

**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
А. Е. Бондарь
2020 г.

академик РАН



Рабочая программа дисциплины

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

направление подготовки: **03.03.02 Физика, Курс 3, семестр 6**
направленность (профиль): **Физическая информатика**

Форма обучения
Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в период сессии) (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	Лабораторные занятия			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 зачетных единицы, из них: - контактная работа 50 часов - в интерактивных формах 32 часа										
Компетенции ПК-1, ПК-2										

Разработчик:
д.т.н., доцент



С.В. Двойнишников

Зав. кафедрой АФТИ ФФ НГУ
к.т.н.



К. Ф. Лысаков

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



С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2020

Содержание

Аннотация.....	3
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
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	5
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	5
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.	9
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	9
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине	9

Аннотация
к рабочей программе дисциплины
«Методы обработки данных в научных исследованиях»
Направление: **03.03.02 Физика**
Направленность (профиль): Физическая информатика

Программа дисциплины «Методы обработки данных в научных исследованиях» составлена в соответствии с требованиями СУОС к уровню бакалавриата по направлению подготовки **03.03.02 Физика, направленность «Физическая информатика»**, а также задачами, стоящими перед Новосибирским государственным университетом по реализации Программы развития НГУ. Дисциплина реализуется на физическом факультете Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования Новосибирский национальный исследовательский государственный университет (НГУ) кафедрой автоматизации физико-технических исследований. Дисциплина изучается студентами **третьего** курса физического факультета.

Цель дисциплины – получить представление о современных методах анализа и обработки данных в научных исследованиях и освоить базовые методы обработки экспериментальных данных.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

- способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (**ПК-1**);
- способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта (**ПК-2**).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- методы анализа экспериментальных данных;
- методы обработки экспериментальных данных.

Уметь:

- оценить применимость методов обработки данных для различных задач;
- разрабатывать алгоритмы обработки и анализа экспериментальных данных в физико-технических исследованиях.

Владеть:

- работы с инструментарием для реализации и тренировки описанных методов;
- разработки и адаптации алгоритмов обработки данных для практических задач.

Дисциплина рассчитана на **один семестр (6-й)**. Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента, дифференцированный зачет.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- Текущий контроль: опрос студентов в начале каждого занятия, решение задач;
- Промежуточная аттестация: дифференцированный зачет.

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

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 и освоить базовые методы обработки экспериментальных данных.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

- способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1);
- способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта (ПК-2).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- методы анализа экспериментальных данных (ПК-1.1);
- методы обработки экспериментальных данных (ПК-2.1).

Уметь:

- оценить применимость методов обработки данных для различных задач (ПК-1.2);
- разрабатывать алгоритмы обработки и анализа экспериментальных данных в физико-технических исследованиях (ПК-2.2).

Владеть:

- работы с инструментарием для реализации и тренировки описанных методов (ПК-1.3);
- разработки и адаптации алгоритмов обработки данных для практических задач (ПК-2.3).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина реализуется в весеннем семестре 3-го курса для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика. В результате прохождения курса студенты отделения физической информатики 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.

Дисциплина развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам изучения следующих дисциплин: основы программирования, практическое программирование, цифровая схемотехника и архитектура вычислительных систем. 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	Лабораторные занятия			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 зачетные единицы, из них: - контактная работа 50 часов - в интерактивных формах 32 часа										
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: опрос студентов в начале каждого занятия.

Промежуточная аттестация: дифференцированный зачет

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 зачет) – 2 часа.

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

Работа с обучающимися в интерактивных формах составляет 32 часа.

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

Общая трудоемкость дисциплины «Методы обработки данных в научных исследованиях» составляет 2 зачетные единицы / 72 академических часа. Материал лекционного курса увязывается с передовыми исследованиями всюду, где это допускается уровнем знаний и подготовки студентов. Специально указываются темы, активно обсуждаемые в текущей профессиональной научной литературе.

Основной целью освоения дисциплины является приобретение навыков разработки эффективных вычислительных алгоритмов, использующих современные методы цифровой обработки сигналов. Задачами курса являются: изучение математических моделей сигналов, теории дискретных линейных систем, методов и алгоритмов спектрального анализа сигналов, статистической обработки и цифровой фильтрации дискретных сигналов, знакомство с основными

направлениями развития прикладных исследований в области цифровой обработки сигналов и изображений.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Промежу точная аттестация (в период сессии) (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа в течение семестра (не включая период сессии)	
				Лекции (кол-во часов)	Лаборатор ные работы (кол-во часов)		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Основные принципы визуализации данных. Кодирование информации формой, образами, числовыми таблицами	1	5	1	2		
2	Спектральный анализ данных. Преобразование Фурье. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье.	2-3	8	2	2	2	
3	Время-частотное представление сигналов. Кратномасштабная обработка данных. Непрерывное и дискретное Вейвлет преобразование.	4-5	9	2	4	3	
4	Фильтрация экспериментальных данных. Свертка. Свойства свертки. Классификация частотных фильтров. Проектирование и применение фильтров.	6-7	9	2	4	3	
5	Корреляционный анализ данных. Корреляция. Свойства корреляции. Автокорреляция сигналов.	8	7	1	4	2	
6	Статистический анализ экспериментальных данных. Генеральная совокупность и выборка. Точечные оценки параметров распределения. Статистические ряды. Функции распределения. Проверки статистических гипотез.	9-10	9	2	4	3	
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	9	2	4	3	
	Дифференцированный зачет		2				2
	Итого		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:

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

Самостоятельная работа студентов (22 часа)

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

Список тем для изучения:

1. Основные принципы визуализации данных
2. Визуализация многомерных данных
3. Спектральный анализ данных
4. Преобразование Фурье
5. Дискретное и быстрое преобразование Фурье
6. Многомерное преобразование Фурье
7. Вэйвлет-преобразование
8. Время-частотное представление сигналов
9. Кратномасштабная обработка данных
10. Свертка, свойства свертки, теорема о быстрой свертке
11. Классификация частотных фильтров
12. Фильтры с конечной и бесконечной импульсной характеристикой
13. Корреляция, свойства, быстрая корреляция
14. Автокорреляция сигналов
15. Статистический анализ экспериментальных данных
16. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов
17. Факторный анализ многомерных данных
18. Детерминационный анализ многомерных данных
19. Кластерный анализ многомерных данных
20. Обработка и анализ данных с использованием нейронных сетей
21. Понятие нейронных сетей
22. Виды нейронных сетей
23. Обучение нейронной сети

5. Перечень учебной литературы

5.1. Основная литература

1. Цифровая обработка сигналов, Оппенгейм А., Шафер Р. Москва: Техносфера, 2006. — 856с.
2. Р.Гонсалес, Р. Вудс Цифровая обработка изображений / Москва: Техносфера, 2005. – 1072 с.

5.2. Дополнительная литература

1. Шишмарев В.Ю. Измерительная техника. – М.Академия, 2008. – 288 с.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

1. Шелухин О.И., Тенякшев А.М., Осин А.В. Моделирование информационных систем / Учебное пособ.. – М.:Радиотехника, 2005. – 368 с.
2. Даджион Д., Мерсеро Р. Цифровая обработка многомерных сигналов. Пер. с англ. - М.: Мир, 1988 - 488 с.
3. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов. Пер. с англ. – М.: Мир, 2005. — 671 с.

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

Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:

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

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС.

7.1 Современные профессиональные базы данных

Не используются.

7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

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

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

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

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 и промежуточной аттестации по дисциплине

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в ходе семестра путем опроса в начале каждой лекции по материалам предыдущей лекции, а также проведения опроса студентов в начале каждого занятия на темы, рассмотренные на предыдущем занятии.

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 в части, относящейся к

формированию способности использовать специализированные знания в области использования языков описания аппаратуры в профессиональной деятельности.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на зачете с оценкой. Зачет с оценкой проводится в конце семестра в сессию в устной форме. Вопросы подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенций ПК-1 и ПК-2.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Каждый вопрос билета оценивается от 0 до 5 баллов. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

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

Критерии и 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.	Минимально допустимый уровень знаний. 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-2.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	ПК-1.3 ПК-2.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.

10.2 Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Вопросы для оценивания знаний в процессе обучения и на зачете:

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
21. Применение корреляционного анализа
22. Статистический анализ экспериментальных данных
23. Генеральная совокупность и выборка
24. Точечные оценки параметров распределения
25. Статистические ряды
26. Функции распределения
27. Проверки статистических гипотез
28. Регрессионный анализ данных
29. Линейная регрессия
30. Метод наименьших квадратов
31. Обработка и анализ многомерных данных
32. Визуализация многомерных данных
33. Многомерное преобразование Фурье
34. Факторный анализ многомерных данных
35. Детерминационный анализ многомерных данных
36. Кластерный анализ многомерных данных
37. Обработка и анализ данных с использованием нейронных сетей
38. Понятие нейронных сетей
39. Виды нейронных сетей
40. 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»
по направлению подготовки 03.04.02 Физика
Профиль «Физическая информатика»**

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