

**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

д.ф.-м.н. _____



УТВЕРЖДАЮ
Декан ФФ
В. Е. Блинов
« 28 » 08 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

**ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ И МЕТОДЫ ДИСКРЕТНОГО
АНАЛИЗА**

направление подготовки: **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	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	108	16	32		38	18	2			2
Всего 108 часов / 3 зачетные единицы, из них: - контактная работа 52 часа										
Компетенции ПК-1										

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

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2023

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	4
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	9
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	9
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	10

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

Цель дисциплины – освоение современных методов цифровой обработки сигналов, приобретение навыков разработки эффективных вычислительных алгоритмов анализа и фильтрации сигналов.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника компетенции ПК-1.

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 и алгоритмы спектрального анализа сигналов; теоретические основы построения алгоритмов цифровой обработки сигналов (преобразование Фурье, вейвлет- и Z-преобразования); параметрические описания детерминированных и случайных сигналов, методы оценивания параметров (в частности, корреляционных и спектральных характеристик данных сигналов). Знать основные направления развития прикладных исследований в области цифровой обработки сигналов и изображений; эффективные вычислительные алгоритмы дискретных Фурье- и вейвлет-преобразований. Уметь использовать математические модели сигналов для их обработки; разрабатывать и адаптировать фильтры для конкретных практических задач.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Курс реализуется в весеннем семестре 3-го курса для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки **03.03.02 Физика**. В результате прохождения курса студенты отделения общей и фундаментальной физики 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, аналоговая схемотехника, аналоговая электроника, 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. 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

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	108	16	32		38	18	2			2
Всего 108 часов / 3 зачетные единицы, из них: - контактная работа 52 часа										
Компетенции ПК-1										

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, экзамен.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль: опрос студентов в начале каждого занятия.

Промежуточная аттестация: экзамен.

Общая трудоёмкость рабочей программы дисциплины составляет **108** академических часов/3 зачетные единицы:

- занятия лекционного типа – 16 часов;
- практические занятия – 32 часа;
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии, – 38 часов;
- самостоятельная работа, подготовка к промежуточной аттестации – 18 часов;
- консультации – 2 часа;
- промежуточная аттестация (экзамен) – 2 часа.

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, экзамен) составляет 52 часа.

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

Общая трудоемкость дисциплины «Цифровая обработка данных и методы дискретного анализа» составляет 3 зачетные единицы / 108 академических часов. 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, основное содержание лекций	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Промежуточная аттестация (в период сессии) (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной	
				Лекции (кол-во часов)	Практические занятия (кол-во часов)			
1	Классификация сигналов и способы их описания.	1	2	1	2	2		
2	Процесс дискретизации сигналов (аналого-цифровое преобразование).	2	2	1	2	2		
3	Применение дискретного преобразование Фурье.	3	4	1	2	2		
4	Явление Гиббса и неожиданные эффекты	4	4	1	2	2		
5	Ограничения и недостатки преобразования Фурье	5	4	1	2	2		
6	Идея вейвлет-преобразования. Основы теории.	6	4	1	2	2		
7	Линейные преобразования (фильтрация) стационарных случайных сигналов	7	4	1	2	2		
8	Линейные разностные уравнения с постоянными коэффициентами	8	4	1	2	2		
9	Цифровая фильтрация	9	4	1	2	3		
10	Дискретизация непрерывных функций и аналого-цифровые преобразователи	10	4	1	2	3		

№ п/п	Раздел дисциплины, основное содержание лекций	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Промежуточная аттестация (в период сессии) (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной	
				Лекции (кол-во часов)	Практические занятия (кол-во часов)			
11	Основные разностные операции вычислительной математики с физической точки зрения.	11	4	1	2	2		
12	Построение разностной аппроксимации с наименьшими искажениями закона дисперсии малых колебаний	12	4	1	2	2		
13	Построение разностной аппроксимации для уравнений, описывающих нелинейные явления в многомерных средах	13	6	1	2	3		
14	Быстрый метод численного решения интегральных уравнений	14	6	1	2	3		
15	Численное решение нелинейных уравнений	15	4	1	2	3		
16	Теорема Коши.	16	4	1	2	3		
17	Самостоятельная работа						18	
18	Консультация перед экзаменом		20				2	
19	Экзамен	17	2				2	
	Итого		108	16	32	38	20	2

Программа и основное содержание лекций (16 часов)

Лекция 1.

Классификация сигналов и способы их описания. Информативные характеристики детерминированных сигналов (энергия, мощность, моменты, автокорреляционная функция, спектральный состав). Гармонический анализ импульсной последовательности. Примеры. Аппроксимация функции рядом Фурье и метод наименьших квадратов. Эффекты, возникающие при приближении функции конечным рядом Фурье. Явление Гиббса.

Лекция 2.

Процесс дискретизации сигналов (аналого-цифровое преобразование). Спектр. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Основные свойства ДПФ. Восстановление аналогового сигнала по множеству отсчетов. Теорема Котельникова-Шеннона. Частота Найквиста. Эффект появления «ложных частот» (aliasing). Примеры. Прямоугольные и «мягкие» окна. Вычисление свертки.

Лекция 3.

Использование ДПФ для восстановления исходного сигнала и для вычисления отсчетов «непрерывного» спектра (интерполяция спектра). Вычисление линейной свертки при помощи ДПФ. Эффект «растекания» спектра и весовые функции (окна). Алгоритмы быстрого преобразования Фурье (БПФ).

Лекция 4.

Явление Гиббса и неожиданные эффекты: влияние конечности выборки, появление паразитных гармоник, квантование по частоте и эффект частотола. Использование окон Ганна и Хэмминга для подавления явления Гиббса.

Лекция 5.

Ограничения и недостатки преобразования Фурье. Интерполирование с помощью полиномов Чебышева. Связь полиномов Чебышева с рядами Фурье. Конечные ряды Фурье, «окна» и весовые функции. Проблемы частотно-временной локализации нестационарных сигналов.

Лекция 6.

Идея вейвлет-преобразования. Основы теории. Базисные функции непрерывного вейвлет – преобразования (WAVE - , МНАТ - , DOG – вейвлеты). Примеры применения. Дискретный вейвлет-анализ. Кратномасштабное представление сигналов. Скейлинг-функция и материнский вейвлет. Вейвлеты Хаара и Добеши. Быстрое вейвлет-преобразование (алгоритм Малла). Примеры применения.

Лекция 7.

Линейные преобразования (фильтрация) стационарных случайных сигналов: свойства выходного сигнала (существование, моменты, автоковариационная функция). Описание фильтра в виде дискретной линейной системы: импульсная характеристика, частотная характеристика, фильтры с линейной фазовой характеристикой. Прямое Z-преобразование дискретных последовательностей. Область сходимости. Свойства Z-преобразования. Z-свертка последовательностей. Передаточная функция дискретной системы.

Лекция 8.

Линейные разностные уравнения с постоянными коэффициентами как модели цифровых (рекурсивных) фильтров. Численное интегрирование как пример рекурсивной фильтрации. Обратное Z-преобразование. Нули и полюсы дискретной системы. Примеры.

Лекция 9.

Цифровая фильтрация. Рекурсивные фильтры реального времени – как выбрать и как рассчитывать. W-z преобразование. Частота и уровень пропускания, частота и уровень подавления. Фильтры Баттерворта. Фильтры Чебышева.

Лекция 10.

Дискретизация непрерывных функций и аналого-цифровые преобразователи. Конечная точность вычислений и округление результатов. Высокочастотные шумы квантования, округления и их фильтрация.

Лекция 11.

Основные разностные операции вычислительной математики с физической точки зрения. Передаточные функции разностных операций как рекурсивные цифровые фильтры. Анализ спектральных искажений Фурье-спектра.

- формулы численного интегрирования
- интерполяция
- сглаживание экспериментальных данных с большим уровнем шума
- формулы численного дифференцирования.

Лекция 12.

Построение разностной аппроксимации с наименьшими искажениями закона дисперсии малых колебаний – на примере одномерных эволюционных уравнений типа Кортевега – де Фриса – Бюргера. Сравнение аппроксимаций различного порядка.

Лекция 13.

Построение разностной аппроксимации для уравнений, описывающих нелинейные явления в многомерных средах со слабой дисперсией звуковых колебаний – на примере уравнения Кадомцева-Петвиашвили. Распараллеливание вычислений. Итерационное расщепление.

Лекция 14.

Быстрый метод численного решения интегральных уравнений путем замены ядра на конечный ряд полиномов Чебышева или ряд Фурье на примере уравнения Фредгольма второго рода. Приближенное решение некорректных задач на примере интегрального уравнения Фредгольма первого рода. Регуляризация по Тихонову.

Лекция 15.

Численное решение нелинейных уравнений с использованием быстро сходящихся разностных схем: понятие о методах инвариантного погружения. Линеаризация. Квазилинеаризация. Скорость сходимости итераций. Непрерывные аналоги итерационных методов. Построение устойчивых разностных схем. Непрерывный аналог метода Ньютона. Экспоненциальный итерационный процесс с параметром «время t ». Построение разностных схем на примере уравнения Пуассона.

Лекция 16.

Вычисление комплексных корней уравнения без итераций с помощью теоремы Коши о логарифмических вычетах.

Программа и основное содержание лабораторных работ (32 часа)

- Классификация сигналов и способы их описания.
- Процесс дискретизации сигналов (аналого-цифровое преобразование).
- Применение дискретного преобразования Фурье.
- Явление Гиббса и неожиданные эффекты
- Ограничения и недостатки преобразования Фурье
- Идея вейвлет-преобразования. Основы теории.
- Линейные преобразования (фильтрация) стационарных случайных сигналов
- Линейные разностные уравнения с постоянными коэффициентами
- Цифровая фильтрация
- Дискретизация непрерывных функций и аналого-цифровые преобразователи
- Основные разностные операции вычислительной математики с физической точки зрения.
- Построение разностной аппроксимации с наименьшими искажениями закона дисперсии малых колебаний
- Построение разностной аппроксимации для уравнений, описывающих нелинейные явления в многомерных средах
- Быстрый метод численного решения интегральных уравнений
- Численное решение нелинейных уравнений
- Теорема Коши.

Самостоятельная работа студентов (56 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	38
Подготовка к экзамену	18

5. Перечень учебной литературы

1. Двойнишников, Сергей Владимирович. Методы обработки данных в научных исследованиях : учебное пособие : [для студентов, аспирантов физических факультетов вузов] / С.В. Двойнишников ; М-во науки и высшего образования РФ, Новосиб. гос. ун-т, Физ. фак. Новосибирск : Издательско-полиграфический центр НГУ, 2022. 75 с. : ил., табл., цв. ил. ; 20 см.
2. Иванова, В. Г. Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры : учебное пособие / В. Е. Иванова, А. И. Тяжев. Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. 253 с.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

1. Сергиенко, Александр Борисович. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для студентов высших заведений, обучающихся по направлению 210300 "Радиотехника" / А.Б. Сергиенко. 3-е изд. Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2015. 756 с. : ил. ; 21 см. (Учебная литература для вузов) . ISBN 978-5-9775-0915-2.
2. Формалев, В. Ф. Численные методы: учебник / В. Ф. Формалев, Д. Л. Ревизников. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006. — 400 с. — ISBN 5-9221-0479-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/48183> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

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

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

Перечень результатов обучения по дисциплине «Цифровая обработка данных и методы дискретного анализа» и индикаторов их достижения представлен в виде знаний, умений и владений в разделе 1.

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 заявленная компетенция ПК-1 сформирована 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 экзамене. Экзамен проводится в конце семестра в сессию в устной форме. Вопросы подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенции ПК-1.

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.

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 и алгоритмы спектрального анализа сигналов; теоретические основы построения алгоритмов цифровой обработки сигналов (преобразование Фурье, вейвлет- и Z-преобразования); параметрические описания детерминированных и случайных сигналов, методы оценивания параметров (в частности, корреляционных и спектральных характеристик данных сигналов). Знать основные направления развития прикладных исследований в области цифровой обработки сигналов и изображений; эффективные вычислительные алгоритмы дискретных Фурье- и вейвлет- преобразований.	Вопросы по материалам предыдущих лекций, экзамен в устной форме.

ПК 1.2 Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области.	Уметь использовать математические модели сигналов для их обработки; разрабатывать и адаптировать фильтры для конкретных практических задач.	Вопросы по материалам предыдущих лекций, экзамен в устной форме.
--	---	--

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Цифровая обработка данных и методы дискретного анализа».

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	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	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-1.2	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.

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

Вопросы к экзамену:

- Классификация сигналов и способы их описания.
- Процесс дискретизации сигналов (аналого-цифровое преобразование).
- Применение дискретного преобразование Фурье.
- Явление Гиббса и неожиданные эффекты
- Ограничения и недостатки преобразования Фурье
- Идея вейвлет-преобразования. Основы теории.
- Линейные преобразования (фильтрация) стационарных случайных сигналов
- Линейные разностные уравнения с постоянными коэффициентами
- Цифровая фильтрация
- Дискретизация непрерывных функций и аналого-цифровые преобразователи
- Основные разностные операции вычислительной математики с физической точки зрения.
- Построение разностной аппроксимации с наименьшими искажениями закона дисперсии малых колебаний
- Построение разностной аппроксимации для уравнений, описывающих нелинейные явления в многомерных средах
- Быстрый метод численного решения интегральных уравнений
- Численное решение нелинейных уравнений
- Теорема Коши.

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 «Цифровая обработка данных и методы дискретного анализа»
по направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профиль «Физическая информатика»**

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