

**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  
« 27 » 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ**

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 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	32	16		22				2	
Всего 72 часа / 2 зачетные единицы, из них: - контактная работа 50 часов - в интерактивных формах 16 часов										
Компетенции ПК-1, ПК-2										

Разработчик:  
к.т.н.

К. Ф. Лысаков

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

**Аннотация**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**«Вычислительный эксперимент и обработка данных»**  
Направление: **03.03.02 Физика**  
**Направленность (профиль): Физическая информатика**

Программа дисциплины «**Вычислительный эксперимент и обработка данных**» 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 – освоение современных методов цифровой обработки сигналов, приобретение навыков разработки эффективных вычислительных алгоритмов анализа и фильтрации сигналов.

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 и алгоритмы спектрального анализа сигналов;
  - параметрические описания детерминированных и случайных сигналов, методы оценивания параметров (в частности, корреляционных и спектральных характеристик данных сигналов)
  - эффективные вычислительные алгоритмы дискретных Фурье- и вейвлет-преобразований.
- **Уметь:**
  - реализовать алгоритмы цифровой обработки сигналов;
  - использовать математические модели сигналов для их обработки.
- **Владеть:**
  - навыками разработки и адаптации фильтров, для конкретных практических задач;
  - навыками работы с сигналами, зарегистрированными в результате экспериментальных измерений.

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

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 и алгоритмы спектрального анализа сигналов (ПК-2.1);
- эффективные вычислительные алгоритмы дискретных Фурье- и вейвлет- преобразований (ПК-1.1).

**Уметь:**

- реализовать алгоритмы цифровой обработки сигналов (ПК-1.2);
- использовать математические модели сигналов для их обработки (ПК-2.2).

**Владеть:**

- навыками разработки и адаптации фильтров, для конкретных практических задач (ПК-1.3);
- навыками работы с сигналами, зарегистрированными в результате экспериментальных измерений (ПК-2.3).

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к циклу профессиональных дисциплин и 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	72	32	16		22				2	
Всего 72 часа / 2 зачетных единицы, из них: - контактная работа 50 часов - в интерактивных формах 16 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: опрос студентов в начале каждого занятия;

Промежуточная аттестация: дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет **72** академических часов/**2** зачетных единиц:

- занятия лекционного типа – 32 часов;
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 22 часа;
- промежуточная аттестация (дифференцированный зачет) – 2 часа.

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, практические занятия, дифференцированный зачет) составляет 50 часов. Работа в интерактивных формах составляет 16 часов.

### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Вычислительный эксперимент и обработка данных» 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, основное содержание лекций	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Консультации перед экзаменом (часов)	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	5	2	1	2			
2	Процесс дискретизации сигналов (аналого-цифровое преобразование).	2	5	2	1	2			
3	Применение дискретного преобразование Фурье.	3	4	2	1	1			
4	Явление Гиббса и неожиданные эффекты	4	4	2	1	1			
5	Ограничения и недостатки преобразования Фурье	5	4	2	1	1			
6	Идея вейвлет-преобразования. Основы теории.	6	4	2	1	1			
7	Линейные преобразования (фильтрация) стационарных случайных сигналов	7	4	2	1	1			
8	Линейные разностные уравнения с постоянными коэффициентами	8	4	2	1	1			
9	Цифровая фильтрация	9	4	2	1	1			
10	Дискретизация непрерывных функций и аналого-цифровые преобразователи	10	4	2	1	1			
11	Основные разностные операции вычислительной математики с физической точки зрения.	11	4	2	1	1			
12	Построение разностной аппроксимации с наименьшими искажениями закона дисперсии малых колебаний	12	4	2	1	1			
13	Построение разностной аппроксимации для уравнений, описывающих нелинейные явления в многомерных средах	13	5	2	1	2			
14	Быстрый метод численного решения интегральных уравнений	14	5	2	1	2			

№ п/п	Раздел дисциплины, основное содержание лекций	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Консультации перед экзаменом (часов)	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)				
15	Численное решение нелинейных уравнений	15	5	2	1	2			
16	Теорема Коши.	16	5	2	1	2			
	Дифференцированный зачет	18	2					2	
	<b>Итого</b>		<b>72</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>22</b>		<b>2</b>	

### Программа и основное содержание лекций (32 часа)

#### Лекция 1.

Классификация сигналов и способы их описания. Информативные характеристики детерминированных сигналов (энергия, мощность, моменты, автокорреляционная функция, спектральный состав). Гармонический анализ импульсной последовательности. Примеры.

#### 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.

#### 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 - , MHAT - , 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 - Бюргерса. 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 практических занятий (16 часов)**

#### **Занятие 1.**

Аппроксимация функции рядом Фурье и метод наименьших квадратов. Эффекты, возникающие при приближении функции конечным рядом Фурье. Явление Гиббса.

#### **Занятие 2.**

Прямоугольные и «мягкие» окна. Вычисление свертки.

#### **Занятие 3.**



Использование ДПФ для восстановления исходного сигнала и для вычисления отсчетов «непрерывного» спектра (интерполяция спектра).

**Занятие 4.**

Использование окон Ганна и Хэмминга для подавления явления Гиббса.

**Занятие 5.**

Интерполирование с помощью полиномов Чебышева. Конечные ряды Фурье, «окна» и весовые функции.

**Занятие 6.**

Дискретный вейвлет-анализ. Кратномасштабное представление сигналов. Скейлинг-функция и материнский вейвлет. Вейвлеты Хаара и Добеши. Быстрое вейвлет-преобразование (алгоритм Малла).

**Занятие 7.**

Линейные преобразования (фильтрация) стационарных случайных сигналов: свойства выходного сигнала (существование, моменты, автоковариационная функция). Передаточная функция дискретной системы.

**Занятие 8.**

Численное интегрирование как пример рекурсивной фильтрации. Обратное Z-преобразование.

**Занятие 9.**

Цифровая фильтрация. Рекурсивные фильтры реального времени. Фильтры Баттерворта. Фильтры Чебышева.

**Занятие 10.**

Дискретизация непрерывных функций и аналого-цифровые преобразователи.

**Занятие 11.**

Анализ спектральных искажений Фурье-спектра.

**Занятие 12.**

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

**Занятие 13.**

Построение разностной аппроксимации для уравнений, описывающих нелинейные явления в многомерных средах со слабой дисперсией звуковых.

**Занятие 14.**

Приближенное решение некорректных задач на примере интегрального уравнения Фредгольма первого рода.

**Занятие 15.**

Численное решение нелинейных уравнений с использованием быстро сходящихся разностных схем. Построение разностных схем на примере уравнения Пуассона.

**Занятие 16.**

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

**Самостоятельная работа студентов (22 часа)**

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

**5. Перечень учебной литературы**

**5.1. Основная литература**

1. Алан, Оппенгейм Цифровая обработка сигналов / Оппенгейм Алан, Шафер Рональд; перевод С. А. Кулешов, Е. Б. Махиянова, Н. Ф. Орлова. — Москва: Техносфера, 2012. —

1048 с. — ISBN 978-5-94836-329-5. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/26906.html>

2. Умняшкин, С.В. Основы теории цифровой обработки сигналов: учебное пособие: [16+] / С.В. Умняшкин. — 5-е изд., исправл. и доп. — Москва: Техносфера, 2019. — 550 с.: ил., схем. — (Мир цифровой обработки). — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=597188>. — Библиогр. в кн. — ISBN 978-5-94836-557-2. — Текст: электронный.

## **5.2. Дополнительная литература**

- Магазинникова, А.Л. Основы цифровой обработки сигналов: учебное пособие / А.Л. Магазинникова. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург: Лань, 2016. - 132 с. - ISBN 978-5-8114-2175-6. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/76274>

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

1. Васюков, В. Н. Цифровая обработка сигналов: сборник задач и упражнений: учебное пособие / В. Н. Васюков. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 76 с. — ISBN 978-5-7782-3572-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91481.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
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

### 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 дифференцированном зачете. Зачет 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 «Вычислительный эксперимент и обработка данных».

Критери и оценива ния результат ов обучени я	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/	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированн о отвечает на

				несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	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 к зачету:

- 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.

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 «Вычислительный эксперимент и обработка данных»  
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