

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 физико-технической информатики

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### **Методы анализа физических измерений**

направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

**Курс 1, семестр 2**

профиль

### **Приборы и методы экспериментальной физики**

Форма обучения: **очная**

Разработчики:

д.ф.-м.н., И.Б. Логашенко



и.о. Заведующего кафедрой ФТИ ФФ

к.ф.-м.н., П.П. Кроковный



Новосибирск 2020

## Содержание

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Методы анализа физических измерений»»	3
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	5
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	6
3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося	6
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	7
5. Перечень учебной литературы	10
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся	10
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	11
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	11
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	11
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине	12

## Аннотация

### к рабочей программе дисциплины «Методы анализа физических измерений»

Направление: **03.06.01 Физика и астрономия**

Направленность (профиль): **Приборы и методы экспериментальной физики**

Направленность (профиль): **Биофизика**

Направленность (профиль): **Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества**

Дисциплина «Методы анализа физических измерений» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профили подготовки «Приборы и методы экспериментальной физики», «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества», «Биофизика» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Методы анализа физических измерений» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры, и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов. Курс входит в набор вариативных дисциплин, направленных на подготовку к сдаче экзаменов кандидатского минимума и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации), для аспирантов, обучающихся по профилям подготовки «Приборы и методы экспериментальной физики», «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества», «Биофизика».

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

#### **Знания:**

УК-1.1. Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.

УК-5.1. Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.

ОПК-1.1. Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.

ПК-1.1. Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.1. Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

#### **Умения:**

УК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.

УК-5.2. Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития.

ОПК-1.2. Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.

ПК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.2. Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

**Навыки:**

УК-5.3. Владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.

ОПК-1.3. Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.

Цели дисциплины – ознакомление аспирантов с современными методами анализа результатов измерений, получаемых в физических экспериментах. Первая часть дисциплины посвящена повторению и углублению знаний, полученных в курсах теории вероятностей и математической статистики. Вторая часть дисциплины посвящена применению методов интеллектуального и многопараметрического анализа данных. В третьей части курса рассматриваются отдельные задачи, часто возникающие при анализе экспериментальных данных. В рамках практических занятий студенты получают возможность использовать полученные знания для решения индивидуально подобранных задач.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекционные занятия, практические занятия, выступление с докладом, самостоятельная работа обучающегося, зачет.

Общий объем дисциплины – 3 зачетных единицы (108 часов).

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

Код	Компетенции, формируемые в рамках дисциплины
<b>УК-1. Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</b>	
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.
<b>УК-5. Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития</b>	
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития.
УК-5.3	Владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.
<b>ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</b>	
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1.3	Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.
<b>ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.</b>	
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
<b>ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.</b>	
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методы анализа физических измерений» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профили подготовки «Приборы и методы экспериментальной физики», «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества», «Биофизика» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Методы анализа физических измерений» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры, и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов. Курс входит в набор вариативных дисциплин, направленных на подготовку к сдаче экзаменов кандидатского минимума и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации), для аспирантов, обучающихся по профилям подготовки «Приборы и методы экспериментальной физики», «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества», «Биофизика».

Цели дисциплины – ознакомление аспирантов с современными методами анализа результатов измерений, получаемых в физических экспериментах. Первая часть дисциплины посвящена повторению и углублению знаний, полученных в курсах теории вероятностей и математической статистики. Вторая часть дисциплины посвящена применению методов интеллектуального и многопараметрического анализа данных. В третьей части курса рассматриваются отдельные задачи, часто возникающие при анализе экспериментальных данных. В рамках практических занятий студенты получают возможность использовать полученные знания для решения индивидуально подобранных задач.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекционные занятия, практические занятия, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, индивидуальная работа с преподавателем, самостоятельная подготовка обучающегося, зачет.

Общий объем дисциплины – 3 зачетных единицы (108 часов).

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо освоение дисциплины Методы анализа физических измерений:

Кандидатский экзамен по модулю в зависимости от специфики профиля подготовки.

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

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	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Индивидуальная работа с преподавателем/ Консультации в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Кандидатский экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	108	20	32		18	36			2		
Всего 108 часов /3 зачетных единицы											

из них: - контактная работа 72 часа - в интерактивных формах 52 часа
Компетенции: УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-2

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Консультации перед экзаменом	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	Индивидуальная работа с преподавателем /Консультации в период занятий				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Повторение основных положений теории вероятностей и математической статистики.	1-16	6	1	2	1	2			
2.	Метод Монте-Карло, область применения.	1-16	6	1	2	1	2			
3.	Оценка параметров распределений по ограниченной выборке.	1-16	6	1	2	1	2			
4.	Метод максимального правдоподобия.	1-16	6	1	2	1	2			
5.	Метод наименьших квадратов.	1-16	6	1	2	1	2			
6.	Критерий согласия и способы его построения.	1-16	6	1	2	1	2			
7.	Байесовский подход к оценке вероятностей.	1-16	6	1	2	1	2			
8.	Нейронные сети.	1-16	6	1	2	1	2			
9.	Задача разделения сигнала и фона.	1-16	6	1	2	1	2			
10.	Практические методы построения критериев разделения.	1-16	6	1	2	1	2			
11.	Задача обратной свертки (деконволюции).	1-16	6	1	2	1	2			
12.	Фурье- анализ.	1-16	6	1	2	1	2			
13.	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований Представление решенных задач	1-16	34	8	8	6	12			
14.	Зачет	17	2							2
<b>Всего</b>			108	20	32	18	36			2

## Программа курса лекций

1. Случайные величины. Дискретные и непрерывные распределения. Параметры распределений: среднее значение, дисперсия, моменты. Ковариационная матрица, коэффициент корреляции. Преобразование распределения при замене переменных. Основные распределения и их параметры: биномиальное, Пуассона, равномерное, нормальное,  $\chi^2$ . Центральная предельная теорема.
2. Метод Монте-Карло. Интегрирование методом Монте-Карло. Алгоритмы генерации случайных чисел: метод Неймана, метод трансформации, комбинированный. Алгоритм генерации нормально-распределенной величины. Алгоритм Метрополиса.
3. Оценка параметров распределений по ограниченной выборке. Точечные и интервальные оценки. Свойства оценок: состоятельность, смещение, эффективность, робастность (устойчивость). Понятие информации Фишера и неравенство Рао-Крамера. Способы построения оценок, метод моментов. Способы построения несмещенной оценки, робастной оценки.
4. Метод максимального правдоподобия. Оценка погрешностей и построение доверительных интервалов в методе максимального правдоподобия. Примеры использования метода максимального правдоподобия для аппроксимации гистограммы, определения времени жизни, оценки дисперсии.
5. Метод наименьших квадратов. Оценка погрешностей в методе наименьших квадратов. Метод наименьших квадратов в линейном приближении. Пример использования метода наименьших квадратов для аппроксимации гистограмм.
6. Критерий согласия и способы его построения. Критерий  $\chi^2$ . Оценка качества аппроксимации в методе максимального правдоподобия. Другие критерии согласия: проверка последовательностей, критерий Колмогорова-Смирнова.
7. Байесовский подход к оценке вероятностей. Теорема Байеса. Формулировка теоремы Байеса для непрерывных распределений. Применение теоремы Байеса для оценки погрешностей. Связь теоремы Байеса и метода максимального правдоподобия. Примеры применения теоремы Байеса: определение эффективности, оценка верхнего предела при близости измеренного значения к границе интервала возможных значений, оценка уровня сигнала при наличии фона. Понятие Байесовских сетей.
8. Нейронные сети. Однослойный и многослойный перцептрон. Обучение перцептрона, алгоритм обратного распространения ошибок. Глобальные методы оптимизации. Радиально-базисные сети. Задача кластеризации и сеть Кохонена. Применение нейронных сетей для классификации данных.
9. Задача разделения сигнала и фона (задача проверки гипотез). Критерий разделения, мощность и значимость критерия. Методы сравнения критериев. Простые гипотезы, лемма Неймана-Пирсона и наилучший критерий разделения. Критерий разделения в случае сложных гипотез. Практические методы построения критериев разделения: факторизация функции правдоподобия; линейный дискриминантный анализ Фишера;

нейронные сети; усиленные деревья принятия решений; методы, основанные на подсчете числа событий. Метод главных компонент.

10. Задача обратной свертки (unfolding). Постановка задачи. Методы получения результатов без обратной свертки. Прямое решение задачи. Регуляризация. Регуляризация Тихонова. Метод максимальной энтропии.
11. Фурье- анализ. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Вэйвлетный анализ.

### **План практических занятий**

1. Знакомство с программным пакетом ROOT (ПО для обработки данных)
2. Выполнение задания №1: методы Монте-Карло и параметры распределений.
3. Знакомство с программным пакетом GEANT (ПО для моделирования взаимодействия частиц с веществом)
4. Выполнение задания №2: моделирование отклика простого детектора элементарных частиц
5. Выполнение задания №3: анализ результатов, полученных в ходе выполнения задания №2, с использованием метода максимального правдоподобия
6. Знакомство с пакетом TMVA (ПО для многомерного статистического анализа данных)
7. Выполнение задания №4: анализ результатов, полученных в ходе выполнения задания №2, с использованием нейронных сетей.
8. Выполнение задания №5: анализ результатов, полученных в ходе выполнения задания №2, с использованием различных алгоритмов многомерного анализа данных.

Теоретический материал курса освещается в ходе лекций. В лекциях обсуждается как необходимый математический аппарат и теоретические аспекты алгоритмов, так и реальные примеры использования обсуждаемых методов из практики наиболее известных экспериментов в мировой науке. В ходе лекций поощряются вопросы слушателей, часть тем обсуждается в форме дискуссий. Материал всех лекций доступен в электронном виде. В ходе лекций широко используются компьютерные демонстрации.

В ходе практических занятий слушатели знакомятся с необходимыми программными продуктами. Все практические занятия проводятся в интерактивной форме. В ходе занятий слушатели выполняют задания самостоятельно или в группах из двух человек. Каждое задание отражает определенный этап анализа данных и определенный класс методов анализа. Пройдя все задания, слушатели получают практический опыт полноценного анализа результатов эксперимента и опыт использования широкого класса алгоритмов. Для сдачи задания слушатели должны не только успешно решить поставленную задачу, но и продемонстрировать понимание соответствующего теоретического материала. В процессе выполнения и сдачи задания слушатели постоянно взаимодействуют с преподавателем. На занятиях также заслушиваются доклады обучающихся по заданным темам, сопровождающиеся уточняющими вопросами со стороны преподавателя и других обучающихся.

## Индивидуальная работа с преподавателем

Перечень работ	Объем, час
Обсуждение плана доклада по избранной теме, рекомендации преподавателя относительно литературных источников, которые можно использовать при подготовке доклада, индивидуальные консультации по ходу подготовки доклада.	6
Обсуждение задач, стоящих перед аспирантом в рамках его научно-исследовательской работы, и возможных способов их решения с привлечением методов структурного анализа.	12

## Самостоятельная работа обучающихся

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Самостоятельная подготовка к лекционным и практическим занятиям с использованием учебной литературы. Подготовка доклада по избранной теме. Поиск литературных источников, работа с научным текстом, анализ литературных данных. Подготовка к практическим занятиям. Решение практических заданий.	36

## **5. Перечень учебной литературы**

### 5.1 Основная литература

1. ЭВМ в планировании и обработке эксперимента: учебное пособие: [для студентов вузов] / А.Д. Букин, С.И. Эйдельман; [отв. ред. В.И. Нифонтов]; Гос. ком. Рос. Федерации по высш. образованию, Новосиб. гос. ун-т Новосибирск: Редакционно-издательский отдел НГУ, 199587 с.: ил.; 20 см. ISBN 5-230-13578-6.
2. Лотов В.И. Теория вероятностей и математическая статистика: курс лекций / В.И. Лотов; М-во образования и науки РФ, Новосиб. гос. ун-т, Фак. информ. Технологий 2-е изд., испр. и доп Новосибирск: Редакционно-издательский центр НГУ, 2011, 127 с.
3. Логашенко И.Б. Методы анализа экспериментальных данных. Электронный лекционный курс / Новосибирск: НГУ, 2013. <http://www.phys.nsu.ru/elib/text/?id=3286>

### 5.2 Дополнительная литература

- 4 Д. Худсон. Статистика для физиков: Лекции по теории вероятностей и элементарной статистике: Пер. с англ. = Statistics: Lectures on Elementary statistics and probability / [Предисл. Е. Лейкина] 2-е изд., доп. М.: Мир, 1970296 с.
5. Чистяков В.П. Курс теории вероятностей: [Учебник для вузов] / В.П. Чистяков 6-е изд., испр. СПб и др.: Лань, 2003269 с.: ил.; 21 см. ISBN 5-9511-0008-9.
6. П.Хьюбер. Робастность в статистике / П. Хьюбер; пер. с англ. И.А. Маховой, В.И. Хохлова; под ред. И.Г. Журбенко Москва: Мир, 1984303 с.
7. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации = Sieci Neuronowe do Przetwarzania Informacji / С. Осовский; Пер. с пол. И.Д. Рудинского М.: Финансы и статистика, 2002, 343 с.: ил.; 24 см. ISBN 83-7207-187-X.

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

Размещение учебных материалов: Адрес страницы кафедры ИЯФ СО РАН  
<http://www.inp.nsk.su/obrazovanie/aspirantura>

Обучающиеся полностью обеспечены необходимой научной литературой за счет фондов библиотеки НГУ (<http://libra.nsu.ru/>). Обучающимся, проходящим практику в Институтах СО РАН, предоставляется доступ к информационным ресурсам на тех же основаниях, что и научным сотрудникам этих институтов на основании договоров о прохождении практической подготовки.

## **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:

1. Полнотекстовые журналы Springer Journals за 1997-2020 г., электронные книги (2005-2020 гг.), коллекция научных биомедицинских и биологических протоколов SpringerProtocols, коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials, реферативная БД по чистой и прикладной математике zbMATH.
2. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ).
3. Полнотекстовые электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier (Нидерланды) (23 предметные коллекции).
4. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI.
5. Электронные БД JSTOR (США). 15 предметных коллекций: Arts & Sciences I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, Life Sciences, Health & General Science, Mathematics & Statistics, Ecology & Botany, Language & Literature, Business I, II).
6. БД Scopus (Elsevier).
7. Описание пакета ROOT. <http://root.cern.ch/drupal/content/users-guide>
8. Описание пакета TMVA. <http://tmva.sourceforge.net/docu/TMVAUsersGuide.pdf>
9. Описание пакета Geant4.

### 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.

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 практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля 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 планируемых результатов обучения по дисциплине и индикаторов их достижения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по дисциплине представлен в разделе 1.

### **10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине**

#### ***Текущий контроль успеваемости:***

Текущий контроль включает контроль посещаемости обучающимися еженедельных занятий, оценку их активности в ходе дискуссий и проверки заданий для самостоятельного решения. Текущий контроль успеваемости учитывается в рамках промежуточной аттестации.

#### ***Промежуточная аттестация:***

Промежуточная аттестация по дисциплине «Методы анализа физических измерений» проводится по итогам завершения программы дисциплины в виде зачета, по результатам которого выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» может быть выставлена по результатам текущего контроля, если в ходе представления самостоятельно подготовленного доклада и ответов на вопросы обучающийся продемонстрировал уровень сформированности компетенций не ниже порогового. Оценка «зачтено» является положительным результатом прохождения промежуточной аттестации. На зачете для дополнительной проверки сформированности отдельных компетенций обучающемуся могут быть заданы вопросы по пройденному материалу.

### **Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине**

Таблица 10.1

Код компетенции	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
<b>УК-1.</b>	<b>Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</b>	Работа на практических занятиях Представление

УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.	доклада Зачет
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.	
<b>УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития</b>		
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.	Работа на практических занятиях
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития.	Представление доклада
УК-5.3	Владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.	Зачет
<b>ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</b>		
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.	Работа на практических занятиях
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.	Представление доклада
ОПК-1.3	Владеть способностью составлять и оформлять научно-техническую документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.	Зачет
<b>ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки</b>		
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	Работа на практических занятиях
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	Представление доклада
<b>ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки</b>		Работа на практических

ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	занятиях Представление доклада Зачет
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	

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	УК 1.1 УК 5.1 ОПК 1.1 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	УК 1.2 УК 5.2 ОПК 1.2 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)	УК 5.3 ОПК 1.3	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 и 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.
-----------------------------------	-------------------	--	--	--	---

***Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения***

Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения формируются в зависимости от специфики профиля подготовки

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.