

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Физический факультет
Кафедра автоматизации физико-технических исследований**



УТВЕРЖДАЮ
Декан ФФ, д.ф.-м.н
В.Е.Блинов
2022 г.

Рабочая программа дисциплины

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

**Направление: 03.03.02 Физика
Направленность (профиль): Физическая информатика**

Форма обучения
Очная

| Семестр | Общий объем | Виды учебных занятий (в часах) | | | | Промежуточная аттестация (в часах) | | | | |
|--|-------------|--|----------------------|-------------------------------|--|---|--|-------|--------------------------|---------|
| | | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | Самостоятельная работа, не включая период сессии | Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | |
| | | Лекции | Практические занятия | Консультации в период занятий | | | Консультации | Зачет | Дифференцированный зачет | Экзамен |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 6 | 72 | 16 | 32 | | 22 | | | | 2 | |
| Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них: - контактная работа 5 часов | | | | | | | | | | |
| Компетенции ПК-1, ПК-2 | | | | | | | | | | |

Ответственный за образовательную программу
д.ф.-м.н., проф.

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2022

Содержание

| | |
|---|---|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы. | 3 |
| 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы. | 3 |
| 3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу. | 5 |
| 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий. | 6 |
| 5. Перечень учебной литературы. | 8 |
| 6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся. | 8 |
| 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины. | 8 |
| 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине. | 8 |
| 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине. | 8 |
| 10. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине. | 9 |

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Цель дисциплины – получить представление о современных методах анализа и обработки данных в научных исследованиях, а также освоить базовые методы обработки экспериментальных данных. Дисциплина нацелена на формирование у выпускника компетенций ПК-1 и ПК-2.

| Результаты освоения образовательной программы (компетенции) | Индикаторы | Результаты обучения по дисциплине |
|---|--|---|
| ПК-1 Способность использовать специализированные знания в области физики при построении теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования. | ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты. ПК 1.2 Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области. | Знать методы анализа экспериментальных данных, методы обработки экспериментальных данных. Уметь разрабатывать алгоритмы обработки и анализа экспериментальных данных в физико-технических исследованиях. |
| ПК-2 Способность использовать специализированные знания в области физики при решении научных и практических задач в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования. | ПК - 2.1. Проводит научные исследования в избранной области в соответствии с профилем подготовки и в зависимости от специфики объекта исследования с помощью современной приборной базы. ПК – 2.3. Использует специализированные знания в области физики и математики при выборе методов расчета, проведении статистического анализа экспериментальных данных в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования. | Знать процессы работы с инструментарием для реализации и тренировки описанных методов; разработки и адаптации алгоритмов обработки данных для практических задач. Уметь оценивать применимость методов обработки данных для различных задач. |

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

В результате прохождения курса студенты физического факультета должны овладеть принципами основных положений теории цифровой обработки сигналов, основ численных методов расчета и анализа цифровых преобразователей сигналов. При изучении дисциплины особое внимание уделяется теоретической подготовке в области цифровой обработки сигналов, практическому применению знаний для спектрального и корреляционного анализов, а также для проектирования цифровых фильтров. Цель преподавания дисциплины состоит в содействии

формированию способности использовать современные информационные технологии и программные средства при моделировании сигналов различной природы.

3. Трудоемкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

| Семестр | Общий объем | Виды учебных занятий (в часах) | | | | Промежуточная аттестация (в часах) | | | | |
|---|-------------|--|----------------------|-------------------------------|--|---|--|-------|--------------------------|---------|
| | | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | Самостоятельная работа, не включая период сессии | Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | |
| | | Лекции | Практические занятия | Консультации в период занятий | | | Консультации | Зачет | Дифференцированный зачет | Экзамен |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 6 | 72 | 16 | 32 | | 22 | | | | 2 | |
| Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них: - контактная работа 50 часов | | | | | | | | | | |
| Компетенции ПК-1, ПК-2 | | | | | | | | | | |

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента, дифференцированный зачет.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль успеваемости: опрос студентов в начале каждого занятия.

Промежуточная аттестация: дифференцированный зачёт.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 72 академических часа / 2 зачетные единицы:

- лекции – 16 часов;
- практические занятия – 32 часа;
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 22 часа;
- промежуточная аттестация (дифференцированный зачёт) – 2 часа.

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (лекции, практические занятия, дифференцированный зачёт) составляет 50 часов.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачётные единицы, 72 академических часа.

| № п/п | Раздел дисциплины | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | | | | Консультации перед экзаменом (часов) | Промежуточная аттестация (в часах) |
|-------|---|-----------------|--|-----------------|----------------------|-------------------------------|---|---|--------------------------------------|------------------------------------|
| | | | Всего | Аудиторные часы | | | Сам. работа во время занятий (не включая период сессии) | Сам. работа во время промежуточной аттестации | | |
| | | | | Лекции | Практические занятия | Консультации в период занятий | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | Основные принципы визуализации данных. Кодирование информации формой, образами, числовыми таблицами | 1 | 5 | 1 | 2 | | 2 | | | |
| 2 | Спектральный анализ данных. Преобразование Фурье. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. | 2-3 | 6 | 2 | 2 | | 2 | | | |
| 3 | Время-частотное представление сигналов. Кратномасштабная обработка данных. Непрерывное и дискретное Вейвлет преобразование. | 4-5 | 8 | 2 | 4 | | 2 | | | |
| 4 | Фильтрация экспериментальных данных. Свертка. Свойства свертки. Классификация частотных фильтров. Проектирование и применение фильтров. | 6-7 | 8 | 2 | 4 | | 2 | | | |
| 5 | Корреляционный анализ данных. Корреляция. Свойства корреляции. Автокорреляция сигналов. | 8 | 8 | 1 | 4 | | 3 | | | |
| 6 | Статистический анализ экспериментальных данных. Генеральная совокупность и выборка. Точечные оценки параметров | 9-10 | 9 | 2 | 4 | | 3 | | | |

| | | | | | | | | | |
|--------------|--|-------|-----------|-----------|-----------|--|-----------|--|----------|
| | распределения. Статистические ряды. Функции распределения. Проверки статистических гипотез. | | | | | | | | |
| 7 | Регрессионный анализ данных. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. | 11-12 | 9 | 2 | 4 | | 3 | | |
| 8 | Обработка и анализ многомерных данных. Многомерное преобразование Фурье. Метод главных компонент. Факторный анализ. Дискриминантный анализ. Визуализация многомерных данных. | 13-14 | 9 | 2 | 4 | | 3 | | |
| 9 | Обработка и анализ данных с использованием нейронных сетей. Виды нейронных сетей. Обучение нейронной сети. Анализ работы сети на экспериментальных и модельных данных. | 15-16 | 8 | 2 | 4 | | 2 | | |
| 10 | Дифференцированный зачёт. | 17 | 2 | | | | | | 2 |
| Всего | | | 72 | 16 | 32 | | 22 | | 2 |

Программа и основное содержание лекций (16 часов)

1. Основные принципы визуализации данных. Кодирование информации формой, образами, числовыми таблицами.
2. Спектральный анализ данных. Преобразование Фурье. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье.
3. Время-частотное представление сигналов. Кратномасштабная обработка данных. Непрерывное и дискретное Вейвлет преобразование.
4. Фильтрация экспериментальных данных. Свертка. Свойства свертки. Классификация частотных фильтров. Проектирование и применение фильтров.
5. Корреляционный анализ данных. Корреляция. Свойства корреляции. Автокорреляция сигналов.
6. Статистический анализ экспериментальных данных. Генеральная совокупность и выборка. Точечные оценки параметров распределения. Статистические ряды. Функции распределения. Проверки статистических гипотез.
7. Регрессионный анализ данных. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов.
8. Обработка и анализ многомерных данных. Многомерное преобразование Фурье. Метод главных компонент. Факторный анализ. Дискриминантный анализ. Визуализация многомерных данных.
9. Обработка и анализ данных с использованием нейронных сетей. Виды нейронных сетей. Обучение нейронной сети. Анализ работы сети на экспериментальных и модельных данных.

План практических занятий (32 часа)

1. Спектральный анализ данных (4 часа).
2. Время-частотное преобразование Фурье (4 часа).
3. Фильтрация данных (4 часа).
4. Статистический анализ экспериментальных данных (4 часа).
5. Метод наименьших квадратов (4 часа).
6. Вейвлет преобразование (6 часов).
7. Использование нейронных сетей для анализа и обработки данных (6 часов).

Самостоятельная работа студентов (22 часа)

| Перечень занятий на СРС | Объем, час |
|--|------------|
| Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях | 22 |

5. Перечень учебной литературы.

1. Хоровиц П., Хилл В. Искусство схемотехники. в 3 томах: Т.1. М.: Мир, 1993.-413с. (18 экз.)
2. Хоровиц П., Хилл В. Искусство схемотехники. в 3 томах: Т.2. М.: Мир, 1993.-371с. (19 экз.)

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

3. Хоровиц П., Хилл В. Искусство схемотехники. в 3 томах: Т.3. М.: Мир, 1993.-367с. (20 экз.)

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

7.1 Ресурсы сети Интернет

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.2 Современные профессиональные базы данных

Не используются.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

8.1 Перечень программного обеспечения

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

8.2 Информационные справочные системы

Не используются.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, лабораторных занятий и промежуточной аттестации.
2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости осуществляется в ходе семестра путем опроса в начале каждого занятия на темы, рассмотренные на предыдущем занятии. Примеры вопросов приведены в п. 10.3.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленные компетенции ПК-1 и ПК-2 сформированы не ниже порогового уровня.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на дифференцированном зачёте. Он проводится в конце семестра в устной форме. Вопросы подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенций ПК-1 и ПК-2.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

| Индикатор | Результат обучения по дисциплине | Оценочные средства |
|--|--|--|
| ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты. | Знать методы анализа экспериментальных данных, методы обработки экспериментальных данных. | Опрос студентов в начале каждого занятия, дифференцированный зачёт в устной форме. |
| ПК 1.2 Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области. | Уметь разрабатывать алгоритмы обработки и анализа экспериментальных данных в физико-технических исследованиях. | Опрос студентов в начале каждого занятия, дифференцированный зачёт в устной форме. |

| | | |
|--|--|---|
| <p>ПК - 2.1. Проводит научные исследования в избранной области в соответствии с профилем подготовки и в зависимости от специфики объекта исследования с помощью современной приборной базы.</p> | <p>Знать процессы работы с инструментарием для реализации и тренировки описанных методов; разработки и адаптации алгоритмов обработки данных для практических задач.</p> | <p>Опрос студентов в начале каждого занятия, дифференцированный зачёт в устной форме.</p> |
| <p>ПК – 2.3. Использует специализированные знания в области физики и математики при выборе методов расчета, проведении статистического анализа экспериментальных данных в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p> | <p>Уметь оценивать применимость методов обработки данных для различных задач.</p> | <p>Опрос студентов в начале каждого занятия, дифференцированный зачёт в устной форме.</p> |

10.2. Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Методы обработки данных в научных исследованиях».

Таблица 10.2

| Критерии оценивания результатов обучения | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Уровень освоения компетенции | | | |
|--|---|---|---|--|---|
| | | Не сформирован (0 баллов) | Пороговый уровень (3 балла) | Базовый уровень (4 балла) | Продвинутый уровень (5 баллов) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Полнота знаний | ПК 1.1 ПК 2.1 | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки. | Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок. | Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы. | Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы. |
| Наличие умений | ПК 1.2 ПК 2.3 | Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки. | Продemonстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки. | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами. | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок. |

10.3. Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

Примеры контрольных вопросов

1. Основные принципы визуализации данных
2. Спектральный анализ данных
3. Преобразование Фурье
4. Дискретное преобразование Фурье
5. Интерпретация результатов ДПФ
6. Быстрое преобразование Фурье
7. Вэйвлет анализ данных
8. Время-частотное представление сигналов
9. Непрерывное и дискретное вэйвлет-преобразование
10. Кратномасштабная обработка данных
11. Фильтрация экспериментальных данных
12. Свертка, свойства свертки, теорема о быстрой свертке
13. Классификация частотных фильтров
14. Фильтры с конечной и бесконечной импульсной характеристикой
15. Проектирование КИХ фильтров
16. Проектирование БИХ фильтров
17. Корреляционный анализ данных
18. Корреляция, свойства, быстрая корреляция
19. Автокорреляция сигналов
20. Коэффициенты корреляции

Примеры вопросов на дифференцированном зачёте

1. Применение корреляционного анализа
2. Статистический анализ экспериментальных данных
3. Генеральная совокупность и выборка
4. Точечные оценки параметров распределения
5. Статистические ряды
6. Функции распределения
7. Проверки статистических гипотез
8. Регрессионный анализ данных
9. Линейная регрессия
10. Метод наименьших квадратов
11. Обработка и анализ многомерных данных
12. Визуализация многомерных данных
13. Многомерное преобразование Фурье
14. Факторный анализ многомерных данных
15. Детерминационный анализ многомерных данных
16. Кластерный анализ многомерных данных
17. Обработка и анализ данных с использованием нейронных сетей
18. Понятие нейронных сетей
19. Виды нейронных сетей
20. Обучение нейронной сети

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Методы обработки данных в научных исследованиях»
Направление: 03.03.02 Физика
Направленность (профиль): Физическая информатика**

| № | Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа) | Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ | Подпись ответственного |
|---|--|--|------------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |