделя	10 баллов	

			<i>ные неточности и грубые ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления имеет недостаточный уровень. 0 баллов - Студент не полностью выполнил задание, при этом проявил недостаточный уровень умений и навыков, а также неспособен пояснить полученный результат.</i>
ИТОГО:		100	
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>			

3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

В рамках практических занятий, на основе знаний и умений, отработанных на типовых задачах, студенты выполняют практические работы, направленные на закрепление навыка.

Темы практических заданий:

Практическая работа № 1. Основы математической статистики (Случайная величина; Плотность вероятности; Среднеквадратичное отклонение; Распределение случайной величины; Основные распределения; Статистические функции EXCEL их синтаксис, возможности).

Практическая работа № 2. Регрессионный анализ экспериментальных данных (Предикторы; Отклики; Ошибки; Настройка chemometrics для MS EXCEL; Её функции, возможности, синтаксис).

Практическая работа № 3. Оптимизация многофакторных объектов* (Многофакторный эксперимент; Оптимизация; Виды оптимизации; Порядок оптимизации).

Практическая работа № 4. Построение одномерной модели (Построение линейной одномерной модели методом наименьших квадратов (МНК); Математическая модель; Объясняющая регрессия; Зависимость регрессионная; Линейный регрессионный анализ; Алгоритм расчета уравнения линейной регрессии МНК; Компоненты регрессионного анализа; Коэффициенты одномерной линейной регрессионной модели; Ошибка аппроксимации; Построение нелинейной одномерной модели методом наименьших квадратов; Нелинейная регрессия; Классы нелинейной регрессии; Виды нелинейной регрессии; Уравнение

параболической регрессии k -го порядка; Гиперболическое уравнение регрессии; Степенное уравнение регрессии; Линеаризации степенного уравнения; Коэффициент детерминации).

Практическая работа № 5. Составление ПФП эксперимента, обработка и анализ его результата* (Понятие ПФП; Особенности ПФП; Натуральные и нормализованные обозначения уровней варьирования переменных факторов; Способ построения ПФП для любого числа переменных факторов; Свойства ПФП; Понятие и планирование эффектов взаимодействия переменных факторов в полнофакторных экспериментах; Расчет коэффициентов регрессии при переменных факторах и их взаимодействиях методом наименьших квадратов).

Практическая работа № 6. Составление плана ДФП эксперимента, обработка и анализ его результата (Дробный факторный план; Реплика; Существенные переменные; Генерирующее соотношение; Операция смешивания оценок коэффициентов уравнения регрессии; Понятия генерирующих соотношений и определяющих контрастов; Сравнительная оценка дробных реплик).

Практическая работа № 7. Компьютерные методы статистической обработки результатов инженерного эксперимента (Работа в программе STATISTIKA)/

* - Задание выполняется в рамках практической подготовки

Выполнение расчетно-графической работы

В течение семестра студенты должны выполнить расчётно-графическую работу, состоящую из 3 заданий.

Задание №1 Дисперсионный и корреляционный анализ.

Методика выполнения дисперсионного анализа

1 Определить цель исследования (точность станков, качество СОЖ и т.д.). Определить результаты исследования (отклик, выходную величину) и фактор.

2 Изменяя фактор, произвести сбор информации о результатах исследования.

3 Составить таблицу наблюдений.

4 Выполнить необходимые для однофакторного дисперсионного анализа расчеты.

5 Дать заключение по результатам исследования.

Методика выполнения корреляционного анализа

1 Произвести сбор информации исследуемых параметров (X, Y).

2 Составить таблицу исходных данных параметров X и Y.

3 Построить координатную сетку и нанести точками исходные данные таблицы.

4 Выполнить необходимые расчеты.

5 Сделать заключения по результатам исследования.

Задание №2

1 Выбрать объект исследования (машина, прибор, процесс и т.д.).

2 Определить факторы и дать их описание, характер влияния на исследуемый объект, методы и способы регулирования, измерения и т.д.

3 Выбрать нулевой уровень и интервалы варьирования.

4 Заполнить таблицу факторов.

Задание №3 Полный факторный эксперимент

1 Рассчитать коэффициенты уравнения регрессии.

2 Проверить адекватности модели.

3 Проверить значимости коэффициентов уравнения регрессии.

4 Сделать выводы

Исходные данные по вариантам выдает преподаватель

Примечание. На усмотрение ведущего преподавателя допускается выдавать задания аналогичные по тематике и трудоёмкости, из других учебно-методических пособий.

Вопросы для защиты РГР.

1. Планирование эксперимента - основные термины и определения
2. Методы планирования эксперимента.
3. Корреляционный анализ. Коэффициент корреляции.
4. Дисперсионный анализ. Критерий Фишера.
5. Применение критериев согласия для проверки статистических гипотез.
6. Задачи, решаемые с помощью дисперсионного анализа.
7. Оперативная характеристика. Порядок построения оперативной характеристики.
8. Задача оптимизации эксперимента. Выбор обобщенного параметра оптимизации.
9. Функция желательности.
10. Воздействующие факторы. Требования к факторам при планировании эксперимента.
11. Функция отклика. Модель «чёрного ящика».
12. Выбор математической модели функции отклика.
13. Способы поиска оптимума функции отклика. Шаговый принцип.
14. Принятие решений перед планированием эксперимента.
15. Полный факторный эксперимент.
16. Эксперимент типа 2^k. Матрица планирования эксперимента.
17. Свойства полного факторного эксперимента типа 2^k. Математическая модель.
18. Дробный факторный эксперимент.
19. Рандомизация.
20. Обработка результатов эксперимента. Методы регрессионного анализа.
21. Проверка адекватности полученной математической модели.
22. Метод наименьших квадратов.
23. Проверка значимости коэффициентов регрессии.
24. Принятие решений после построения модели процесса.
25. Методы восхождения по поверхности отклика.
26. Движение по градиенту функции отклика. Крутое восхождение.
27. Классификация экспериментальных планов.

