

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физико-технический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

Декан

Ю.Н. РЫЖИХ

«06» 20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

Планирование эксперимента

по направлению подготовки

24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика

Направленность (профиль) подготовки :

Баллистика и гидроаэродинамика

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2022

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.33

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Г.Р. Шрагер

Руководитель ОПОП

В.И. Биматов

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2022

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-7 Способен обрабатывать опытные данные физических и численных экспериментов по определению аэродинамических и баллистических характеристик объектов ракетно-космической техники..

ПК-1 Способен проводить сбор, обработку, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-7.1 Знать основные методы обработки опытных данных физических и численных экспериментов по определению аэродинамических и баллистических характеристик объектов ракетно-космической техники

ИОПК-7.2 Уметь проводить обработку экспериментальных данных при определении аэродинамических и баллистических характеристик объектов ракетно-космической техники

ИОПК-7.3 Иметь навыки использования вычислительной техники для обработки экспериментальных данных

ИПК-1.1 Знает методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки Информации

ИПК-1.2 Умеет применять методы анализа научно-технической информации

ИПК-1.3 Осуществляет деятельность, направленную на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач

2. Задачи освоения дисциплины

– Приобретение основ фундаментальных знаний и представлений об одномерной и многомерной математической статистике физических систем, методах и средствах решения практических задач;

– Умение ставить теоретическую задачу, анализировать и выявлять параметры, необходимые для ее решения; применение полученных знаний для решения практических задач, связанных с профилем будущей специальности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Пятый семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Физика», «Математика», «Теоретическая механика», «Информатика», «Теория вероятностей и математическая статистика»

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часов, из которых:

-лекции: 28 ч.

-практические занятия: 14 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Основные понятия выборочной теории. Выборочный метод. Техника случайного выбора. Вариационный ряд. Представление выборочных данных. Эмпирическое распределение. Графическое представление выборочных данных. Характеристики выборки.

Функции распределения. Дискретные распределения. Непрерывные распределения. Особенности нормального распределения. Выборочные распределения.

Статистическое оценивание. Статистические оценки. Требования, предъявляемые к ним. Точечное оценивание. Методы статистического оценивания: метод максимального правдоподобия, метод наименьших квадратов, метод моментов. Интервальное оценивание. Доверительные интервалы. Определение случайной погрешности измерений.

Тема 2. Проверка параметрических статистических гипотез. Статистическая гипотеза. Статистический критерий и критическая область. Ошибки 1-го и 2-го рода. Уровень значимости и мощность критерия. Выборочные распределения: Пирсона, Стьюдента, Фишера, Колмогорова. Проверка гипотез о математическом ожидании и дисперсии случайной величины, распределенных по нормальному закону: гипотеза о равенстве выборочного среднего и математического ожидания; гипотеза о равенстве выборочной дисперсии и дисперсии генеральной совокупности; гипотеза об однородности дисперсий; гипотеза о равенстве математических ожиданий.

Проверка непараметрических статистических гипотез. Критерии согласия: χ^2 - Пирсона, Колмогорова, Вилконсона. Проверка гипотезы нормальности распределения с помощью асимметрии, эксцесса и их дисперсий. Критерии однородности распределений: χ^2 - Пирсона, Смирнова - Колмогорова, Вилконсона.- Манна – Уитни.. Критерии независимости. Критерий ранговой корреляции Спирмена. Критерий квадратов последовательных разностей (Критерий Аббе).

Тема 3. Корреляционный анализ. Статистическая взаимозависимость. Коэффициент корреляции, его свойства. Выборочный коэффициент корреляции. Корреляционное отношение. Частные и множественные коэффициенты корреляции, их вычисление для случайных величин, распределенных по нормальному закону. Соответствие частным коэффициентам уравнения регрессии. Выборочные частные и множественные коэффициенты корреляции. Статистический анализ.

Регрессионный анализ. Основные задачи классического регрессионного анализа. Уравнение регрессии. Требования, предъявляемые к оценкам коэффициентов. Основные условия применения классического регрессионного анализа. Предварительный анализ результатов наблюдений. Вычисление оценок коэффициентов методами максимального правдоподобия и наименьших квадратов. Статистический анализ уравнения регрессии: дисперсия оценок коэффициентов и уравнения регрессии, проверка адекватности и работоспособности модели. анализ остатков. Методы построения наилучшего уравнения регрессии. Методы ортогонализации полиномиальных однофакторных моделей.

Тема 4. Планирование эксперимента. План эксперимента. Способы сравнения планов. Планы для моделей, линейных по факторам: классический однофакторный план; план полного факторного эксперимента, дробные факторные планы. Планы

для полиномиальных моделей второго порядка: композиционные, ортогональные и ротатабельные планы. D - оптимальные планы.

Планы по определению оптимальных условий проведения эксперимента.

Обработка результатов эксперимента. Основные понятия метрологии. Измерение физических величин: Классификация измерений. Классификация погрешностей. Обработка результатов измерений: однократных и многократных прямых; неравноточных, косвенных. Представление результатов экспериментов.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций:

Темы рефератов

1. Понятия генеральной совокупности и выборки.
2. Представление выборочных данных. вариационный ряд.
3. Эмпирическое распределение. Графическое представление: гистограмма, полигон, кумулята.
4. Статистические моменты: начальные и центральные
5. Характеристики положения, рассеяния, формы.
6. Дискретные функции распределения: биномиальное, Пуассона.
7. Непрерывные функции распределения: нормальное, равномерное показательное. Плотность распределения
8. Выборочные функции распределения; χ - квадрат, Стьюдента, Фишера.
9. Точечное оценивание. Требования, предъявляемые к оценкам
10. Метод максимального правдоподобия для статистического оценивания.
11. Метод моментов для статистического оценивания.
12. Статистические гипотезы. Статистический критерий.
13. Проверка параметрических статистических гипотез о равенстве математических ожиданий и дисперсий.
14. Критерий согласия χ - квадрат Пирсона для простой и сложной гипотезы.
15. Критерий согласия Колмогорова для простой и сложной гипотезы.
16. Проверка гипотез об однородности распределений.
17. Числовые характеристики многомерных распределений.
18. Ковариационный момент, коэффициент корреляции.
19. Корреляционное отношение.
20. Частные корреляции.
21. Множественный коэффициент корреляции.
22. Уравнения регрессии, определение, построение.
23. Дисперсии оценок коэффициентов и уравнения регрессии.
24. Регрессия на ортогональных полиномах.
25. Дисперсионный анализ уравнения регрессии.
26. План полного факторного эксперимента для линейной модели.
27. План дробного факторного эксперимента для линейной модели.
28. Ортогональный центральный композиционный план второго порядка.
29. Ротатабельный центральный композиционный план второго порядка.
30. Измерения. Погрешности измерений.
31. Обработка результатов измерений.

Зачет в пятом семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей. Образцы контрольных билетов.

Билет №1.

1. Понятия генеральной совокупности и выборки.
2. Критерий согласия Колмогорова для простой и сложной гипотезы.

Билет №2.

1. Представление выборочных данных. Вариационный ряд.
2. Проверка гипотез об однородности распределений.

Билет №3.

1. Эмпирическое распределение. Графическое представление: гистограмма, полигон, кумулята.
2. Числовые характеристики многомерных распределений.

Билет №4.

1. Статистические моменты: начальные и центральные.
2. Ковариационный момент, коэффициент корреляции.

Билет №5.

1. Характеристики положения, рассеяния, формы.
2. Корреляционное отношение. Частные корреляции.

Билет №6.

1. Дискретные функции распределения: биномиальное, Пуассона.
2. Множественный коэффициент корреляции.

Билет №7.

1. Непрерывные функции распределения: нормальное, равномерное показательное.
2. Уравнения регрессии, определение, построение.

Билет №8.

1. Плотность распределения.
2. Дисперсии оценок коэффициентов и уравнения регрессии.

Билет №9.

1. Выборочные функции распределения; χ - квадрат, Стьюдента, Фишера.
2. Регрессия на ортогональных полиномах.

Билет №10.

1. Точечное оценивание. Требования, предъявляемые к оценкам.
2. Дисперсионный анализ уравнения регрессии.

Билет №11

1. Метод максимального правдоподобия для статистического оценивания.
2. План полного факторного эксперимента для линейной модели.

Билет №12

1. Метод моментов для статистического оценивания.
2. План дробного факторного эксперимента для линейной модели.

Билет №13

1. Статистические гипотезы. Статистический критерий.

2. Ортогональный центральный композиционный план второго порядка.

Билет №14

1. Проверка параметрических статистических гипотез о равенстве математических ожиданий и дисперсий.
2. Измерения. Погрешности измерений.

Билет №15

1. Критерий согласия χ^2 - квадрат Пирсона для простой и сложной гипотезы.
2. Обработка результатов измерений.

На основе содержания курса, по каждому из разделов сформулированы вопросы, обсуждаемые в ходе работы с преподавателем. Уровень подготовки обучающегося и его оценка выявляются в результате собеседований. Самостоятельная работа студентов опирается на ряд учебных пособий. В основе итоговой оценки лежит качество освоения разделов дисциплины с учётом степени активности каждого слушателя в ходе проведения семинаров.

Зачтено	Выставляется студенту, владеющему базовыми знаниями в области основ баллистического проектирования, необходимыми для решения поставленных задач.
Не зачтено	Выставляется студенту в случае отсутствия решения поставленной задачи или решения задачи косвенными методами.

11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <http://moodle.tsu.ru/course/view?id=22357>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

Вопросы самоконтроля знаний.

1. Понятия генеральной совокупности и выборки.
2. Представление выборочных данных. вариационный ряд.
3. Эмпирическое распределение. Графическое представление: гистограмма, полигон, кумулята.
4. Статистические моменты: начальные и центральные
5. Характеристики положения, рассеяния, формы.
6. Дискретные функции распределения: биномиальное, Пуассона.
7. Непрерывные функции распределения: нормальное, равномерное показательное. 8. Плотность распределения
9. Выборочные функции распределения; χ^2 - квадрат, Стьюдента, Фишера.
10. Точечное оценивание. Требования, предъявляемые к оценкам
11. Метод максимального правдоподобия для статистического оценивания.
12. Метод моментов для статистического оценивания.
13. Статистические гипотезы. Статистический критерий.
14. Проверка параметрических статистических гипотез о равенстве математических ожиданий и дисперсий.
15. Критерий согласия χ^2 - квадрат Пирсона для простой и сложной гипотезы.
16. Критерий согласия Колмогорова для простой и сложной гипотезы.

17. Проверка гипотез об однородности распределений.
18. Числовые характеристики многомерных распределений.
19. Ковариационный момент, коэффициент корреляции.
20. Корреляционное отношение.
21. Частные корреляции.
22. Множественный коэффициент корреляции.
23. Уравнения регрессии, определение, построение.
24. Дисперсии оценок коэффициентов и уравнения регрессии.
25. Регрессия на ортогональных полиномах.
26. Дисперсионный анализ уравнения регрессии.
27. План полного факторного эксперимента для линейной модели.
28. План дробного факторного эксперимента для линейной модели.
29. Ортогональный центральный композиционный план второго порядка.
30. Ротатабельный центральный композиционный план второго порядка.
31. Измерения. Погрешности измерений.
32. Обработка результатов измерений.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Сидняев Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных: учебное пособие для магистров Сидняев. – М.: Юрайт, 2015. – 495 с. – Режим доступа ЭБС Юрайт: <https://www.biblio-online.ru/book/75248872-AA6D-452B-A11E-21A6E4C19571>
2. Боровков А. А. Математическая статистика : учебник / А. А. Боровков. - Изд. 4-е, стер. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2010. - 703 с. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3810
3. Старовиков М. И. Введение в экспериментальную физику: учебное пособие / М. И. Старовиков. – СПб. [и др.]: Лань, 2016. – 235 с. – Режим доступа ЭБС Лань: https://e.lanbook.com/book/379#book_name

б) дополнительная литература

1. Кендалл М. Д. Статистические выводы и связи / М. Кендалл, А. Стьюарт; Пер. с англ. Л. И. Гальчука, А. Т. Терехина; Под ред. А. Н. Колмогорова. - М.: Наука. Физматлит, 1973. - 899 с. - URL: <http://sun.tsu.ru/limit/2016/000074332/000074332.djvu>
2. Красовский Г. И. Планирование эксперимента / Г. И. Красовский, Г. Ф. Филаретов. - Минск: Издательство БГУ им. В. И. Ленина, 1982. - 301 с.
3. Математическая статистика: учебник для втузов / В. Б. Горяинов, И. В. Павлов, Г. М. Цветкова, О. И. Тескин; под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. - М.: Издательство МГТУ, 2001. - 423 с.
4. Мерзляков В.Д., Мерзляков А. В. Статистические зависимости. Часть 2. Частная и множественная корреляция; Часть 4. Шаговый метод построения модели. Томск. РИО ТГУ 1998.

в) ресурсы сети Интернет:

Все виды информационных ресурсов Научной библиотеки ТГУ. Информационные источники сети Интернет.

– Общероссийская Сеть Консультант Плюс Справочная правовая система.

<http://www.consultant.ru>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозитории) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Савкина Надежда Валерьевна, к. физ.-мат. наук, доцент каф. Динамики полета.