

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



Согласовано, декан ФФ

Бондарь А.Е.

подпись  
 «07» 10

2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ  
 «Приборы и методы экспериментальной физики»**

направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

**Курс 1, семестр 2**

профиль

**Приборы и методы экспериментальной физики**

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	Индивидуальная работа с преподавателем			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Кандидатский экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	360	20	48		72	180	32	2	4		2
Всего 360 часов /10 зачетных единиц из них: - контактная работа 148 часов - в интерактивных формах 120 часов Компетенции: УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-2											

Разработчик:

д.ф.-м.н., И.Б. Логашенко

и.о. Заведующего кафедрой ФТИ ФФ

к.ф.-м.н., П.П. Кроковный

Ответственный за образовательную программу:

д.ф.-м. н., проф. Цыбуля С.В.

Новосибирск, 2020

## **СОДЕРЖАНИЕ**

Аннотация .....	3
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Приборы и методы экспериментальной физики .....	5
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Семинары по современным технологиям разработки электроники.....	20
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Методы анализа физических измерений .....	34
КАНДИДАТСКИЙ ЭКЗАМЕН Модуль «Приборы и методы экспериментальной физики»	49

## Аннотация

### к рабочей программе модуля «Приборы и методы экспериментальной физики»

Направление: 03.06.01 Физика и астрономия

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

Рабочая программа по модулю «Приборы и методы экспериментальной физики» составлена в соответствии с требованиями СУОС по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации) и предназначена для аспирантов, обучающихся по профилю «Приборы и методы экспериментальной физики». Модуль включает в себя рабочие программы дисциплин «Приборы и методы экспериментальной физики», «Семинары по современным технологиям разработки электроники» и «Методы анализа физических измерений», направленные на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по профилю «Приборы и методы экспериментальной физики», а также порядок подготовки к сдаче и проведения кандидатского экзамена по профилю «Приборы и методы экспериментальной физики».

Основная цель входящих в состав модуля дисциплин познакомить аспирантов с последними новейшими научными достижениями в области методов экспериментальной физики и практика презентации собственных научных результатов перед квалифицированной аудиторией.

Модуль направлен на формирование у обучающегося универсальных компетенций УК-1 и УК-5, а также общепрофессиональной компетенции ОПК-1 и профессиональных компетенций ПК-1, ПК-2.

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.

Модуль «Приборы и методы экспериментальной физики» реализуется во втором семестре учебного года (первый курс аспирантуры).

Преподавание дисциплин предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции и практические занятия с привлечением ведущих ученых, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, индивидуальная работа с преподавателем, самостоятельная подготовка обучающихся к кандидатскому экзамену.

Текущий контроль обеспечивается контролем посещения занятий.

Промежуточная аттестация по дисциплинам – зачеты, по всему модулю – кандидатский экзамен.

Общая трудоемкость рабочей программы модуля составляет **360 академических часов / 10 зачетных единиц**, в том числе:

1. Приборы и методы экспериментальной физики - 216 часов/6 зачетных единиц.
  - 2.1 Методы анализа физических измерений - 108 часов/3 зачетных единицы.
  - 2.2 Семинары по современным технологиям разработки электроники - 108 часов/3 зачетных единицы.
3. Кандидатский экзамен – 36 часов/1 зачетная единица.

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

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

направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

**Курс 1, семестр 2**

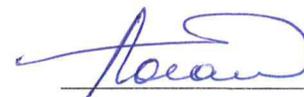
профиль

**Приборы и методы экспериментальной физики**

Форма обучения: **очная**

Разработчик:

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 «Приборы и методы экспериментальной физики».....	7
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	7
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	10
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 .....	10
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	11
5. Перечень учебной литературы .....	12
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся	13
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	13
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	13
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	14
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	14

**Аннотация**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**«Приборы и методы экспериментальной физики»**  
Направление: **03.06.01 Физика и астрономия**  
**Направленность (профиль): Приборы и методы экспериментальной физики**

Дисциплина «Приборы и методы экспериментальной физики» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профиль подготовки «Приборы и методы экспериментальной физики» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Приборы и методы экспериментальной физики» 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. Дисциплина «Приборы и методы экспериментальной физики» реализуется в втором семестре в рамках вариативной части дисциплин (модулей) в составе модуля «Приборы и методы экспериментальной физики» в качестве обязательной дисциплины и является базовой для осуществления научно-исследовательской деятельности и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации).

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых 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.

**Дисциплина имеет своими целями:**

- систематизировать базовые знания аспирантов по основным разделам экспериментальных методов физики,
- дать углубленное представление о методах автоматизации сбора и обработки данных физического эксперимента,
- проверить полноту владения базовыми знаниями по специальности,
- подготовить аспирантов к сдаче кандидатского экзамена по специальности,
- дать аспирантам возможность получить практические навыки в обсуждении и критическом анализе современных научных достижений.

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

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины – 216 часов/6 зачетных единиц.

**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, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.
УК-5.3	Обладать знаниями, 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.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Приборы и методы экспериментальной физики» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профиль подготовки «Приборы и методы экспериментальной физики» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Приборы и методы экспериментальной физики» реализуется в втором семестре в рамках вариативной части дисциплин (модулей) в составе модуля «Приборы и методы экспериментальной физики» в качестве обязательной дисциплины и является базовой для осуществления научно-исследовательской деятельности и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации).

Дисциплина «Приборы и методы экспериментальной физики» 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.

### Дисциплина имеет своими целями:

- систематизировать базовые знания аспирантов по основным разделам экспериментальных методов физики,
- дать углубленное представление о методах автоматизации сбора и обработки данных физического эксперимента,
- проверить полноту владения базовыми знаниями по специальности,
- подготовить аспирантов к сдаче кандидатского экзамена по специальности,
- дать аспирантам возможность получить практические навыки в обсуждении и критическом анализе современных научных достижений.

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

Общий объем дисциплины – 6 зачетных единиц (216 часов).

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо освоение дисциплины Приборы и методы экспериментальной физики:

Кандидатский экзамен по модулю Приборы и методы экспериментальной физики

### 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 подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Индивидуальная работа с преподавателем/ Консультации в период занятий	Самостоятельная работа, не включая период сессии		Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Кандидатский экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	216		16		54	144			2		

Всего: 216 часов /6 зачетных единиц из них: - контактная работа 70 часов - в интерактивных формах 16 часов
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	Лабораторные работы	Индивидуальная работа с преподавателем /Консультации в период занятий				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Современные детекторы элементарных частиц	1-2	23		1		6	16			
2.	Методы диагностики плазмы	3-4	23		1		6	16			
3.	Архитектура систем сбора данных современных физических экспериментов	5-6	23		1		6	16			
4.	Компьютерные сети	7-8	23		1		6	16			
5.	Программируемые логические интегральные схемы	9-10	23		1		6	16			
6.	Объектно-ориентированное программирование	11-12	23		1		6	16			
7.	Использование методов Монте-Карло	13-14	23		1		6	16			
8.	Реляционные системы управления базами данных	15-16	23		1		6	16			
9.	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований	1-16	30		8		6	16			
10.	Зачет	17	2								2
<b>Всего</b>			216		16		54	144			2

Практические занятия проводятся в интерактивной форме, подразумевающей со стороны преподавателя постановку проблемы по указанным темам, формулировку некоторых практических заданий и задач, подходы к решению которых должны найти обучающиеся в ходе занятия. Практикуется обсуждение проблемных вопросов, в том числе,

с элементами свободной дискуссии с участием обучающихся и преподавателя. На занятиях также заслушиваются доклады обучающихся по заданным темам, сопровождающиеся уточняющими вопросами со стороны преподавателя и других обучающихся. Темы закрепляются в ходе самостоятельной работы обучающегося по решению задач с использованием рекомендованной литературы, а также в процессе научно-исследовательской деятельности.

#### 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.	8
Обсуждение задач, стоящих перед аспирантом в рамках его научно-исследовательской работы, и возможных способов их решения с привлечением различных методов.	8

#### 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.	144

### **5. Перечень учебной литературы**

#### 5.1 Основная литература

1. Смалюк В. В. Диагностика пучков заряженных частиц в ускорителях / В.В. Смалюк; отв. ред. Н.С. Диканский Новосибирск: Параллель, 2009 293 с.: ил.; 22 см. ISBN 978-5-98901-063-9
2. Клайнкнехт К Детекторы корпускулярных излучений / К. Клайнкнехт; пер. с нем. А. С. Барабаша, А. В. Копылова; под ред. А. А. Поманского Москва: Мир, 1990, 220 с.: ил.; 22 см. ISBN 5-03-001873-5.
3. Абрамов А.И. Казанский Ю.А. Матусевич Е.С. Основы экспериментальных методов ядерной физики: [Учеб. пособие для вузов] / А.И. Абрамов, Ю.А. Казанский, Е.С. Матусевич-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1985 488 с.
4. Акимов Ю.К. Игнатъев О.В. Калинин А.И. Кушнирук В.Ф. Полупроводниковые детекторы в экспериментальной физике / [Ю. К. Акимов, О. В. Игнатъев, А. И. Калинин, В. Ф. Кушнирук]; под ред. Ю. К. Акимова Москва: Энергоатомиздат, 1989 343, [1] с. : ил. ; 22 см. ISBN 5-283-02944-1.
5. Давыденко В.И., Иванов А.А., Вайсен Г. Экспериментальные методы диагностики плазмы: Лекции для физ. фак. [по спец. курсу "Эксперим. методы исслед. плазмы"]. Ч.1. / В.И. Давыденко, А.А. Иванов, Г. Вайсен; Новосиб. гос. ун-т Новосибирск: НГУ, 1999, 148 с.

## **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>

Обучающийся в аспирантуре должен уметь самостоятельно осуществлять научный поиск литературы, необходимой при подготовке доклада по избранной теме.

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. Лицензионные материалы на сайте eLibrary.ru.

### 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 по дисциплине «Приборы и методы экспериментальной физики» включает контроль посещаемости обучающимися занятий, сдачу заданий, оценку их активности в ходе дискуссий и заключается в презентации аспирантом доклада по одному из разделов программы курса. Текущий контроль успеваемости учитывается в рамках промежуточной аттестации.

#### ***Промежуточная аттестация:***

Промежуточная аттестация по дисциплине «Приборы и методы экспериментальной физики» 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 Приборы и методы экспериментальной физики***

Таблица 10.1

Код компетенции	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
<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>		Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
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>		Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
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>		Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
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-техническую 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>		Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
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>		Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
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.	

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (не зачтено)	Пороговый уровень (зачтено)	Базовый уровень (зачтено)	Продвинутый уровень (зачтено)
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 значительно 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 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***

**1. Перечень вопросов к зачету по дисциплине «Приборы и методы экспериментальной физики для аспирантов».**

**I. Методы измерения основных физических величин**

1. Методы измерения времени, погрешности измерений, эталоны. Учет эффектов общей теории относительности (зависимость хода часов от ускорения и гравитации)
2. Измерение частот в радиодиапазоне. Стандарты частоты.
3. Методы и погрешности измерений координат, углов, длин. Мировые стандарты. и эталоны.
4. Методы измерения термодинамических величин
5. Радиоспектроскопия (эффект Зеемана, ядерный магнитный резонанс, томография).
6. Электромагнитные измерения (способы регистрации радиоизлучения, методы регистрации в оптическом диапазоне: фотодиоды, фотоумножители, черенковские детекторы).
7. Регистрация частиц и радиоактивных излучений (ионизационные камеры, газоразрядные счетчики, пропорциональные счетчики, стримерные и искровые камеры, полупроводниковые детекторы, сцинтилляционные счетчики, пузырьковые камеры, черенковские счетчики, ядерные фотоэмульсии).
8. Шумы и помехи при измерении электрических, акустических и оптических величин
9. Дифференциальные, интерферометрические и др. методы измерений
10. Нанотехнологии в измерительной технике
11. Дозиметрические измерения и дозиметрические единицы; коэффициенты, учитывающие влияние радиации на живые организмы, эквивалентная доза.

**II. Измерения**

12. Системы единиц. Единая система единиц (СИ). Универсальные постоянные и естественные системы единиц. Производные единицы и стандарты.

13. Прямые, косвенные, статистические и динамические измерения. Оценки погрешностей косвенных измерений. Условные измерения. Проблема корреляций и уравнивание условных измерений. Принципиальные ограничения на точность измерений (физические пределы).

14. Методы измерений физических величин в исследуемой области физики\*.

15. Основные принципы построения приборов для измерений физических величин в заданной области физики\*.

16. Фундаментальные шумы в измерительных устройствах

Тепловой шум. Формула Найквиста. Теорема Каллена-Вельтона. Дробовой шум в электронных и оптических приборах. Шумы  $1/f$ .

17. Квантовые эффекты в физических измерениях.

Условия, когда классический подход становится неприменим.

Соотношения неопределенности. Роль обратного флуктуационного влияния прибора.

Стандартные квантовые пределы. Квантовые невозмущающие измерения. Квантовые эталоны единиц физических величин (примеры). Эффект Джозефсона и сверхпроводящие квантовые интерферометры.

### **III. Критерии точности измерений**

18. Случайные события. Понятие вероятности. Условные вероятности.

Распределение вероятности. Плотность вероятности. Моменты.

19. Специальные распределения вероятностей и их использование в физике. Биномиальное распределение, распределение Пуассона (дробовой шум), экспоненциальное распределение. Нормальное распределение и центральная предельная теорема.

20. Многомерные распределения вероятностей. Корреляции случайных величин.

21. Случайные процессы. Эргодичность. Корреляционная функция случайного процесса. Стационарные случайные процессы. Спектральная плотность. Теорема Винера-Хинчина.

22. Оценка параметров случайных величин. Выборочные средние и дисперсии. Выборочные распределения.  $t$ -распределение Стьюдента,  $\chi_2$ -распределение

23. Определение средних значений измеряемых параметров и их погрешностей в прямых и косвенных измерениях.

24. Техника оценки параметров при разных распределениях погрешностей измерений.

Средние и вероятные значения переменных. Техника оценки параметров при асимметричных распределениях погрешностей. Суммирование результатов различных измерений. Робастные оценки. Параметрические и непараметрические оценки.

### **IV. Методы анализа физических измерений**

25. Аналитическая аппроксимация результатов и измерений. Интерполяция (линейная, квадратичная, кубическая и т.д.)

26. Фурье-анализ. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Вэйвлетный анализ.

27. Статистическая проверка гипотез. Критерии согласия и методы их использования. Критерий  $\chi_2$ , Смирнова-Колмогорова, Колмогорова.

28. Прямые и обратные задачи. Некорректные задачи. Обратные задачи при анализе результатов измерений и методы их решения.

29. Метод максимального правдоподобия и его применение.

30. Метод наименьших квадратов.

### **V. Моделирование физических процессов**

31. Аналитическое описание физических процессов.

32. Планирование эксперимента, выбор метода и технических средств, методы оценки ожидаемых результатов и их погрешностей.
33. Метод статистических испытаний методика его применения.
34. Использование моделей физических процессов.\*
35. Учет влияния прибора на результаты измерений. Моделирование с учетом особенностей используемых детекторов.

## **VI. Автоматизация эксперимента**

36. Создание комплексных установок. Общие требования.  
Обработка информации «на лету» (on-line)
37. Способы преобразования измерений для передачи на значительные расстояния.
38. Контроль процессов измерений в реальном времени
39. Способы вывода информации в реальном времени. Накопление экспериментальных данных, создание банков данных.

Примечание: Разделы, помеченные звездочкой (\*), детализируются в соответствии с темой диссертации

Тематика докладов по дисциплине «Приборы и методы экспериментальной физики» - *Определяется темой научных исследований аспиранта.*

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.

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

### Семинары по современным технологиям разработки электроники

направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

**Курс 1, семестр 2**

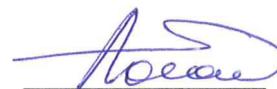
профиль

**Приборы и методы экспериментальной физики**

Форма обучения: **очная**

Разработчик:

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 «Семинары по современным технологиям разработки электроники».....	22
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	24
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	25
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.....	25
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	26
5. Перечень учебной литературы.....	28
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.....	28
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	28
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	29
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	29
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	30

**Аннотация**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**«Семинары по современным технологиям разработки электроники»»**  
Направление: **03.06.01 Физика и астрономия**  
**Направленность (профиль): Приборы и методы экспериментальной физики**

Дисциплина «Семинары по современным технологиям разработки электроники» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профиль подготовки «Приборы и методы экспериментальной физики» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Семинары по современным технологиям разработки электроники» 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 профилю подготовки «Приборы и методы экспериментальной физики».

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.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции и практические занятия, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, индивидуальная работа с преподавателем/консультации в период занятий, самостоятельная подготовка обучающихся, 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, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.
УК-5.3	Обладать знаниями, 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 «Семинары по современным технологиям разработки электроники» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профиль подготовки «Приборы и методы экспериментальной физики» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Семинары по современным технологиям разработки электроники» 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, для аспирантов, обучающихся по профилю подготовки «Приборы и методы экспериментальной физики».

Дисциплина «Современные технологии разработки электроники» предназначена для ознакомления аспирантов с технологиями, используемыми в электронном обеспечении современных физических установках и задачами, решаемых при проектировании такого обеспечения.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции и практические занятия, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, индивидуальная работа с преподавателем/консультации в период занятий. самостоятельная подготовка обучающихся, зачет.

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

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо освоение дисциплины Семинары по современным технологиям разработки электроники:

Кандидатский экзамен по модулю Приборы и методы экспериментальной физики

## 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 аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Индивидуальная работа с преподавателем			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 54 часа - в интерактивных формах 32 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.	Введение.	1	2	2						
2.	Основные электронные устройства экспериментальных установок.	2-3	7	3	1	1	2			
3.	Организация электронной аппаратуры.	4-5	7	3	1	1	2			
4.	САПР для проектирования электронных устройств.	6	5	1	1	1	2			
5.	Цикл изготовления ASIC	7	5	1	1	1	2			
6.	Цикл разработки дизайна ASIC	8	5	1	1	1	2			
7.	Полевой транзистор	9	5	1	1	1	2			
8.	Схемы на полевых транзисторах	10	5	1	1	1	2			
9.	Устройство ППВМ	11	5	1	1	1	2			
10.	Цикл проектирования дизайна ППВМ	12	5	1	1	1	2			
11.	Язык описания аппаратуры VHDL	13	5	1	1	1	2			
12.	Моделирование дизайнов ППВМ.	14	5	1	1	1	2			
13.	Встраиваемые процессоры	15-16	7	3	1	1	2			
14.	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований	1-16	38		20	6	12			
15.	Зачет	17	2							2
<b>Всего</b>			<b>108</b>	<b>20</b>	<b>32</b>	<b>18</b>	<b>36</b>			<b>2</b>

Лекционные и практические занятия проводятся в интерактивной форме, подразумевающей со стороны преподавателя постановку проблемы по указанным темам,

формулировку некоторых практических заданий и задач, подходы к решению которых должны найти обучающиеся в ходе занятия. При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование. Практикуется обсуждение проблемных вопросов, в том числе, с элементами свободной дискуссии с участием обучающихся и преподавателя. На занятиях также заслушиваются доклады обучающихся по заданным темам, сопровождающиеся уточняющими вопросами со стороны преподавателя и других обучающихся. Темы закрепляются в ходе самостоятельной работы обучающегося по решению задач с использованием рекомендованной литературы, а также в процессе научно-исследовательской деятельности.

### **Содержание дисциплины:**

Раздел I. Общие сведения по технологиям разработки электроники. САПР.

- Введение. Цели и задачи электронной аппаратуры экспериментальной установки. Задачи и принципы построения многоуровневой триггерной системы. Задачи и принципы построения Системы сбора данных.
- Основные электронные устройства экспериментальных установок: Зарядочувствительный усилитель, усилитель-формирователь, дискриминатор, аналого-цифровой преобразователь;
- Организация электронных модулей электронной аппаратуры экспериментальной установки. Магистрально-модульные шины: САМАС, VME, ATCA, uTCA. Среды передачи электрических сигналов и цифровых данных: коаксиальный кабель, витая пара, Волоконно-оптическая линия связи;
- Проектирование электронных устройств. Изготовление печатных плат и их монтаж. САПР для проектирования электронных устройств. Ввод схемотехнической информации, моделирование, трассировка печатной платы.

Раздел II. Разработка ASIC.

- Цикл изготовления ASIC, кооперация нескольких дизайнов на одной полупроводниковой пластине – MPW (Multi-project wafer)
- Цикл разработки ASIC: ввод схемотехнической информации, топологическая трассировка, верификация дизайнов: моделирование, LVS, DRC, вывод дизайна для изготовления;
- Полевой транзистор, режим работы ПТ, моделирование работы ПТ
- Схемы на ПТ: токовое зеркало, усилитель.

Раздел III. Разработка дизайна ППВМ.

- Устройство ППВМ: комбинаторные блоки, триггеры, блоки памяти, вычислительные блоки;
- Цикл проектирования дизайна ППВМ: ввод дизайна (языки описания аппаратуры, схемотехнический ввод), верификация, синтез, топологическое планирование, упаковка, подготовка бинарного файла.
- Язык описания аппаратуры VHDL, последовательные операции, параллельные операции.
- Моделирование дизайнов ППВМ.

- Встраиваемые процессоры, системы-на-кристалле (SoC): NIOS II, Microblaze, Zynq

#### 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 различных методов.	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. В.В.Балакин, В.А.Журавлев, Э.Л.Неханевич. Интерфейсы системы ДОЗА для персонального компьютера, Препринт ИЯФ 2003-002 (720 Кб), Новосибирск, 2003. – электронный ресурс
2. Логашенко И.Б. Компьютерные технологии в ФЭЧ. Электронный лекционный курс / Новосибирск: НГУ, 2012.

#### 5.2 Дополнительная литература

3. Логашенко И.Б. Методы анализа экспериментальных данных. Электронный лекционный курс / Новосибирск: НГУ, 2013. <http://www.phys.nsu.ru/elib/text/?id=3286>

### **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>

Обучающийся в аспирантуре должен уметь самостоятельно осуществлять научный поиск литературы, необходимой при подготовке доклада по избранной теме

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).

#### 7.2. Информационные справочные системы

1. <http://altera.com>
2. <http://xilinx.com>
3. <http://vhdl-manual.narod.ru/>

### **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 занятий семинарского типа, 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 занятий, сдачу заданий, оценку их активности в ходе дискуссий и заключается в презентации аспирантом доклада по одному из разделов программы курса. Результаты текущего контроля успеваемости учитываются при прохождении промежуточной аттестации по дисциплине.

#### **Промежуточная аттестация:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Семинары по современным технологиям разработки электроники» 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 Семинары по современным технологиям разработки электроники**

Таблица 10.1

Код компетенции	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
<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>		Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
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>		Работа на практических

УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.	занятиях Представлен ие доклада Зачет
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>		Работа на практических занятиях Представлен ие доклада Зачет
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-техническую 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>		Работа на практических занятиях Представлен ие доклада Зачет
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>		Работа на практических занятиях Представлен ие доклада Зачет
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.	

Таблица 10.2

Критерии оценивания		Уровень освоения компетенции
------------------------	--	------------------------------

результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Не сформирован (не зачтено)	Пороговый уровень (зачтено)	Базовый уровень (зачтено)	Продвинуты й уровень (зачтено)
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 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***

**Примеры тестовых заданий**

1. Временное моделирование ЗЧУ с разными постоянными времени цепи обратной связи;
2. Трассировка конвертора логических сигналов;
3. Временное моделирование усилителя напряжения типа «push-pull». Моделирование АЧХ усилителя;
4. Трассировка усилителя типа «push-pull». Экстракция паразитных элементов. Сравнение моделирования с и без паразитных компонентов
5. Построение дизайна делителя частоты в произвольное количество раз. Моделирование дизайна.

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.

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»	36
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	38
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	39
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	39
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	40
5. Перечень учебной литературы	43
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся	43
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	44
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	44
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	44
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине	45

## 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 втузов] / 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 Семинары по современным технологиям разработки электроники**

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
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.	Представление 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 Представление доклада Зачет
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.	Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
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.	Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
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.	Работа на практических 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	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторым	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и

		стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	и недочетами .		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.

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

## КАНДИДАТСКИЙ ЭКЗАМЕН

### Модуль

### «Приборы и методы экспериментальной физики»

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

\_\_\_\_\_

Ответственный за образовательную программу:

д.ф-м. н., проф. Цыбуля С.В.

\_\_\_\_\_

Новосибирск 2020

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по модулю, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы -----	51
2. Место модуля в структуре образовательной программы -----	52
3. Трудоемкость модуля в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося -----	52
4. Содержание модуля, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий-----	53
5. Перечень учебной литературы -----	53
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся	54
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения модуля -----	54
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по модулю-----	55
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине -----	55
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине-----	55

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

В рамках промежуточной аттестации (сдачи кандидатского экзамена) по модулю «Приборы и методы экспериментальной физики» проводится оценка универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций (портфолио), полученных в рамках прохождения дисциплин Приборы и методы экспериментальной физики, Семинары по современным технологиям разработки электроники или Методы анализа физических измерений. В состав портфолио входят перечень типовых задач для самостоятельного решения, перечень и презентации докладов, подготовленных обучающимся самостоятельно в рамках освоения дисциплин модуля.

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, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.
УК-5.3	Обладать знаниями, 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 модуля в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), изучение которых необходимо для освоения модуля Приборы и методы экспериментальной физики:

1. Приборы и методы экспериментальной физики
- 2.1 Семинары по современным технологиям разработки электроники
- 2.2 Методы анализа физических измерений

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо освоение модуля Приборы и методы экспериментальной физики:

Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации);

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена;

Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

## 3. Трудоемкость модуля 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 аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Индивидуальная работа с преподавателем			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Кандидатский экзамен
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13
2	360		64		66	190	32	2	2	2	2
Всего 360 часов /10 зачетных единиц из них: - контактная работа 138 часов - в интерактивных формах 64 часа											
Компетенции: УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-2											

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

№ п/п	Раздел модуля	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
1.	Б.1.В. ОД.									
1.1.	Приборы и методы экспериментальной физики	1-17	216		16	54	144			2
2	Б.1.В. ВД.									
2.1.	Семинары по современным технологиям разработки электроники	1-17	108	20	32	18	36			2
2.2.	Методы анализа физических измерений	1-17	108	20	32	18	36			2
3.	Кандидатский экзамен		36					32	2	2
<b>Всего</b>			360	20	48	72	180	32	2	6
Общий объем контактной работы составляет 148 часов, в интерактивных формах – 120 часов										

Самостоятельная работа обучающихся

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к кандидатскому экзамену по специальности	32

**5. Перечень учебной литературы**

5.1 Основная литература

1. Смалюк В. В. Диагностика пучков заряженных частиц в ускорителях / В.В. Смалюк; отв. ред. Н.С. Диканский Новосибирск: Параллель, 2009 293 с.: ил.; 22 см. ISBN 978-5-98901-063-9
2. Клайнкнехт К Детекторы корпускулярных излучений / К. Клайнкнехт; пер. с нем. А. С. Барабаша, А. В. Копылова; под ред. А. А. Поманского Москва: Мир, 1990, 220 с.: ил.; 22 см. ISBN 5-03-001873-5.
3. Абрамов А.И. Казанский Ю.А. Матусевич Е.С. Основы экспериментальных методов ядерной физики: [Учеб. пособие для вузов] / А.И. Абрамов, Ю.А. Казанский, Е.С. Матусевич 3-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1985 488 с.

4. Акимов Ю.К. Игнатьев О.В. Калинин А.И. Кушнирук В.Ф. Полупроводниковые детекторы в экспериментальной физике / [Ю. К. Акимов, О. В. Игнатьев, А. И. Калинин, В. Ф. Кушнирук]; под ред. Ю. К. Акимова Москва: Энергоатомиздат, 1989343, [1] с. : ил. ; 22 см. ISBN 5-283-02944-1.
5. Давыденко В.И., Иванов А.А., Вайсен Г. Экспериментальные методы диагностики плазмы: Лекции для физ. фак. [по спец. курсу "Эксперим. методы исслед. плазмы"]. Ч.1. / В.И. Давыденко, А.А. Иванов, Г. Вайсен; Новосиб. гос. ун-т Новосибирск: НГУ, 1999, 148 с.
6. 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.
7. 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.
8. 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

- 9 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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 модуля**

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).

## 7.2. Информационные справочные системы

Не используются

### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по модулю**

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 дисциплин по модулю 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 модулю 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 модулю***

***Текущий контроль успеваемости:***

Текущий контроль успеваемости по модулю «Приборы и методы экспериментальной физики» представляет собой контроль результатов освоения дисциплин, входящих в состав модуля: «Приборы и методы экспериментальной физики», «Семинары по современным технологиям разработки электроники» или «Методы анализа физических измерений».

#### ***Промежуточная аттестация:***

Промежуточная аттестация проводится в форме кандидатского экзамена. Кандидатский экзамен проводится по программе, соответствующей примерной программе, утвержденной Министерством образования и науки Российской Федерации.

Для приема кандидатского экзамена создается комиссия по приему кандидатских экзаменов (экзаменационная комиссия), состав которой утверждается приказом ректора НГУ. Состав экзаменационной комиссии формируется из числа научно-педагогических работников (в том числе работающих по совместительству) НГУ в количестве не более 5 человек, и включает в себя председателя, заместителя председателя и членов экзаменационной комиссии.

В состав экзаменационной комиссии могут включаться научно-педагогические работники других организаций.

Для оценивания знаний обучающегося в рамках проведения кандидатского экзамена используются следующие оценочные средства:

1. Портфолио - целевая подборка работ студентов, раскрывающая его индивидуальные образовательные достижения в одной или нескольких учебных дисциплинах;
2. Экзаменационный билет - комплекс вопросов и задач.

Кандидатский экзамен проводится экзаменационной комиссией по билетам (программам), утверждаемым деканом физического факультета НГУ. Для подготовки экзаменуемый использует листы ответа, которые хранятся в деле обучающегося вместе с протоколом экзамена.

В случае неявки экзаменуемого на кандидатский экзамен по уважительной причине (при наличии подтверждающих документов) он может быть допущен приказом ректора к сдаче кандидатского экзамена в течение текущего периода приема экзаменов.

В случае получения неудовлетворительной оценки пересдача кандидатского экзамена в течение текущего периода приема экзаменов не допускается. Пересдача кандидатского экзамена с положительной оценки на другую положительную оценку не допускается. Оценка уровня знаний экзаменуемого определяется экзаменационными комиссиями по пятибалльной шкале.

Оценка выставляется простым большинством голосов членов экзаменационной комиссии. При равенстве голосов решающей считается оценка председателя.

Экзаменуемым может быть в двухдневный срок подана апелляция ректору о несогласии с решением экзаменационной комиссии.

Экзаменационная комиссия по приему кандидатского экзамена по специальной дисциплине правомочна принимать кандидатский экзамен по специальной дисциплине, если в ее заседании участвуют не менее 3 специалистов, имеющих ученую степень кандидата или доктора наук по научной специальности, соответствующей специальной дисциплине, в том числе не менее одного доктора наук.

Решение экзаменационной комиссии оформляется протоколом, в котором указываются, в том числе, код и наименование направления подготовки, по которой сдавались кандидатские экзамены; шифр и наименование научной специальности, наименование отрасли науки, по которой подготавливается научно-квалификационная работа (диссертация).

#### ***Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по модулю Приборы и методы экспериментальной физики***

Таблица 10.2 Критерии оценки сформированности компетенций<sup>1</sup> в рамках промежуточной аттестации по модулю

Шифр компетенций	Структурные элементы оценочных средств	Показатель сформированности	Не сформирован (неудовлетворительно)	Пороговый уровень (удовлетворительно)	Базовый уровень (хорошо)	Продвинутый уровень (отлично)
УК - 1	Портфолио (презентация), устное сообщение	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности. (УК-1.1) 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-1.2)	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки. Отсутствуют умения при решении поставленных задач.	Минимально допустимый уровень знаний. Допускается значительное количество негрубых ошибок. Наличие минимального уровня умений при решении поставленных задач.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок либо не полностью отвечает на дополнительные вопросы. Демонстрирует умения при решении поставленных задач.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы. Демонстрирует умения при решении поставленных задач на высоком уровне.
УК -5	Портфолио (презентация), устное сообщение	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки. Отсутствуют умения при	Минимально допустимый уровень знаний. Допускается значительное количество негрубых	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины.

<sup>1</sup> Выбор показателя сформированности компетенции (укрупненной характеристики компетенции) из представленных для оценки осуществляется случайным образом

		<p>профессионально-значимых задач. (УК-5.1).          Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития. (УК-5.2).          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. (УК-5.3).</p>	<p>выявлении и формулировке проблемы собственного профессионального развития.          Отсутствуют навыки владения приемами выполнения научных исследований на современном мировом уровне.</p>	<p>ошибок.          Наличие минимального уровня умений при выявлении и формулировке проблемы собственного профессионального развития.          Наличие минимального уровня владения приемами выполнения научных исследований на современном мировом уровне</p>	<p>Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок либо не полностью отвечает на дополнительные вопросы.          Демонстрирует умения при выявлении и формулировке проблемы собственного профессионального развития.          Демонстрирует навыки владения приемами выполнения научных исследований на современном мировом уровне</p>	<p>Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.          На высоком уровне демонстрирует умения при выявлении и формулировке проблемы собственного профессионального развития.          На высоком уровне демонстрирует навыки владения приемами выполнения научных исследований на современном мировом уровне</p>
ОПК - 1	<p>Портфолио (презентация), устное сообщение</p>	<p>Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности. (ОПК-1.1).          Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные</p>	<p>Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.          Отсутствуют умения при определении применения современных научных методов исследования и информационно-</p>	<p>Минимально допустимый уровень знаний.          Допускается значительное количество негрубых ошибок.          Наличие минимального уровня умений при определении применения</p>	<p>Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины.          Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок либо не отвечает на дополнительные вопросы.</p>	<p>Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины.          Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.</p>

		<p>технологии в зависимости от специфики объекта исследования (ОПК-1.2). Владеть способностью составлять и представлять научные обзоры, доклады (ОПК-1.3).</p>	<p>коммуникационные технологий. Доклад не последователен, не ясна суть работы</p>	<p>современных научных методов исследования и информационно-коммуникационные технологий. Доклад не в полной мере отражает суть работы, нарушена последовательность</p>	<p>Минимально допустимый уровень знаний. Допускается значительное количество негрубых ошибок. Демонстрирует умения при определении применения современных научных методов исследования и информационно-коммуникационные технологий. Доклад отражает суть работы, последователен.</p>	<p>На высоком уровне демонстрирует умения при определении применения современных научных методов исследования и информационно-коммуникационные технологий. Доклад отражает суть работы, последователен.</p>
ПК-1	<p>Вопрос экзаменационного билета</p>	<p>Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования (ПК-1.1) Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования. (ПК-1.2).</p>	<p>Не демонстрирует либо демонстрирует отдельные несвязанные знания и умения в профессиональной области деятельности</p>	<p>Демонстрирует общие знания и умения базовых понятий в профессиональной области деятельности</p>	<p>Демонстрирует хорошие знания и умения базовых понятий в профессиональной области деятельности, но допускает некоторые несущественные ошибки, неточности в формулировках</p>	<p>Демонстрирует углубленные знания и умения базовых понятий и моделей в профессиональной области деятельности</p>

ПК-2	<p>Вопрос экзаменационного билета</p>	<p>Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования. (ПК-2.1)          Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования. (ПК-2.2)</p>	<p>Не владеет (знания, умения) основными физическими понятиями и законами в профессиональной области деятельности</p>	<p>Владеет базовыми (знания, умения) понятиями в профессиональной области деятельности</p>	<p>Владеет (знания, умения) всеми понятиями, в профессиональной области деятельности, и понимает их взаимосвязь, но допускает некоторые несущественные ошибки, неточности в формулировках</p>	<p>Свободно владеет (знания, умения) всеми понятиями, в профессиональной области деятельности, понимает их взаимосвязь и границы применимости</p>
------	---------------------------------------	---	---	--	---	---

## Критерии выставления оценок по результатам промежуточной аттестации по модулю

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается комиссией. Каждая решённая задача и каждый вопрос категории оценивается от 2 до 5 баллов. Соответствие уровня сформированности компетенции и оценки определяются следующим образом: не сформирована - 2 балла («неудовлетворительно»), пороговый уровень - 3 балла («удовлетворительно»), базовый уровень - 4 балла («хорошо») и продвинутый уровень - 5 баллов («отлично»).

Положительная оценка (3 балла и выше) ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Для получения положительной оценки необходимо продемонстрировать пороговый уровень при решении не менее двух задач из разных категорий. Если решено более двух задач из разных категорий, при дальнейшем расчете итоговой оценки учитывают два лучших результата решения задач из разных категорий.

Итоговая оценка за кандидатский экзамен выставляется комиссией как среднее арифметическое баллов, полученных за решение задач и за ответы на вопросы с округлением по математическим правилам. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Оценка	Критерии выставления оценки (содержательная характеристика)
«неудовлетворительно» (уровень компетенций не сформирован)	Аспирант не владеет теоретическим материалом, допуская грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке основных понятий в профессиональной области, не демонстрирует либо демонстрирует отдельные несвязанные знания
«удовлетворительно» (сформирован пороговый уровень компетенций)	Аспирант демонстрирует общие знания базовых понятий и моделей в профессиональной области, критичных для понимания основных явлений и экспериментов, но допускает существенные ошибки по содержанию рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов
«хорошо» (сформирован базовый уровень компетенций)	Аспирант в основном демонстрирует в профессиональной области углубленные знания базовых понятий, моделей, теорий, свободно владеет всеми основными разделами современной физики, но допускает незначительные ошибки при ответах на дополнительные вопросы
«отлично» (сформирован продвинутый уровень компетенций)	Аспирант демонстрирует углубленные знания базовых понятий, моделей, гипотез и концепций, свободно владеет всеми основными разделами современной физики в профессиональной области

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

**1. Форма экзаменационного билета и перечень экзаменационных задач и вопросов.**

Форма экзаменационного билета представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1.

<p style="text-align: center;">Новосибирский государственный университет <b>Кандидатский экзамен</b></p> <p style="text-align: center;">_____</p> <p style="text-align: center;">наименование модуля</p> <p style="text-align: center;">_____</p> <p style="text-align: center;">наименование образовательной программы</p> <p style="text-align: center;"><b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №</b></p> <p>1. Вопрос из категории 1. 2. Вопрос из категории 2.</p> <p>Составитель: _____ И. О. Фамилия (подпись)</p> <p>Ответственный за образовательную программу: _____ И. О. Фамилия (подпись)</p> <p>« ____ » _____ 20 г.</p>
---

Билет состоит из двух вопросов. Перечень вопросов экзамена, представлен ниже. Перечень вопросов ежегодно обновляется.

**I. Экспериментальные методы ядерной физики, физики ускорителей и физики плазмы**

- Измерение параметров пучков. Контактные датчики. Вторично-эмиссионные датчики. Ионизационные датчики. Лазерные измерители профиля пучков. Оптические датчики. Электростатические и магнитоиндукционные датчики. Обратная задача диагностики. Спектральный анализ и другие методы обработки данных.
- Сцинтилляционные счетчики. Счетчики полного поглощения (калориметры).
- Черенковские детекторы. Основные свойства черенковского излучения. Типы черенковских детекторов. Пороговые счетчики. Детекторы черенковских колец.
- Ионизационные камеры. Пропорциональные камеры. Счетчик Гейгера-Мюллера. Пропорциональные счетчики. Многопроволочные пропорциональные камеры. Дрейфовые камеры. Магнитные спектрометры.
- Полупроводниковые детекторы.

- Основные устройства современных универсальных детекторов для экспериментов по физике элементарных частиц и их назначение.
- Диагностика плазмы. Электрические и магнитные зонды. Регистрация потоков частиц. СВЧ-диагностика. Инжекторы пучков быстрых атомов. Активная и пассивная корпускулярные диагностики.
- Оптические методы диагностики плазмы. Интерферометрия. Спектроскопия. Пучково-эмиссионная спектроскопия. Лазерное рассеяние. Рентгеновские методы диагностики. Нейтронные измерения.

## **II. Методы автоматизации сбора и обработки данных физического эксперимента**

- Архитектура систем сбора данных (ССД) современных физических экспериментов. Стандарты современной электроники.
- Первичные датчики для измерения – амплитуды, заряда, временных интервалов и сопутствующая электроника.
- Программируемые логические интегральные схемы. Специализированные языки программирования ПЛИС. Использование ПЛИС в экспериментах в физике высоких энергий.
- Компьютерные сети. Модель OSI. Протоколы Ethernet, IP, TCP, UDP.
- Парадигма объектно-ориентированного программирования. Понятие паттернов программирования. Примеры нескольких паттернов.
- Использование метода Монте-Карло для моделирования взаимодействия частиц с веществом.
- Реляционные системы управления базами данных. Язык SQL.

Набор экзаменационных билетов формируется и утверждается в установленном порядке в начале учебного года при наличии контингента обучающихся, осваивающих модуль «Приборы и методы экспериментальной физики» в текущем учебном году.

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

