

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Ядерная физика в приложении к медицине

Методические указания по выполнению практических работ

Направление подготовки 03.04.02 Физика

Направленность (профиль)

Биофизика и медицинская инженерия

Квалификация выпускника: магистр

**Ставрополь
2026**

ВВЕДЕНИЕ

Цель и задачи освоения дисциплины. Целью изучения дисциплины «Ядерная физика в приложении к медицине» является подготовка студентов к научной деятельности; формирование набора общепрофессиональных и универсальных компетенций магистранта по направлению подготовки 03.04.02 Физика – Биофизика и медицинская инженерия. Достижение поставленной цели обеспечивается через решение теоретических, практических и воспитательных задач.

Задачи:

- изучить законы ядерной физики, необходимые для понимания физических основ современных технологий в медицине, основанных на них.

Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Ядерная физика в приложении к медицине» - Б1.В.01.06 относится к дисциплинам, формируемым участниками образовательных отношений.

В результате изучения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (в соответствии с образовательным стандартом):

ИД-1_{ук-3}

Управляет производственной деятельностью работников.

ИД-2_{ук-3}

Подготавливает и представляет презентации планов и результатов собственной и командной деятельности

ИД-1_{пк-3}

Осуществляет рациональный выбор методики проведения научного эксперимента с учетом конкретной задачи;

ИД-2_{пк-3}

Осуществляет адаптацию методик проведения научно-инновационных исследований биофизических процессов с учетом потребностей потенциального потребителя.

Цель данного практикума – описание последовательности, основного содержания, методики выполнения практических занятий по учебному курсу и (или) самостоятельной подготовки к ним. Занятия проводятся в форме практической работы.

СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема 1. Введение. Свойства атомных ядер.

Цель занятия: формирование базовых представлений о строении атомного ядра и его основных характеристиках.

Организационная форма занятия: дискуссия

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Модель строения атомного ядра

- Капельная модель, оболочечная модель, модель ферми-газа.
- Исторический путь развития моделей ядра.
- Их роль в объяснении массы, энергии связи, стабильности.

Вопрос к дискуссии: Почему ни одна модель не даёт полного описания свойств всех ядер?

2. Энергия связи и устойчивость ядер

- Зависимость энергии связи от массового числа.
- Понятие дефекта массы.
- Ядра, устойчивые к распаду, и критерии устойчивости.

Вопрос к дискуссии: Можно ли по энергии связи предсказать радиоактивность?

Преобразователи электрических и магнитных величин.

3. Изотопы и их физические характеристики

- Число протонов и нейтронов, массовое число.
- Изобары, изотоны, изомеры.
- Практическое значение изотопов (в медицине, энергетике, экологии).

Вопрос к дискуссии: Являются ли изотопы одного элемента полностью взаимозаменяемыми?

4. Радиусы ядер и плотность ядерного вещества

- Методы определения размеров ядер (рассеяние, поглощение).
- Уникально высокая плотность ядерного вещества.
- Влияние размера ядра на ядерные процессы.

Вопрос к дискуссии: Почему, несмотря на высокую плотность, ядерная материя остаётся практически недоступной для прямого наблюдения?

При подготовке к семинару студент должен знать основные методы измерения физических величин. Иметь представление о том, как связаны физические величины, имеющие различную природу; каким образом одну величину можно представить, как пропорциональное изменение другой. Понимать методы электрических измерений.

Теоретическая часть

1. Строение атомного ядра

Атомное ядро — это центральная часть атома, состоящая из протонов и нейтронов, которые называются нуклонами. Протоны несут положительный заряд, нейтроны — нейтральны. Все нуклоны удерживаются в ядре сильным ядерным взаимодействием, которое преодолевает кулоновское отталкивание

между положительно заряженными протонами.

2. Характеристики ядер:

Массовое число (A) — общее количество нуклонов в ядре.

Атомный номер (Z) — количество протонов.

Изотопы — ядра с одинаковым Z , но разным A .

Энергия связи — энергия, необходимая для разбиения ядра на отдельные нуклоны. Является показателем устойчивости ядра.

3. Модели атомного ядра:

Капельная модель: рассматривает ядро как каплю жидкости, объясняет массу и энергию связи.

Оболочечная модель: предполагает существование энергетических уровней (оболочек) для нуклонов, объясняет магические числа.

Модель ферми-газа: нуклоны движутся в потенциальной яме как частицы Ферми.

4. Радиусы и плотность ядер

Радиус ядра пропорционален корню кубическому из массового числа:

В этом ему поможет следующая литература:

1. Калашников Н. П. «Практикум по решению задач по общему курсу физики. Основы квантовой физики. Строение вещества. Атомная и ядерная физика». СПб.: Лань, 2021.
2. Капитонов И. М. «Введение в физику ядра и частиц». М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010.

Интернет-ресурсы:

Большая советская энциклопедия — <http://bse.sci-lib.com/>

Тема 2. Радиоактивные превращения ядер. Радиоактивность

Цель занятия: Освоение понятий радиоактивности, видов радиоактивного распада и закономерностей радиоактивных превращений.

Организационная форма занятия: дискуссия

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Виды радиоактивного распада

- Альфа-, бета-, гамма-распад, внутреннее превращение.
- Особенности механизмов каждого вида.
- Примеры ядер, для которых характерны разные типы распада.

Вопрос к дискуссии: Почему одни ядра распадаются только по одному механизму, а другие — по нескольким?

2. Закон радиоактивного распада

- Экспоненциальный характер распада.
- Период полураспада, среднее время жизни
- Применение закона в практике (датировка, дозиметрия, диагностика).

Вопрос к дискуссии: Можно ли считать радиоактивный распад полностью случайным процессом?

3. Радиоактивные ряды и цепочки превращений

- Естественные и искусственные ряды.
- Закономерности изменения Z и A в цепочках.
- Понятие дочерних и материнских ядер.

Вопрос к дискуссии: Какие принципы лежат в основе прогнозирования полного пути распада?

4. Искусственная радиоактивность

- Открытие Жолио-Кюри, облучение стабильных ядер.
- Применение в медицине (радионуклиды), промышленности, науке.
- Экологические и этические аспекты.

Вопрос к дискуссии: Каковы риски и перспективы массового использования искусственной радиоактивности?

Теоретическая часть

1 Понятие радиоактивности

Радиоактивность — это самопроизвольное превращение нестабильных ядер с испусканием излучения (частиц или квантов). Это явление было открыто А. Беккерелем (1896), а позже изучено Марией и Пьером Кюри.

2. Виды радиоактивного распада:

Альфа-распад — испускание ядра гелия. Характерен для тяжёлых элементов.

Бета-распад: нейтрон превращается в протон, испускаются электрон и антинейтрино; протон превращается в нейтрон, испускаются позитрон и нейтрино.

Гамма-излучение — электромагнитное излучение высокой энергии, сопровождает альфа- или бета-распад. Захват электрона — ядро поглощает

электрон с внутренней оболочки, происходит превращение протона в нейтрон.

3. Закон радиоактивного распада

Число нераспавшихся ядер убывает по экспоненциальному закону.

4. Радиоактивные ряды и искусственная радиоактивность

Существуют природные радиоактивные ряды (урановый, ториевый, актиний). Искусственная радиоактивность создаётся путём облучения стабильных ядер (открыта супругами Жолио-Кюри в 1934 году).

В этом ему поможет следующая литература:

1. Калашников Н. П. и др. «Практикум по решению задач по общему курсу физики...» — раздел по радиоактивности.
2. Латфуллин И. А. «Основы поражающего действия ионизирующего излучения на организм человека».

КФУ, 2014.

Дополнительная литература:

Капитонов И. М. «Введение в физику ядра и частиц», главы о распаде ядер.

Интернет-ресурсы:

Интернет-энциклопедия по применению ядер

`window.oai_logHTML?window.oai_logHTML():window.oai_SSR_HTML=window.oai_SSR_HTML`

Тема 3. Действие ионизирующего излучения.

Цель занятия: изучение основных тенденций в современных техниках проведения физического эксперимента.

Организационная форма занятия: дискуссия

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Способы получения данных о физических процессах и явлениях.
2. Необходимость получения данных о большом количестве различных физических параметрах.
3. Удаленное управление экспериментом.
4. Массивы данных, получаемые в результате проведения физического эксперимента.

Методические рекомендации

Дискуссия - обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы. Обсуждая спорную (дискуссионную) проблему, каждая сторона, оппонируя мнению собеседника, аргументирует свою собственную позицию.

Дискуссия продуктивна для закрепления сведений, творческого осмысления изученного материала и формирования ценностных ориентаций.

При подготовке к дискуссии необходимо руководствоваться следующими требованиями:

1. Перед дискуссией необходимо ознакомиться с рекомендуемой литературой (основной и дополнительной), найти необходимую информацию в сети Интернет, выявить новые аспекты дискутируемой проблемы и уже поставленные и изученные способы ее решения. Помимо рекомендуемой литературы магистрант сам может дополнительно подобрать и изучить литературу по интересующей его проблеме.

2. Во время работы с выбранными источниками желательно делать записи, которыми можно будет воспользоваться во время выступления в дискуссии. Записи (в различной форме, например, конспект, план, аннотация, резюме, тезисы, цитаты) не только способствуют пониманию и усвоению изучаемого материала, но и помогают вырабатывать навыки ясного изложения в письменной форме тех или иных теоретических вопросов. Делая записи, не следует забывать об их оформлении. Необходимо указывать фамилию автора изучаемого материала, полное название работы, место и год ее издания. Целесообразно указывать страницы.

При подготовке к вопросам семинара студент должен иметь представление о том, что такое физический эксперимент и какова его роль в физике. Иметь представления о процессе измерений, о прямых и косвенных измерениях. О принципиальных методах получения физической информации. О технике безопасности и охраны труда при проведении эксперимента в физике.

В этом ему поможет следующая литература:

Основная литература

1. Ремизов А.Н., Медицинская и биологическая физика: учебник / А. Н. Ремизов. - 4-е изд., испр. и перераб. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 656 с.: ил. - 656 с. - ISBN 978-5-9704-4623-2. - Текст: электронный // ЭБС 'Консультант студента': [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970446232.html> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: по подписке.
2. Практикум по решению задач по общему курсу физики. Основы квантовой физики. Строение вещества. Атомная и ядерная физика: учебное пособие / Н. П. Калашников, Н. М. Кожевников, Т. В. Котырло, Г. Г. Спирин. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 240 с. - ISBN 978-5-8114-1651-6. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168664> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Латфуллин, И. А. Основы поражающего действия ионизирующего излучения на организм человека [Текст: электронный ресурс]: учебное пособие / И. А. Латфуллин; Казан. федер. ун-т, Ин-т физики, Каф. общ. физики. - Электронные данные (1 файл: 2,01 Мб). - (Казань: Казанский федеральный университет, 2014). - Загл. с экрана. - Вых. дан. ориг. печ. изд.: Казань, 2014. - 145 с.: ил. - URL: http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_40_A5-000747.pdf (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: открытый

Дополнительная литература

1. Труфанов Г.Е., Лучевая терапия (радиотерапия): учебник / Г. Е. Труфанов [и др.]; под ред. Г. Е. Труфанова - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 208 с. - ISBN 978-5-9704-4420-7. - Текст: электронный // ЭБС 'Консультант студента': [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970444207.html> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: по подписке.
2. Капитонов, И. М. Введение в физику ядра и частиц: учебник / И. М. Капитонов. - 4-е изд. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 512 с. - ISBN 978-5-9221-1250-5. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2189> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Воробьева, В. В. Введение в радиозкологию : учебное пособие / В. В. Воробьева. - Москва: Университетская книга; Логос, 2020. - 360 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-084-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1214508> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: по подписке.

Интернет-ресурсы

1. Большая советская энциклопедия [Электронный ресурс] - <http://bse.sci-lib.com/>

2. Научно-информационный портал Всероссийского института научной и технической информации РАН.
3. Интернет-энциклопедия по применению ядерной физике в медицине [Электронный ресурс]. - <http://science.viniti.ru>
4. Сайт Википедия Свободная энциклопедия - <http://ru.wikipedia.org>
5. Сайт Радиация - все о радиации и мерах безопасности! - <http://rad-stop.ru/coremed.html/page/11/#.VHyIrsnb5qM>
6. Сайт Радиоактивные изотопы в физико-химической биологии - <http://molbiol.ru/bio/001/004.html>
7. Основы МРТ, Джозеф П. Хорнак - <http://www.cis.rit.edu/htbooks/mri/inside-r.htm>

Задания для развития и контроля владения компетенциями
Подготовить доклад по теме: «Роль эксперимента в физике»

Тема 4. Применение радиоактивных излучений для диагностики

Цель занятия: изучить основные типы измерительных преобразователей и их роль в проведении физических измерений.

Организационная форма занятия: дискуссия

Вопросы, выносимые на обсуждение:

3. Невозможность прямых измерений некоторых физических параметров.
4. Преобразователи механических величин в электрические.
5. Преобразователи электрических и магнитных величин.
6. Преобразователи оптических величин в электрические.
7. Счетчики и детекторы ионизирующих излучений и элементарных частиц.

При подготовке к семинару студент должен знать основные методы измерения физических величин. Иметь представление о том, как связаны физические величины, имеющие различную природу; каким образом одну величину можно представить, как пропорциональное изменение другой. Понимать методы электрических измерений.

В этом ему поможет следующая литература:

Основная литература

1. Ремизов А.Н., Медицинская и биологическая физика: учебник / А. Н. Ремизов. - 4-е изд., испр. и перераб. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 656 с.: ил. - 656 с. - ISBN 978-5-9704-4623-2. - Текст: электронный // ЭБС 'Консультант студента': [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970446232.html> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: по подписке.
2. Практикум по решению задач по общему курсу физики. Основы квантовой физики. Строение вещества. Атомная и ядерная физика: учебное пособие / Н. П. Калашников, Н. М. Кожевников, Т. В. Котырло, Г. Г. Спирин. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 240 с. - ISBN 978-5-8114-1651-6. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168664> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Латфуллин, И. А. Основы поражающего действия ионизирующего излучения на организм человека [Текст: электронный ресурс]: учебное пособие / И. А. Латфуллин; Казан. федер. ун-т, Ин-т физики, Каф. общ. физики. - Электронные данные (1 файл: 2,01 Мб). - (Казань: Казанский федеральный университет, 2014). - Загл. с экрана. - Вых. дан. ориг. печ. изд.: Казань, 2014. -145 с.: ил. - URL: http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_40_A5-000747.pdf (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: открытый

Дополнительная литература

1. Труфанов Г.Е., Лучевая терапия (радиотерапия): учебник / Г. Е. Труфанов [и др.]; под ред. Г. Е. Труфанова - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 208 с. - ISBN 978-5-9704-4420-7. - Текст: электронный // ЭБС 'Консультант студента': [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970444207.html> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: по подписке.
2. Капитонов, И. М. Введение в физику ядра и частиц: учебник / И. М. Капитонов. - 4-е изд. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 512 с. - ISBN 978-5-9221-1250-5. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2189> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Воробьева, В. В. Введение в радиоэкологию : учебное пособие / В. В. Воробьева. - Москва: Университетская книга; Логос, 2020. - 360 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-084-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1214508> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: по подписке.

Интернет-ресурсы

1. Большая советская энциклопедия [Электронный ресурс] - <http://bse.sci-lib.com/>
2. Научно-информационный портал Всероссийского института научной и технической информации РАН.
3. Интернет-энциклопедия по применению ядерной физике в медицине [Электронный ресурс]. - <http://science.viniti.ru>
4. Сайт Википедия Свободная энциклопедия - <http://ru.wikipedia.org>
5. Сайт Радиация - все о радиации и мерах безопасности! - <http://rad-stop.ru/coremed.html/page/11/#.VHyIrsnb5qM>
6. Сайт Радиоактивные изотопы в физико-химической биологии - <http://molbiol.ru/bio/001/004.html>
7. Основы МРТ, Джозеф П. Хорнак - <http://www.cis.rit.edu/htbooks/mri/inside-r.htm>

Задания для развития и контроля владения компетенциями

Подготовить доклад по теме: «Измерительные преобразователи. Преобразователи неэлектрических величин в электрические».

Тема 5. Магнитно-резонансная и компьютерная томография.

Цель занятия: изучение способов сопряжения компьютера с измерительными преобразователями.

Организационная форма занятия: дискуссия

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Подключение измерительного устройства к компьютеру.
2. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) и цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП).
3. Платы оцифровки электрических сигналов (DAQmx).
4. Интерфейсы RS-232 и GPIB.

При подготовке к семинару студент должен ознакомиться с принципами работы устройств аналого-цифрового ввода-вывода. Устройствами рассмотреть технические параметры плат DAQmx и предложить конкретные способы их применения для решения задач эксперимента. Иметь основные сведения об интерфейсах RS-232 и GPIB.

В этом ему поможет следующая литература:

Основная литература

1. Ремизов А.Н., Медицинская и биологическая физика: учебник / А. Н. Ремизов. - 4-е изд., испр. и перераб. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 656 с.: ил. - 656 с. - ISBN 978-5-9704-4623-2. - Текст: электронный // ЭБС 'Консультант студента': [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970446232.html> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: по подписке.
2. Практикум по решению задач по общему курсу физики. Основы квантовой физики. Строение вещества. Атомная и ядерная физика: учебное пособие / Н. П. Калашников, Н. М. Кожевников, Т. В. Котырло, Г. Г. Спирин. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 240 с. - ISBN 978-5-8114-1651-6. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168664> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Латфуллин, И. А. Основы поражающего действия ионизирующего излучения на организм человека [Текст: электронный ресурс]: учебное пособие / И. А. Латфуллин; Казан. федер. ун-т, Ин-т физики, Каф. общ. физики. - Электронные данные (1 файл: 2,01 Мб). - (Казань: Казанский федеральный университет, 2014). - Загл. с экрана. - Вых. дан. ориг. печ. изд.: Казань, 2014. -145 с.: ил. - URL: http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_40_A5-000747.pdf (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: открытый

Дополнительная литература

1. Труфанов Г.Е., Лучевая терапия (радиотерапия): учебник / Г. Е. Труфанов [и др.]; под ред. Г. Е. Труфанова - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 208 с. - ISBN 978-5-9704-4420-7. - Текст: электронный // ЭБС 'Консультант студента': [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970444207.html> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: по подписке.
2. Капитонов, И. М. Введение в физику ядра и частиц: учебник / И. М. Капитонов. - 4-е изд. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 512 с. - ISBN 978-5-9221-1250-5. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2189> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Воробьева, В. В. Введение в радиоэкологию : учебное пособие / В. В. Воробьева. - Москва: Университетская книга; Логос, 2020. - 360 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-084-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1214508> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: по подписке.

Интернет-ресурсы

1. Большая советская энциклопедия [Электронный ресурс] - <http://bse.sci-lib.com/>
2. Научно-информационный портал Всероссийского института научной и технической информации РАН.
3. Интернет-энциклопедия по применению ядерной физике в медицине [Электронный ресурс]. - <http://science.viniti.ru>
4. Сайт Википедия Свободная энциклопедия - <http://ru.wikipedia.org>
5. Сайт Радиация - все о радиации и мерах безопасности! - <http://rad-stop.ru/coremed.html/page/11/#.VHyIrsnb5qM>
6. Сайт Радиоактивные изотопы в физико-химической биологии - <http://molbiol.ru/bio/001/004.html>
7. Основы МРТ, Джозеф П. Хорнак - <http://www.cis.rit.edu/htbooks/mri/inside-r.htm>

Тема 6. Лучевая терапия. Производство радиофармпрепаратов

Цель занятия: знакомство со средой LabVIEW.

Организационная форма занятия: дискуссия

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Принцип разработки среды автоматизации с помощью языка программирования высокого уровня.
2. Принцип виртуальных приборов (инструментов) LabVIEW.
3. Создание простейших виртуальных приборов.

При подготовке к семинару студент должен ознакомиться со средой LabVIEW и разобраться с интерфейсом, а также основными рабочими инструментами. Уметь создавать простейшие виртуальные приборы.

В этом ему поможет следующая литература:

Основная литература

1. Ремизов А.Н., Медицинская и биологическая физика: учебник / А. Н. Ремизов. - 4-е изд., испр. и перераб. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 656 с.: ил. - ISBN 978-5-9704-4623-2. - Текст: электронный // ЭБС 'Консультант студента': [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970446232.html> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: по подписке.
2. Практикум по решению задач по общему курсу физики. Основы квантовой физики. Строение вещества. Атомная и ядерная физика: учебное пособие / Н. П. Калашников, Н. М. Кожевников, Т. В. Котырло, Г. Г. Спирин. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 240 с. - ISBN 978-5-8114-1651-6. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168664> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Латфуллин, И. А. Основы поражающего действия ионизирующего излучения на организм человека [Текст: электронный ресурс]: учебное пособие / И. А. Латфуллин; Казан. федер. ун-т, Ин-т физики, Каф. общ. физики. - Электронные данные (1 файл: 2,01 Мб). - (Казань: Казанский федеральный университет, 2014). - Загл. с экрана. - Вых. дан. ориг. печ. изд.: Казань, 2014. -145 с.: ил. - URL: http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_40_A5-000747.pdf (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: открытый

Дополнительная литература

1. Труфанов Г.Е., Лучевая терапия (радиотерапия): учебник / Г. Е. Труфанов [и др.]; под ред. Г. Е. Труфанова - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 208 с. - ISBN 978-5-9704-4420-7. - Текст: электронный // ЭБС 'Консультант студента': [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970444207.html> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: по подписке.
2. Капитонов, И. М. Введение в физику ядра и частиц: учебник / И. М.

- Капитонов. - 4-е изд. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 512 с. - ISBN 978-5-9221-1250-5. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2189> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Воробьева, В. В. Введение в радиозкологию : учебное пособие / В. В. Воробьева. - Москва: Университетская книга; Логос, 2020. - 360 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-084-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1214508> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: по подписке.

Интернет-ресурсы

1. Большая советская энциклопедия [Электронный ресурс] - <http://bse.sci-lib.com/>
2. Научно-информационный портал Всероссийского института научной и технической информации РАН.
3. Интернет-энциклопедия по применению ядерной физике в медицине [Электронный ресурс]. - <http://science.viniti.ru>
4. Сайт Википедия Свободная энциклопедия - <http://ru.wikipedia.org>
5. Сайт Радиация - все о радиации и мерах безопасности! - <http://rad-stop.ru/coremed.html/page/11/#.VHyIrsnb5qM>
6. Сайт Радиоактивные изотопы в физико-химической биологии - <http://molbiol.ru/bio/001/004.html>
7. Основы МРТ, Джозеф П. Хорнак - <http://www.cis.rit.edu/htbooks/mri/inside-r.htm>

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА В ПРИЛОЖЕНИИ К МЕДИЦИНЕ

**Методические указания для обучающихся по организации и проведению
самостоятельной работы**

Направление подготовки 03.04.02 Физика

Направленность (профиль)

«Биофизика и медицинская инженерия»

Квалификация выпускника: магистр

**Ставрополь
2026**

ВВЕДЕНИЕ

Цель самостоятельной работе магистров:

1. Систематизация знаний в области автоматизации физического эксперимента. Изучение современных методов получения и анализа физической информации.

2. Знакомство с литературой, необходимой для получения компетенций.

3. Формирование естественно-научного способа мышления, развитие практических навыков поиска и применения полученной информации.

Исходя из обозначенной цели, основными задачами **самостоятельной работе магистров** служат:

- Формирование стройной системы знаний в области сбора и анализа физической информации;
- Понимание современных методов автоматизированного сбора и анализа данных с помощью специализированного оборудования;
- Развитие навыка самостоятельного построения систем сбора и анализ данных на основе поставленных перед исследователем задач;
- Формирование способа мышления, направленного на решение практических исследовательских задач;
- Знакомство с опытом других исследователей;
- Формирование индивидуального стиля деятельности, умений и навыков;
- Формирование навыков критического восприятия и оценки источников научной информации;
- Преодоление негативного влияния узкой специализации, несовместимой с потребностями современной жизни, что способствует глубокому творческому изучению избранной магистрантом темы

Основными **формами работы и контроля** магистров являются:

Индивидуальное решение репродуктивных, реконструктивных и творческих заданий, позволяющих оценивать и диагностировать уровень обученности, уровень умений и навыков магистров по дисциплине.

Собеседование - форма учебной деятельности, специальная беседа преподавателя с магистрантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний магистранта по определенному разделу, теме, проблеме и т. п., позволяющая оценить их умение аргументировать собственную точку зрения, предполагающая всестороннее обсуждение какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений.

Реферат – раскрытие сущности исследуемой проблемы, включающее обращение к различным точкам зрения на вопрос, а также изложение собственных взглядов на нее.

В результате изучения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (в соответствии с образовательным стандартом):

ИД-1_{УК-3} Управляет производственной деятельностью работников

ИД-2_{УК-3} Подготавливает и представляет презентации планов и результатов собственной и командной деятельности

ИД-1_{ПК-3}

Осуществляет рациональный выбор методики проведения научного эксперимента с учетом конкретной задачи;

ИД-2_{ПК-3}

Осуществляет адаптацию методик проведения научно-инновационных исследований биофизических процессов с учетом потребностей потенциального потребителя.

Цель данного практикума – описание последовательности, основного содержания, методики выполнения практических занятий по учебному курсу и (или) самостоятельной подготовки к ним. Занятия проводятся в форме практической работы.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работе магистров

Индивидуальное решение репродуктивных, реконструктивных и творческих заданий, позволяющих оценивать и диагностировать уровень обученности, уровень умений и навыков магистров по дисциплине.

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: предоставление устного доклада или письменной работы по практическим задачам автоматизации физического эксперимента.

Для подготовки к выполнению задания следует изучить и проанализировать рекомендованную литературу и на их основании подготовиться к изложению темы.

При проверке задания оцениваются

- уверенное владение материалом;
- умение четко и логично излагать свои мысли;
- умение творчески подходить к решению основных проблем темы;
- самостоятельность мышления, умение отстаивать свою позицию в ходе последующих дискуссий,
- самостоятельная и выразительная устная речь, полностью раскрывающая суть проблематики задания.

Собеседование по теме лабораторной работы - форма учебной деятельности, специальная беседа преподавателя с магистрантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний магистранта по определенному разделу, теме, проблеме и т.п., позволяющая оценить их умение аргументировать собственную точку зрения, предполагающая всестороннее обсуждение какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений.

Процедура проведения данного оценочного мероприятия по каждой лабораторной работе включает в себя:

- отдельное собеседование по теме работы;
- составление и анализ отчета по лабораторной работе;

Принципиальные отличия заданий базового уровня от повышенного заключаются в повышенном уровне сложности тем, более высоких требованиях, необходимых для раскрытия темы.

Для подготовки к каждой теме следует изучить и законспектировать рекомендованные источники и научную литературу и на их основании подготовиться к указанным в методических материалах вопросам для обсуждения.

При подготовке к ответу магистранту предоставляется право пользования указанными конспектами.

При проверке задания, оцениваются:

- активное участие в работе;
- уверенное владение материалом;
- умение четко и логично излагать свои мысли;
- умение творчески подходить к решению основных вопросов

темы;

- самостоятельность мышления,
- полное соответствие конспекта установленным требованиям;
- самостоятельная устная речь, полностью раскрывающая суть проблематики собеседования.

Реферат – раскрытие сущности исследуемой проблемы, включающее обращение к различным точкам зрения на вопрос, а также изложение собственных взглядов на нее.

Структура и содержание реферата

Структура реферата включает в себя следующие элементы:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список литературы и источников;
- приложение.

Титульный лист – это информация о выходных данных вашей работы. Оформление титульного листа аналогично оформлению титульного листа курсовой работы, утвержденного положением «О выполнении и защите курсовых работ СКФУ».

В *содержании* текста последовательно излагаются названия пунктов реферата с указанием страницы, с которой начинается каждый пункт. Формирование раздела должно производиться автоматически средствами текстового редактора.

Введение к работе служит для объяснения актуальности выбранной темы, цели и содержания поставленных задач, формулируются объект и предмет исследования, указывается избранный метод (или методы) исследования.

Содержание основной части должно точно соответствовать теме реферата и полностью её раскрывать. Разделение на более мелкие компоненты производится в соответствии с творческими представлениями автора. При разделении реферата на главы необходимо придерживаться требования смысловой законченности каждой отдельной главы. В завершении глав приводятся выводы. Все использованные в работе данные должны сопровождаться ссылкой на источник.

Заключение – Это синтез, – последовательное, логически стройное изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении.

После заключения помещается *библиографический список использованной литературы*, куда включаются оригинальные тексты, монографические исследования, научные статьи, учебные пособия и др. Каждый вклю-

ченный в такой список литературный источник должен иметь отражение в тексте реферата.

Объем реферата определяется автором самостоятельно на основе его представлений о том, насколько полно необходимо раскрыть тему. В том случае, если в процессе защиты автор не сможет обоснованно доказать факт раскрытия темы, работа не принимается и отправляется на доработку.

Общие требования к оформлению реферата

Текст реферата должен быть напечатан на одной стороне стандартного листа белой односторонней бумаги формата А4 (210×297 мм) через полтора интервала (кегель – 14) цвет текста черный, шрифт Times New Roman. Поля: левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм.

Все необходимые примечания, за исключением ссылок на используемую литературу, оформляются в виде постраничных сносок. Нумерация страниц производится в правом нижнем углу.

В приложение выносятся такая информация, как листинги программ, различные технические сведения, дополнительная информация, которая была использована при подготовке реферата, но по мнению автора не должна быть включена в основную часть работы. Приложения помещают после списка использованных библиографических источников в порядке их упоминания в тексте. Каждое приложение следует начинать с нового листа.

Магистранты, занимающиеся в семинарских группах, сдают реферат руководителю семинара в срок, определенный учебным планом и рабочей программой дисциплины, но не позднее, чем за месяц до экзамена. Сданный реферат предполагает обсуждение и защиту в учебной группе. Магистранты, не защитившие реферат, к экзамену не допускаются.

Критерии оценки самостоятельной работы магистров

Критерии оценивания результатов самостоятельной работы магистров разработаны с учетом требований ФГОС ВО. Задания, выносимые на самостоятельную работу магистров, оцениваются по шкале «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Оценка **«отлично»** выставляется при следующих условиях:

- даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в задании, выносимом на самостоятельную работу магистров;
- показано умение грамотно применять полученные теоретические знания при анализе событий действительности;
- показано глубокое и творческое овладение основной и дополнительной литературой;
- материал излагается аргументировано и логически стройно.

Оценка **«хорошо»** выставляется при следующих условиях:

- даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в задании, выносимом на самостоятельную работу магистров;
- показаны достаточно прочные практические навыки;

- даны полные, но недостаточно обоснованные ответы на дополнительные вопросы;
- показаны глубокие знания основной и недостаточное знакомство с дополнительной литературой;
- показано умение теоретически обосновывать высказываемые положения;
- ответы в основном были краткими, но в них не всегда выдерживалась логическая последовательность.

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется при следующих условиях.

- даны в основном правильные ответы на все вопросы задания, выносимого на самостоятельную работу магистров, но без должной глубины и обоснования;
- показаны недостаточно прочные практические навыки;
- не даны положительные ответы на некоторые дополнительные вопросы;
- показаны недостаточные знания основной литературы;
- ответы были многословными, мысли излагались недостаточно четко и без должной логической последовательности.

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «удовлетворительно», когда магистрант не усвоил основного содержания предмета и слабо знает рекомендованную литературу.

Список литературы, рекомендуемый к использованию в самостоятельной работе магистров

Основная литература:

1. Ремизов А.Н., Медицинская и биологическая физика: учебник / А. Н. Ремизов. - 4-е изд., испр. и перераб. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 656 с.: ил. - 656 с. - ISBN 978-5-9704-4623-2. - Текст: электронный // ЭБС 'Консультант студента': [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970446232.html> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: по подписке.
2. Практикум по решению задач по общему курсу физики. Основы квантовой физики. Строение вещества. Атомная и ядерная физика: учебное пособие / Н. П. Калашников, Н. М. Кожевников, Т. В. Котырло, Г. Г. Спирин. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 240 с. - ISBN 978-5-8114-1651-6. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168664> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Латфуллин, И. А. Основы поражающего действия ионизирующего излучения на организм человека [Текст: электронный ресурс]: учебное пособие / И. А. Латфуллин; Казан. федер. ун-т, Ин-т физики, Каф. общ. физики. - Электронные данные (1 файл: 2,01 Мб). - (Казань: Казанский федеральный университет, 2014). - Загл. с экрана. - Вых. дан. ориг. печ. изд.: Казань, 2014.

-145 с.: ил. - URL: http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_40_A5-000747.pdf
(дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: открытый

Дополнительная литература:

1. Магнитно-резонансная томография [Электронный ресурс]: учебное пособие / Сеницын В.Е., Устюжанин Д.В. Под ред. С.К. Тернового - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. - (Серия 'Карманные атласы по лучевой диагностике'). - <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970408353.html>
2. Лучевая диагностика в стоматологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Васильев А.Ю., Воробьев Ю.И., Серова Н.С. и др. - 2-е изд., доп. и перераб. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970415955.html>
3. Лучевая диагностика [Электронный ресурс]: учебник / Г. Е. Труфанов и др.; под ред. Г. Е. Труфанова. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970434680.html>.

Методическая литература:

1. Рабочая программа дисциплины.

Интернет-ресурсы:

1. Большая советская энциклопедия [Электронный ресурс] - <http://bse.scilib.com/>
2. Научно-информационный портал Всероссийского института научной и технической информации РАН.
3. Интернет-энциклопедия по применению ядерной физике в медицине [Электронный ресурс]. - <http://science.viniti.ru>
4. Сайт Википедия Свободная энциклопедия - <http://ru.wikipedia.org>
5. Сайт Радиация - все о радиации и мерах безопасности! - <http://rad-stop.ru/coremed.html/page/11/#.VHyIrsnb5qM>
6. Сайт Радиоактивные изотопы в физико-химической биологии - <http://molbiol.ru/bio/001/004.html>
7. Основы МРТ, Джозеф П. Хорнак - <http://www.cis.rit.edu/htbooks/mri/inside-r.htm>