

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



Согласовано, декан ФФ

Блинов В.Е.

«09»

подпись

11

2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
 (кандидатский экзамен по специальности)**

**ФИЗИКА АТОМНЫХ ЯДЕР И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ,  
 ФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ**

Научная специальность: 1.3 Физические науки

Направленность (профиль):

Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий

Форма обучения: очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)					Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Консультации в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
По выбору	36				12	16	6				2
Всего 36 часов / 1 зачетная единица, в т.ч. - контактная работа 14 часов											

Разработчики:

д.ф.-м.н., И.Б. Логашенко

Заведующий кафедрой физики элементарных частиц

д.ф.-м.н., И.Б. Логашенко

Ответственный за образовательную программу:

д.ф.-м.н., проф. С.В. Цыбуля

Новосибирск, 2022

## Оглавление

Аннотация	3
Введение	4
1. Результаты освоения дисциплины	4
2. Трудоемкость дисциплины по видам учебных занятий	5
3. Содержание дисциплины	5
4. Перечень учебно-методических материалов, необходимых для изучения дисциплины (модуля)	5
5. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины (модуля)	6
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	6
7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	7
Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины (оценочные материалы)	11

### Аннотация

Рабочая программа дисциплины (кандидатский экзамен по специальности) Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий реализуется на физическом факультете как элективная дисциплина в рамках научной специальности 1.3 Физические науки Направленность (профиль) Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий и разработана в соответствии с паспортом научной специальности Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий, Порядком прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечнем и федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, сроками освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов).

Настоящая программа представляет собой комплексный обзор-повторение основных разделов физики атомного ядра и элементарных частиц, физики высоких энергий, с целью подготовки к сдаче кандидатского экзамена по специальности.

Для начала обучения данной дисциплине необходима базовая подготовка в рамках программ бакалавриата и магистратуры.

Цель курса:

- подготовить аспирантов к сдаче кандидатского экзамена в рамках научной специальности Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий.

Задачи курса:

- научить критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности;

- сформировать у аспирантов навыки культуры работы с научными литературными источниками в целях решения поставленных задач;

- развить навыки анализа полученных численных оценок, навыков их верификации по существующим данным.

Результат освоения дисциплины:

- знание профессиональных сведений о способах верификации полученных оценок при решении реальных научных задач;

- умение анализировать условия поставленной задачи и применять нужный метод решения;

- сдача кандидатского экзамена по специальности.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: консультации в период занятий, самостоятельная работа обучающегося.

Общий объем дисциплины – 1 зачетная единица (36 часов).

Форма промежуточной аттестации – кандидатский экзамен.

## Введение

Рабочая программа кандидатского экзамена Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий реализуется на физическом факультете как элективная дисциплина в рамках научной специальности 1.3 Физические науки Направленность (профиль) Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий и разработана в соответствии с паспортом научной специальности Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий, Порядком прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечнем, и федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, сроками освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов).

Настоящая программа представляет собой комплексный обзор-повторение основных разделов физики атомного ядра и элементарных частиц, физики высоких энергий, с целью подготовки к сдаче кандидатского экзамена по специальности.

Для начала обучения данной дисциплине необходима базовая подготовка в рамках программ бакалавриата и магистратуры.

Цель курса:

- подготовить аспирантов к сдаче кандидатского экзамена в рамках научной специальности Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий.

Задачи курса:

- научить критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности;

- сформировать у аспирантов навыки культуры работы с научными литературными источниками в целях решения поставленных задач;

- развить навыки анализа полученных численных оценок, навыков их верификации по существующим данным.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: консультации в период занятий, самостоятельная работа обучающегося.

Общий объем дисциплины – 1 зачетная единица (36 часов).

Форма промежуточной аттестации – кандидатский экзамен.

## 1. Результаты освоения дисциплины

Результат освоения дисциплины:

- знание профессиональных сведений о способах верификации полученных оценок при решении реальных научных задач;

- умение анализировать условия поставленной задачи и применять нужный метод решения;

- сдача кандидатского экзамена по специальности.

## 2. Трудоемкость дисциплины по видам учебных занятий

Трудоемкость дисциплины – 1 з.е. (36 ч)

Форма промежуточной аттестации: кандидатский экзамен

№	Вид деятельности	Количество часов
1.	Консультации в период занятий, ч	12
2.	Занятия в контактной форме, ч, из них	14
3.	аудиторных занятий, ч	-
4.	в электронной форме, ч	-
5.	консультаций, час.	12
6.	промежуточная аттестация, ч	2

7.	Самостоятельная работа, час.	22
8.	Всего, ч	36

### 3. Содержание дисциплины

#### Консультации в период занятий (12 ч)

Наименование темы и их содержание	Объем, час
Избранные главы современной физики	4
Методы измерения физических величин	4
Методы анализа физических измерений	4

#### Самостоятельная работа студентов (22 ч)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	8
Подготовка презентации доклада	8
Подготовка к кандидатскому экзамену	6

### 4. Перечень учебно-методических материалов, необходимых для изучения дисциплины (модуля)

1. В.Б.Берестецкий, Е.М.Лифшиц, Л.П.Питаевский. Квантовая электродинамика, М: Физматлит. 2001 (43 экз.)
2. Л.Б. Окунь. Лептоны и кварки. М.: URSS 1990. (18 экз.)
3. А.И. Мильштейн, А.В, Резниченко. Лекции по квантовой механике, Новосибирск: ИПЦ НГУ 2021. (50 экз.)

### 5. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины (модуля)

4. Л. Д. Ландау, Е.М. Лифшиц; Квантовая механика, М.: Физматлит, 2001. (100 экз.)
5. В. В. Батыгин, И. Н. Топтыгин; Сборник задач по электродинамике, М: Регуляр. и хаотич. динамика, 2002. (100 экз.)
6. В.М. Галицкий, Б.М. Карнаков, В.И. Коган; Задачи по квантовой механике, М: Наука. (100 экз.)
7. Ф. Хелзен, А. Мартин. Кварки и лептоны: введение в физику частиц, М:Мир. 1987 (8 экз.)

### 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой 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 аспирантов 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».

## **7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Перечень результатов освоения дисциплины представлен в разделе 1.

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

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

Текущий контроль включает контроль посещаемости обучающимися консультаций в период занятий, оценку их активности в ходе дискуссий, представление доклада по тематике, связанной с выполнением научной работы обучающегося, и проверку заданий для самостоятельного решения.

#### ***Промежуточная аттестация:***

Промежуточная аттестация проводится в форме кандидатского экзамена по специальности. Требования разработаны в соответствии со следующими документами:

- паспорт научной специальности Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий,
- Порядок прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечень,
- федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов).

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 обучающегося, раскрывающая его индивидуальные образовательные достижения, в том числе:
  - доклад по тематике, связанной с выполнением научной работы обучающегося.
2. Экзаменационный билет - комплекс вопросов и задач, разработанных в соответствии с паспортом научной специальности Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий.

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 промежуточной аттестации. В случае получения неудовлетворительной оценки пересдача кандидатского экзамена в течение текущего периода промежуточной аттестации не допускается. Пересдача кандидатского экзамена с положительной оценки на другую положительную оценку не допускается.

Оценка уровня знаний экзаменуемого определяется экзаменационными комиссиями по пятибалльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». 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 научной специальности, по которой сдавались кандидатские экзамены; шифр и наименование направленности (профиля) по которой подготавливается диссертация.

### **Описание критериев и шкал оценивания результатов освоения дисциплины**

Таблица 7.1 Результаты освоения дисциплины

<b>Результат освоения дисциплины</b>	<b>Оценочное средство</b>
- знание профессиональных сведений о способах верификации полученных оценок при решении реальных научных задач	Портфолио Кандидатский экзамен
- умение анализировать условия поставленной задачи и применять нужный метод решения	Портфолио Кандидатский экзамен

Таблица 7.2 Критерии оценивания результатов освоения дисциплины

<b>Критерии оценивания результатов освоения дисциплины</b>	<b>Шкала оценивания</b>
<p><b><u>Доклады и выступления</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– знает актуальные исследования и критически анализирует результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности,</li> <li>– умеет 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,</li> <li>– знает возможные направления профессиональной самореализации,</li> <li>- владеет приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач,</li> <li>– точность и полнота выделения, классификации и систематизации основного смыслообразующего компонента из источников и литературы.</li> </ul> <p>В докладах и выступлениях обучающийся мог допустить непринципиальные неточности.</p> <p><b>Кандидатский экзамен:</b></p>	<i>Отлично</i>

<p>– демонстрирует углубленные знания базовых понятий, моделей, гипотез и концепций, свободно владеет всеми основными разделами современной физики атомных ядер и элементарных частиц, физики высоких энергий,</p> <p>– самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, отсутствие затруднений в объяснении процессов и явлений, а также при формулировке собственных суждений,</p> <p>– наличие исчерпывающих ответов на дополнительные вопросы.</p> <p>При изложении ответа на вопрос(ы) экзаменационного билета обучающийся мог допустить непринципиальные неточности.</p>	
<p><b><u>Доклады и выступления</u></b></p> <p>– знает актуальные исследования и критически анализирует результаты предшественников и современные достижения в области физики атомных ядер и элементарных частиц, физики высоких энергий,</p> <p>– умеет 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,</p> <p>– знает возможные направления профессиональной самореализации,</p> <p>- владеет приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач,</p> <p>– точность и полнота выделения, классификации и систематизации основного смыслообразующего компонента из источников и литературы.</p> <p>В докладах и выступлениях обучающийся мог допустить неточности, не влияющие на суть доклада.</p> <p><b><u>Кандидатский экзамен:</u></b></p> <p>– демонстрирует в основном углубленные знания базовых понятий, моделей, гипотез и концепций, свободно владеет всеми основными разделами современной физики атомных ядер и элементарных частиц, физики высоких энергий,</p> <p>– самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, отсутствие затруднений в объяснении процессов и явлений, а также при формулировке собственных суждений,</p> <p>– допускает незначительные ошибки при ответах на дополнительные вопросы.</p> <p>При изложении ответа на вопрос(ы) экзаменационного билета обучающийся мог допустить незначительные неточности.</p>	<p><i>Хорошо</i></p>
<p><b><u>Доклады и выступления</u></b></p> <p>– не знает направления актуальных исследований, не составляет анализ результатов предшественников и современных достижений в области физики в применении к профессиональной области деятельности,</p> <p>– затрудняется в постановке задач научно-исследовательской деятельности,</p> <p>– затрудняется в выборе возможных направлений профессиональной самореализации,</p> <p>- ограниченно владеет приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач,</p> <p>В докладах и выступлениях обучающийся допускает неточности влияющие на суть доклада.</p> <p><b><u>Кандидатский экзамен:</u></b></p>	<p><i>Удовлетворительно</i></p>



<ul style="list-style-type: none"> <li>– 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,</li> <li>– затрудняется в объяснении процессов и явлений, а также при формулировке собственных суждений,</li> <li>– допускает значительные ошибки при ответах на дополнительные вопросы.</li> </ul>	
<p><b><u>Доклады и выступления</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– отсутствие теоретического и фактического материала, подкрепленного ссылками на научную литературу и источники,</li> <li>– затрудняется в постановке задач научно-исследовательской деятельности,</li> <li>– затрудняется в выборе возможных направлений профессиональной самореализации,</li> <li>- не владеет приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач,</li> <li>– неподготовленность докладов и выступлений на основе предварительного изучения литературы по темам, неучастие в коллективных обсуждениях в ходе практического (семинарского) занятия.</li> </ul> <p><b><u>Кандидатский экзамен:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– 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,</li> <li>– затрудняется в объяснении процессов и явлений, а также при формулировке собственных суждений,</li> <li>– не отвечает на дополнительные вопросы.</li> </ul>	<p><i>Неудовлетворительно</i></p>

**Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины (оценочные материалы)**

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

***I. Примерная тематика докладов***

***Тема. Методы измерения физических величин***

1. Сверхточные эксперименты по измерению физических констант (выбрать конкретный эксперимент).
2. Применение синхротронного излучения для исследования структуры вещества (рассказать о конкретных исследованиях)
3. Применение синхротронного излучения для биологических исследований (рассказать о конкретных исследованиях)
4. Методы генерации нейтронных пучков и их применение для исследования структуры вещества (рассказать о конкретных исследованиях).
5. Эксперименты по проверки неизменности физических констант.
6. Методы датировки археологических и геологических образцов.

***Тема. Методы анализа физических измерений***

1. Нейронные сети.

2. Методы классификации данных.
3. Задача разделения сигнала и фона.
4. Практические методы построения критериев разделения. Метод главных компонент.
5. Регуляризация.
- 6.. Вэйвлетный анализ.

***Тема. Компьютерные технологии в физическом эксперименте***

1. Нейрокомпьютеры. Использование нейронных сетей для формирования триггера и для поиска редких процессов в экспериментах в области физики элементарных частиц.
2. R – язык программирования и среда для проведения статистического анализа.
3. Введение в решеточные вычисления.
4. Организация системы сбора данных детектора ATLAS (CMS, LHCb, Belle, детекторов ИЯФ).
5. Организация триггера детектора ATLAS (CMS, LHCb, Belle, детекторов ИЯФ).
6. Организация системы обработки и хранения данных детектора ATLAS (CMS, LHCb, Belle, детекторов ИЯФ).
9. Организация анализа данных в большой научной коллаборации (на примере коллаборации ATLAS, CMS, Belle, Babar).
10. Организация больших программных проектов в ФВЭ, используемые технологии.
11. Система хранения данных Castor.
12. Программный каркас Gaudi.
13. Визуализация данных в детекторе элементарных частиц.
14. Управление данными в экспериментах на LHC.
15. Моделирование адронных процессов в Geant4.
16. Параллельная обработка больших объемов данных в пакете ROOT.
17. Система баз данных эксперимента (выбрать конкретный эксперимент).
18. Использование нереляционных баз данных в физических и астрофизических экспериментах.
19. Системы сбора данных географически распределенных экспериментов (на примере изучения космических лучей).
20. Системы сбора данных экспериментов, базирующихся в космосе.

***II. Форма и перечень вопросов экзаменационного билета.***

**2.1 Форма экзаменационного билета**

<p>Новосибирский государственный университет Физический факультет</p> <p><b>Кандидатский экзамен</b></p> <hr style="width: 60%; margin: 10px auto;"/> <p style="text-align: center; font-size: small;">научная специальность</p> <hr style="width: 60%; margin: 10px auto;"/> <p style="text-align: center; font-size: small;">направленность (профиль)</p> <p><b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Две задачи из категории 1.</li> <li>2. Задача из категории 2.</li> <li>3. Две задачи из категории 3.</li> <li>4. Вопрос из категории 1.</li> <li>5. Вопрос из категории 2.</li> <li>6. Вопрос из категории 3.</li> </ol>
--



	Методы автоматической обработки фотографий трековых приборов. Механико-оптические и электронные системы сканирования с выводом данных на ЭВМ.
	Физические установки с автоматическим выводом данных на ЭВМ. Типы накопительных устройств. Использование разных классов ЭВМ для приема
	Основные понятия математической статистики. Теория статистических оценок и проверки гипотез. Метод максимального правдоподобия. Планирование эксперимента
	Системы математических программ обработки и анализа физических результатов. Геометрическая реконструкция пучков частиц. Система распознавания определенного класса событий. Анализ физических результатов