

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

Декан физического факультета



Бобрешов А.М.

20.06.2018 г.

**ПРОГРАММА  
ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

- 1. Код и наименование направления подготовки:** 14.04.02 Ядерные физика и технологии
- 2. Профиль подготовки:** Физика атомного ядра и частиц
- 3. Квалификация выпускника:** магистр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Утверждена** Ученым советом физического факультета (протокол № 6 от 20.06.2018)
- 6. Учебный год:** 2019/2020

**7. Цель итоговой аттестации:** определение соответствия результатов освоения обучающимися основной образовательной программы Физика атомного ядра и частиц соответствующим требованиям ФГОС по направлению подготовки 14.04.02 Ядерная физика и технологии, утвержденный приказом Минобрнауки от 21.11.2014 г. №1503.

**8. Место итоговой аттестации в структуре ООП:** Блок БЗ, базовая часть

**9. Форма(ы) итоговой аттестации:**

- защита выпускной квалификационной работы (ВКР).

**10. Планируемые результаты освоения образовательной программы (компетенции выпускников):**

| Код                                     | Название  |
|---|---|
| <b>Общекультурные компетенции</b>       |   |
| ОК-1                                    | способность к абстрактному мышлению, обобщению, анализу, систематизации и прогнозированию   |
| ОК-2                                    | способность действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения  |
| ОК-3                                    | способность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала  |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b> |   |
| ОПК-1                                   | способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки   |
| ОПК-2                                   | способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы   |
| ОПК-3                                   | способность использовать иностранный язык в профессиональной сфере  |
| <b>Профессиональные компетенции</b>     |   |
| ПК-1                                    | способность к созданию теоретических и математических моделей, описывающих конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие излучения с веществом, физику кинетических явлений или процессы в реакторах, ускорителях или воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды |
| ПК-2                                    | готовность к созданию новых методов расчета современных физических установок и устройств, разработке методов регистрации ионизирующих излучений, методов оценки количественных характеристик ядерных материалов   |
| ПК-3                                    | способность использовать фундаментальные законы в области физики атомного ядра и частиц, ядерных реакторов, конденсированного состояния вещества, экологии в объеме, достаточном для самостоятельного комбинирования и синтеза реальных идей, творческого самовыражения   |
| ПК-4                                    | способность применять экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований в профессиональной области  |
| ПК-5                                    | способность оценить перспективы развития ядерной отрасли, использовать ее современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательских работах  |
| ПК-6                                    | способность самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования  |
| ПК-7                                    | способность оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения   |

**11. Объем итоговой аттестации в зачетных единицах / ак. час. – 6/216:**

- подготовка к защите и процедура защиты ВКР – 6/216

**12. Требования к ВКР**

**12.1. Порядок выполнения ВКР**

Тематика ВКР разрабатывается кафедрой ядерной физики совместно с базами выполнения ВКР. В случае обоснованности целесообразности разработки ВКР для практического применения в соответствующей области профессиональной деятельности или на конкретном объекте профессиональной деятельности по письменному заявлению обучающегося (нескольких обучающихся, выполняющих ВКР совместно) может быть предоставлена возможность подготовки и защиты ВКР по теме, предложенной обучающимся (обучающимися).

На заседании Ученого совета физического факультета по представлению заведующего кафедрой ядерной физики утверждается перечень тем ВКР, предлагаемых обучающимся.

Для подготовки ВКР за обучающимся (несколькими обучающимися, выполняющими ВКР совместно) закрепляется руководитель ВКР из числа научно-педагогических работников Университета и, при необходимости, консультант (консультанты).

Работу над выполнением ВКР можно разделить на следующие этапы:

- подготовительный этап;
- преддипломная практика;
- этап непосредственной работы над ВКР;
- предварительная защита ВКР;
- защита ВКР.

Во время подготовительного этапа кафедра ядерной физики проводит собрание студентов, на котором знакомит их с формой и условиями итоговой аттестации. Руководитель перед началом выполнения ВКР выдает задание (Приложение А) обучающемуся (нескольким обучающимся, выполняющим ВКР совместно), разрабатывает совместно с ним (ними) календарный график выполнения ВКР, рекомендует ему (им) необходимую литературу, справочные материалы. Помимо этого, кафедра знакомит студентов и руководителей с методическими требованиями к содержанию и оформлению ВКР.

В период преддипломной практики студент собирает исходные данные необходимые для выполнения ВКР. После прохождения промежуточной аттестации по преддипломной практике студент приступает к этапу непосредственной работы над ВКР. Студент совместно с руководителем ВКР составляет график индивидуальных консультаций с руководителем. Руководитель устанавливает объем разделов работы, проводит консультации и контролирует ход выполнения ВКР. Работая над ВКР, студент должен систематизировать собранные в период преддипломной практики материалы, проанализировать их, получить дополнительные сведения, выявить проблему, разработать и сравнить варианты ее решения, выбрать наиболее рациональный из них и оценить эффективность выбранного решения. Студент не реже одного раза в 1–2 недели информирует руководителя о ходе выполнения ВКР, а в случае отклонения от календарного плана он обязан поставить руководителя об этом в известность. В случае критических отклонений от графика или длительного отсутствия студента в период работы над ВКР руководитель обязан проинформировать об этом заведующего кафедрой.

В срок, указанный в задании, полностью законченная, соответствующим образом оформленная и подписанная студентом и руководителем ВКР (Приложение Б) представляется на предварительную защиту на заседании кафедры, где студент представляет краткий доклад о ВКР и получает рекомендации по содержанию доклада, отвечает на вопросы.

После завершения подготовки обучающимся выпускной квалификационной работы руководитель ВКР оформляет письменный отзыв о работе обучающегося

в период подготовки ВКР (Приложение В). В случае выполнения ВКР несколькими обучающимися совместно руководитель представляет отзыв об их совместной работе в период подготовки ВКР. ВКР в обязательном порядке подлежат рецензированию (Приложение Г). Рецензент проводит анализ ВКР и представляет письменную.

### **12.2. Примерный перечень тем ВКР**

Изучение динамических процессов в реакторах на тепловых нейтронах  
Изучение процесса замедления нейтронов  
Исследование изменения изотопного состава в новых видах топлива тепловых реакторов»  
Моделирование процессов и изменения реактивности в ВВЭР  
Исследование нейтронно-физических характеристик реакторов типа ВВЭР»  
Анализ биологической защиты реактора ВВЭР-1000  
Оценка теплофизических характеристик атомного реактора ВВЭР»  
Моделирование изменения концентрации ядер дейтерия в замедлителе ВВЭР и изменения размножающих свойств среды  
Исследование свойств замедлителей нейтронов  
Компьютерное моделирование радиационной защиты  
Разработка программного обеспечения управления счётчиком СЧМ-2А  
Определение удельной активности естественных радионуклидов в пробах нестандартной геометрии  
Влияние комптоновских электронов на точность показаний детекторов прямого заряда для нейтронного потока  
Расчет биологической защиты атомного реактора ВВР-1000  
Анализ термодинамических характеристик ядерного реактора ВВР-1000

### **12.3. Структура ВКР**

ВКР магистра имеет следующую структуру;

1. Титульный лист (оформляется в соответствии с Приложением Б),
2. Оглавление;
3. Введение - постановка задачи и обоснование актуальности исследования;
4. Обзор литературы по данной проблеме;
5. Экспериментальная часть - описание использованных методик исследования;
6. Обсуждение результатов эксперимента автора:
7. Выводы по работе;
8. Список цитируемой литературы;
9. Приложение.

В оглавлении указывают перечень разделов и соответствующие им номера страниц.

Обзор литературы должен содержать последовательное изложение всех информационных источников по данному вопросу. Представленный материал необходимо обобщить и проанализировать. В конце обзора следует обосновать преимущества выбранного пути решения проблемы перед другими возможностями.

Результаты собственных исследований обучающегося должны быть изложены ясно и четко, удобно представлены в виде таблиц и графиков. Полученные данные должны быть объяснены и интерпретированы с точки зрения современного состояния соответствующей области науки.

В заключении должны быть оценены результаты работы с точки зрения их соответствия поставленным целям и задачам.

Выводы должны быть краткими и ясным изложением сути проведенного исследования. Список цитируемой литературы оформляется в соответствии с [ГОСТ Р 7.0.5-2008](#) «Библиографическая ссылка».

В приложение выносятся вспомогательная информация, сопровождающая основной текст и служащая для более полного освещения темы, например, описание получения и очистки вспомогательных веществ, дополнительные таблицы, рисунки, графики, чертежи установок и аппаратуры и т.д.

#### **12.4. Результаты обучения, характеризующие готовность выпускника к профессиональной деятельности, проверяемые на защите ВКР:**

| Коды компетенций (общекультурных, общепрофессиональных, профессиональных) | Результаты обучения, проверяемые на защите ВКР  | Примечание |
|---|---|------------|
| ОК-1  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– знать основные положения философии и методологии научного познания и практического преобразования действительности</li> <li>– знать, что из расхождения экспериментальных данных и их теоретического описания в рамках существующих теорий могут возникнуть принципиально новые представления о физическом мире и адекватные им новые теоретические подходы</li> <li>– знать, что новые принципы построения теории нередко позволяют не только объяснить и систематизировать существующие опытные данные, но и прогнозировать новые физические явления и новые свойства у известных физических величин</li> <li>– знать основные этапы становления системы научного знания и особенности современной научно-познавательной ситуации</li> <li>– знать историю зарождения научных знаний, появления одной из форм общественного сознания – науки, развития физики, методологические проблемы, возникающие на разных этапах развития физики</li> <li>– знать систематизацию элементарных частиц, виды фундаментальных взаимодействий</li> <li>– знать основные положения квантовой механики, основные уравнения квантовой механики, математический аппарат квантовой механики, методы и подходы квантовой механики, определения основных понятий квантовой механики</li> <li>– знать базовые психологические технологии и дидактические приемы общения, позволяющие решать типовые задачи в процессе межличностного взаимодействия; основные виды и средства общения, особенности применения знаний психологии общения в деятельности специалиста; позиции и стили общения, позиции и стили общения, встречающиеся в различных сферах жизнедеятельности и взаимодействия людей</li> </ul> |            |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– уметь оперировать философскими и научными понятиями в осмыслении жизненных ситуаций</li> <li>– уметь анализировать основные тенденции развития философии и науки, совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень</li> <li>– уметь систематизировать и обобщать существующие экспериментальные данные с целью выявления общих закономерностей и постановки соответствующих проблем</li> <li>– уметь решать задачи квантовой механики, анализировать полученные результаты</li> <li>– уметь ясно и четко выражать собственные мысли в процессе профессионального общения, преодолевать различные барьеры, возникающие в деловом общении, предупреждать отклонения в социальном и личностном статусе и развитии, а также</li> </ul>  |            |

|      |   |  |
|------|---|--|
|      | <p>профессиональные риски в различных видах деятельности, адаптировать их с учетом возрастных, гендерных, социально-психологических, профессиональных особенностей; применять на практике приемы создания доброжелательной обстановки в процессе общения, осуществлять самоконтроль в процессе общения, нейтрализовать манипуляции в процессе общения, устанавливать деловые контакты</p>   |  |
|      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– владеть методами философского анализа лично и социально значимых жизненных явлений и общественных процессов</li> <li>– владеть математическим аппаратом квантовой механики</li> <li>– владеть теоретическим аппаратом квантовой механики для решения прикладных и технических задач</li> <li>– владеть вербальными и невербальными приемами и техниками общения, навыками быстрой адаптации при выстраивании разнообразных контактов с различными категориями людей</li> </ul>   |  |
| OK-2 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– знать основы деятельности в нестандартных ситуациях, включая вопросы профессиональной этики, организации производственных процессов и систем</li> <li>– знать дозиметрию излучений, положения радиационной и ядерной безопасности</li> </ul>   |  |
|      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– уметь принимать адекватные решения в нестандартных ситуациях и нести за них ответственность</li> <li>– уметь применять методы организации и проведения измерений и исследований, обрабатывать и проводить анализ результатов и измерений</li> <li>– уметь применять знания методов дозиметрии, радиационной и ядерной безопасности</li> </ul>  |  |
|      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– владеть навыками работы в поиске, обработке, анализе большого объема новой информации и представления ее в качестве отчетов и презентаций</li> <li>– владеть методами и средствами дозиметрии, ядерной и радиационной безопасности</li> </ul>  |  |
| OK-3 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– знать типы словарей, справочников, компьютерных программ, информационных сайтов сети ИНТЕРНЕТ, текстовых редакторов и т.д. для самообразования</li> <li>– знать базовые психологические технологии и дидактические приемы общения, позволяющие решать типовые задачи в процессе межличностного взаимодействия; основные виды и средства общения, особенности применения знаний психологии общения в деятельности специалиста; позиции и стили общения, позиции и стили общения, встречающиеся в различных сферах жизнедеятельности и взаимодействия людей</li> </ul>   |  |
|      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– уметь выделять на каждом этапе развития науки методологические аспекты, которые помогают преодолению трудностей в науке и становятся механизмом дальнейшего развития знаний</li> <li>– уметь применять философские подходы и принципы к решению проблем профессионального характера и выработке методологии их научного исследования</li> <li>– уметь самостоятельно использовать принцип локальной калибровочной симметрии для изучения структуры фундаментальных взаимодействий и их объединений</li> <li>– уметь ясно и четко выражать собственные мысли в процессе профессионального общения, преодолевать различные барьеры, возникающие в деловом общении, предупреждать отклонения в социальном и личностном статусе и развитии, а также профессиональные риски в различных видах деятельности, адаптировать их с учетом возрастных, гендерных, социально-психологических, профессиональных особенностей; применять на практике приемы создания доброжелательной обстановки в процессе общения, осуществлять самоконтроль в процессе</li> </ul> |  |

|       |  |  |
|-------|--|--|
|       | общения, нейтрализовать манипуляции в процессе общения, устанавливать деловые контакты   |  |
|       | – владеть приемами философско-методологического анализа научной проблематики по избранной специальности<br>– владеть вербальными и невербальными приемами и техниками общения, навыками быстрой адаптации при выстраивании разнообразных контактов с различными категориями людей  |  |
| ОПК-1 | – знать этапы становления, формирования и развития физики как науки, основные методологические принципы физического исследования, научный подход к познанию мира, отделять его от псевдонаучной и антинаучной демагогии, встать на путь активного противодействия лженауке и фальсификации научных исследований<br>– знать основные принципы проектирования и разработки программных систем  |  |
|       | – уметь продемонстрировать методологические проблемы, возникающие на разных этапах развития науки и физики показывать на примере истории физики взаимодополняющую роль эксперимента и теории<br>– уметь определять первоочередные этапы в решении задач владеть навыками оценивания результатов работы программы   |  |
|       | – владеть основами проблем развития физики, навыками выделения на каждом этапе этого развития методологических аспектов, а также как решение методологических вопросов помогает преодолению трудностей в науке   |  |
| ОПК-2 | – знать физические основы использования ядерной энергии<br>– знать основные приемы деловой коммуникации в профессиональной деятельности<br>–   |  |
|       | – уметь применять современные методы организации измерений, а также обработки результатов измерений<br>– уметь применять современные методы исследования характеристик ядерных установок<br>– уметь представлять результаты расчета характеристик ядерных реакторов<br>– уметь осуществлять деловую коммуникацию в профессиональной сфере  |  |
|       | – владеть современными навыками работы с большими объемами новой информации, такими как алгоритмы поиска, обработки, анализа, а также представления ее в качестве отчетов<br>– владеть навыком осуществления выбора и создания критериев оценки исследований   |  |
| ОПК-3 | – знать базовые правила грамматики (на уровне морфологии и синтаксиса), базовые нормы употребления лексики и фонетики; основные способы работы над языковым и речевым материалом в области ядерной энергетики  |  |
|       | – уметь воспринимать на слух, а также читать и понимать основное содержание несложных научных текстов, выделять в них значимую/запрашиваемую информацию; начинать, вести/поддерживать и заканчивать диалог-обмен мнениями и диалог-интервью/собеседование при приеме на работу, соблюдая нормы речевого этикета, расспрашивать собеседника, задавать вопросы и отвечать на них, высказывать свое мнение, просьбу, отвечать на предложение собеседника, выстраивать монолог-описание, монолог-повествование и монолог-рассуждение, вести запись тезисов устного выступления/письменного доклада по изучаемой проблематике; владеть: стратегиями восприятия, анализа, создания устных и письменных текстов разных типов и жанров |  |
| ПК-1  | – знать основные технологические схемы энергоблоков с разными типами реакторов; основы производства тепла и электроэнергии на  |  |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>ЯЭУ, назначение, принципы работы, технические характеристики и место основного технологического оборудования в процессе производства электроэнергии и тепла; основные физические процессы, протекающие в ядерном реакторе: цепная реакция деления ядер и роль обогащения топлива; коэффициент размножения и нейтронный цикл, физические основы управления цепной реакцией деления, запас реактивности и т.д.; назначение, принцип работы и конструкцию деаэрационно-питательной установки, парогенераторов, теплообменников и насосного оборудования ЯЭУ; особенности работы паротурбинных и конденсационных установок АЭС; основы производства тепла и электроэнергии на ЯЭУ, назначение, принципы работы, технические характеристики и место основного технологического оборудования в процессе производства электроэнергии и тепла</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– знать механизмы радиационных и магнитных воздействий на многослойные полупроводниковые структуры и полимеры, процессы релаксации дефектов в полупроводниковых структурах и полимерах, современные методы дозиметрии</li> <li>– знать термины и определения в области динамики жидкости и газа; дифференциальные уравнения гидрогазостатики, их общее решение и частные случаи; уравнение динамики в напряжениях; уравнение неразрывности движения; уравнение баланса энергии; объемный и массовый расходы, живое сечение и гидравлический радиус; понятие средней скорости; интенсивность вихревой трубки и ее связь с циркуляцией скорости; кинематику турбулентных течений; критерий Рейнольдса</li> <li>– знать физико-химические характеристики материалов, измеряемые с помощью мессбауэровской спектроскопии</li> <li>– знать основы теплогидравлического расчета реактора и основные требования к конструкциям ЯЭР</li> <li>– знать фундаментальные понятия, базовые модели, принципы и математические методы теории переноса излучений, а также границы их применимости</li> <li>– знать основные свойства и особенности операционных систем и современных компьютерных оболочек, а также пакеты разработка физических и математических моделей для применения их в моделировании ядерно-физических процессов переноса излучения через вещество и процессов в энергетических ядерных реакторах</li> <li>– знать методы создания теоретических и математических моделей переноса излучения в веществе, физико-технические характеристики функционирования ядерно-физических установок, механизмов воздействия излучений на материалы, методы и задачи радиозащиты</li> <li>– знать современные представления в области физики атомного ядра необходимых для описания процессов, протекающих в ядерно-энергетических установках</li> <li>– знать понятийный аппарат теории познания, методы анализа проблемных ситуаций способы выявления связей между составляющими системы, методы определения пробелов в информации, необходимой для решения проблемной ситуации;</li> </ul> |  |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– уметь обосновывать и выбирать оптимальные рабочие параметры основного технологического оборудования; разбираться в типах ЯЭУ и использовать их особенности в формировании своих знаний в рамках своей специальности; применять сведения по физическим основам ядерной физики при анализе процессов, протекающих в ЯЭУ</li> <li>– уметь разбираться в основах радиационных технологий и моделировании радиационных процессов, оценить возможности методов и средств измерения дозиметрических характеристик</li> <li>– уметь выполнять теплогидравлический расчет реакторов</li> <li>– уметь выделить конкретное «физическое» содержание в прикладных задачах переноса излучений, проводить анализ</li> </ul>   |  |

|      |  |  |
|------|--|--|
|      | <p>полученных результатов, ставить и решать конкретные задачи переноса излучений</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– уметь осуществлять физическую постановку задачи, выбор подходящего пакета прикладных программ для решения задачи, разрабатывать алгоритм и моделировать на компьютере исследуемые физические процессы переноса излучения через вещество и процессы в ядерных реакторах, производить анализ полученных результатов</li> <li>– уметь применять знания теории атомного ядра на практике для решения фундаментальных и прикладных научных задач в области современной ядерной физики</li> <li>– уметь связывать теорию с практикой, иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять знания для решения гносеологических задач</li> </ul>  |  |
|      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– владеть навыками в пользовании литературой, справочными данными по различным разделам дисциплины, в методах решения соответствующих задач и способах иллюстрирования полученного материала; в объединении материалов различных разделов рассматриваемой дисциплины в единый курс ЯЭУ, формируемый как общее целое ядерной физики, теплогидравлики, металловедения и конструирования ЯЭУ</li> <li>– владеть методикой расчета доз и режимов релаксации для технологии МДП ИС и процессов радиационной полимеризации, методом градуировок и проверок различных типов радиометров для контроля за различными типами радиоактивных источников</li> <li>– владеть методами изучения физико-химических характеристик материалов с помощью магниторезонансных спектрометров</li> <li>– владеть навыками обоснования выбор технических решений и конструкций ЯЭР</li> <li>– владеть методами расчета характеристик потоков частиц в веществе как аналитическими, так и численными, с приложениями к решению типовых задач по переносу излучений</li> <li>– владеть навыками математического и компьютерного моделирования физических процессов, происходящих в ядерных реакторах, представления полученных результатов моделирования в наглядной форме</li> <li>– владеть способами философской и общенаучной методологии, и навыками иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач</li> </ul> |  |
| ПК-2 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– знать типы и конструкции ядерных реакторов и теплогидравлические процессы, протекающие в них: классификация реакторов, отвод тепла из активной зоны, характер энерговыделения по высоте и радиусу зоны; закономерности изменения температур теплоносителя, оболочки, топлива,</li> <li>– знать методы и средства определения характеристик заряженных частиц</li> <li>– знать физические основы процессов переноса тепла</li> <li>– знать физические основы и принципы управления реактором</li> <li>– знать процессы в электронных компонентах, цепях и устройствах, понимание принципиальных возможностей и ограничений электронных устройств, методы исследований и измерений, применяющиеся физиками-экспериментаторами, работающими в области ядерной физики и физики элементарных частиц</li> <li>– знать фундаментальные понятия, базовые модели, принципы и математические методы теории переноса излучений, а также границы их применимости</li> <li>– знать принцип работы и состав ядерного реактора, требования, предъявляемые к теплоносителям, реакторным материалам и их основные характеристики, физические основы и принципы управления реактором, требования, предъявляемые к надежности и</li> </ul>   |  |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>безопасности работы реактора, конструкции ядерных энергетических реакторов (ЯЭР) ВВЭР, РБМК, БН и перспективных проектов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– знать методы и методики спектрометрии и излучений</li> <li>– знать физические явления, на которых основано определение элементного и изотопного состава вещества, основы исследования структурных характеристик материалов методами масс-спектрометрии, резерфордского рассеяния, каналирования, мессбауэровской спектроскопии</li> <li>– знать биологическое действие излучений на организм, основные сведения о природных и антропогенных радионуклидах в окружающей среде, тенденции в развитии энергетики, в том числе ядерной энергетики, ядерном топливном цикле (ЯТЦ), основные источники излучения и радиационной безопасности в процессе ЯТЦ: на горно-рудных предприятиях, пере-работке руды и изготовлении ядерного топлива, разделении изотопов урана и производстве твэлов, регенерации твэлов и повторном использовании ядерного топлива, ядерных реакторах АЭС, транспортировке ядерного топлива, об обращении с радиоактивными отходами (РАО), образующимися на разных этапах ЯТЦ, радиационной безопасности и охране окружающей среды при эксплуатации АЭС, защитных мероприятиях и мерах по преодолению последствий при авариях на объектах атомной энергетики, организации и проведении радиационного мониторинга производственных объектов и окружающей среды</li> <li>– знать резонансные методы исследования вещества. Устройство современного мессбауэровского спектрометра MS1104Em</li> <li>– знать физику взаимодействия излучения с веществом, современные методы дозиметрии, принципы работы и состав аппаратуры для контроля широкого спектра радиационных излучений</li> <li>– знать методы и средства моделирования физико-технических процессов в физических установках, методы и средства регистрации излучений, характеристики ядерных материалов</li> <li>– знать основные методы и принципы работы современных физических установок, методы регистрации ионизирующих излучения, основы ядерной безопасности, радиационной безопасности, кинетики ядерных реакторов, технику ускорителей и технику безопасности</li> </ul> |  |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– уметь рассчитывать среднее время жизни радиоактивных ядер, пользуясь законом радиоактивного распада и справочными данными</li> <li>– уметь оценивать возможности методов и средств измерения характеристик заряженных частиц</li> <li>– уметь осуществлять тепловой расчет теплообменников и активных зон реакторов</li> <li>– уметь анализировать данные, получаемые при использовании различных методик измерений в мессбауэровской спектрометрии. а также данные, получаемые в различных магниторезонансных спектрометрах с точки зрения структуры исследуемых образцов</li> <li>– уметь обосновать выбор технических решений ЯЭР</li> <li>– уметь выбирать метод измерений и обработки экспериментальных результатов при планировании эксперимента для проведения исследований излучений различных радиоактивных источников и частиц высокой энергии</li> <li>– уметь использовать основные законы теории переноса излучений для составления математического описания объекта моделирования</li> <li>– уметь выполнять нейтроннофизический и теплогидравлический расчет реакторов, обосновывать выбор технических решений и конструкций ЯЭР при переходных режимах работы ЯЭР</li> <li>– уметь применять знания о методах и средствах спектрометров,</li> </ul>   |  |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>уметь получать характеристики аппаратурного спектра заряженных частиц</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– уметь использовать методы мессбауэровской спектроскопии для проведения резонансных исследований образцов на основе Fe</li> <li>– уметь применять знания при создании методов расчета и проектировании установок и устройств</li> <li>– уметь применять методы и аппаратуру для решения задач для относительной и контрольной дозиметрии, проводить расчет различных доз (коллективных, экспозиционных, поглощенных, эффективных и т.д.), проводить самостоятельные исследования в области радиационных воздействий на различные материалы и биологические объекты.</li> <li>- уметь формулировать задачи и цели исследований, модифицировать методы расчета из измерений под поставленные задачи</li> <li>- уметь обосновывать выбор технических решений и конструкций ЯЭР при переходных режимах работы ЯЭР</li> <li>– уметь рассчитывать переход активной зоны ЯЭУ на другой уровень мощности; оценивать обогащение топлива для реакции деления, анализировать состояние размножающей системы</li> </ul>   |  |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– владеть навыками в проведении соответствующих расчетов и получении оценок для рассматриваемой ядерной установки в области ядерной физики, теплофизики, материаловедения и других составляющих ЯЭУ; в понимании процессов.</li> <li>– владеть навыками оптимального выбора метода обработки аппаратурного спектра и анализа экспериментальных данных измерений характеристик заряженных частиц</li> <li>– владеть методами измерений характеристик материалов с помощью мессбауэровской спектрометрии</li> <li>- владеть навыками расчета основных параметров ЯЭР</li> <li>– владеть практическими навыками применения на практике общих методов измерений и обработки экспериментальных результатов, используемых при проведении исследований излучений радиоактивных источников и частиц высокой энергии</li> <li>– владеть навыками самостоятельного выполнения теоретических расчетов при решении научных и исследовательских задач с использованием современных методов; выбора адекватных конкретной задаче методы описания и расчета характеристик взаимодействия излучений с веществом</li> <li>– владеть навыками оценки основных характеристик ЯЭР при нестационарных процессах в ЯЭР</li> <li>– владеть методами инженерно-технологической деятельности в области радиационных технологий, способами математической обработки экспериментальных данных, методами дозиметрического контроля при аварийных выбросах и при формировании и контроле эффективной физической защиты от воздействия радиации</li> <li>– владеть навыками практического применения спектрометрии: осуществлять градуировку спектрометров энергий гамма-излучений, определять относительную активность источников излучений, проводить идентификацию типа заряженных частиц по удельной ионизации</li> <li>– владеть знаниями, позволяющими создавать новые методы расчета современных физических установок и устройств, разработке методов регистрации ионизирующих излучений, методов оценки количественных характеристик ядерных материалов, используя достижения в области материалов современной фотоники</li> <li>– владение методами элементного и изотопного состава вещества, методами изучения структурных характеристик и кристаллических полей</li> <li>– владеть навыками самостоятельной работы с научной</li> </ul> |  |

|      |   |  |
|------|---|--|
|      | <p>литературой по сверхпроводимости, понимать её, ориентироваться и решать задачи научно-исследовательского характера в области сверхпроводимости</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– владеть навыками проведения резонансных исследований образцов на современных мессбауэровских спектрометрах</li> <li>– владеть навыками теоретических и экспериментальных исследований и разработки процессов и физических установок</li> <li>- владеть современными методами и средствами научных исследований</li> <li>-владеть навыками оценки основных характеристик ЯЭР при нестационарных процессах ЯЭР</li> </ul>  |  |
| ПК-3 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– знать свойства четырех фундаментальных взаимодействий природы, их проявления как на уровне микромира (элементарных частиц), так и в космологических масштабах (эволюция Вселенной, формирование ее структуры)</li> <li>– знать основные модели процессов в области физики атомного ядра, ядерных реакторов и конденсированного состояния вещества</li> <li>– знать основные закономерности процессов генерации, распространения нейтронов, а также взаимодействия нейтронов с атомными ядрами</li> <li>– знать основные понятия теории информации, выбор оптимальной дискретизации по информационным параметрам и времени, характеристики интерфейсов, программирование элементов систем автоматизации</li> <li>– знать основные предположения, уравнения и соотношения, относящиеся к оболочечной, обобщенной и сверхтекучей моделям атомного ядра</li> <li>– знать основы оптимизации процесса измерения случайных величин и процессов, локальных и глобальных интерфейсов, способах организации и характеристиках систем автоматизации</li> <li>– знать основы физического материаловедения, магнитных и спиновых эффектов в химических реакциях, технологий модификации металлов, полупроводников, полимеров и биомолекул под действием импульсных магнитных полей, ионизирующих излучений, лазерного и микроволнового облучения, новых материалов и методов их исследования, основ моделирования новых материалов с заданными свойствами</li> <li>– знать основы микроскопического описания сверхпроводимости, сверхтекучести, высокотемпературной сверхпроводимости; идеи Ландау об элементарных возбуждениях, квазичастицах, формализм вторичного квантования, взаимодействие элементарных возбуждений Ферми и Бозе, взаимодействия фононов друг с другом и ангармонических эффектов, электрон-фононного взаимодействия, электрон-фонон-электронное взаимодействие в применении к описанию сверхпроводимости, идеи Бардина, Купера, Шриффера и Боголюбова</li> <li>– знать фундаментальные законы физики атомного ядра и элементарных частиц, физику ядерных реакторов, теорию конденсированного состояния вещества</li> <li>– знать основы ядерной энергетики, физики и кинетики ядерных реакторов, основы экологической эксплуатации ядерных установок</li> <li>– знать основные характеристики плазмы, условия ее возникновения и длительного сохранения в устойчивом состоянии, современные тенденции развития, описание различных способов устойчивого стационарного удержания плазмы, токамаки, открытые ловушки, плазмотроны, сталлараторы, возможность осуществления управляемого термоядерного синтеза.</li> </ul> |  |
|      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- уметь использовать методы, разработанные в области физики фундаментальных взаимодействий в научной деятельности</li> <li>– уметь решать типовые задачи квантовой механики в объеме курса</li> <li>– уметь составлять математические модели ядерно-физических процессов</li> </ul>  |  |

|      |   |  |
|------|---|--|
|      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– уметь рассчитывать потери на трение и местные сопротивления</li> <li>– уметь самостоятельно выполнять теоретические расчеты при решении научных и исследовательских задач с использованием современных методов; выбирать адекватные конкретной задаче методы описания и расчета ядерных реакций</li> <li>– уметь обобщать результаты научных исследований в области физики элементарных частиц и Космологии;</li> <li>– уметь рассчитывать характеристики генерации, распространения нейтронов, а также взаимодействия нейтронов с атомными ядрами</li> <li>– уметь получать сведения о современных методах исследования материалов, моделировать на компьютере материалы с заданными свойствами</li> <li>– уметь объяснить суть физических явлений, связь между явлениями, представить математическое описание явлений</li> <li>– уметь применять знания фундаментальных законов физики атомного ядра и элементарных частиц, физики ядерных реакторов, теории конденсированного состояния вещества для синтеза новых идей и творческого самовыражения в профессиональной области</li> <li>– уметь применять методы расчета ядерных физических установок</li> </ul>  |  |
|      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– владеть: методами, разработанными в области физики фундаментальных взаимодействий</li> <li>– владеть навыками теоретического моделирования ядерно-физических систем и процессов.</li> <li>– владеть навыками использования основных инструментальных средств входящих в состав экспериментальных стендов и установок</li> <li>– владеть основными методами описания характеристик нейтронных полей</li> <li>– владеть методами оптимальной оценки дискретизации и выбора интерфейса, технологией программного управления элементами системы автоматизации</li> <li>– владеть навыками использования теоретических знаний и умений при синтезе новых идей, разработке новых теоретических подходов в фундаментальной и прикладной ядерной физике</li> <li>– владеть методами оценки характеристик ядерных физических установок при их эксплуатации</li> </ul>   |  |
| ПК-4 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– знать базовую структуру компьютера и ее возможности, понятия алгоритма, основные этапы разработки программ, средства структурирования данных и управления в программах; методологию проектирования программных компонент путем пошаговой детализации; языковые средства реализации абстракций данных и действий по их обработке</li> <li>– знать технологию работы на ПК в современных операционных системах, основные методы разработки алгоритмов и программ, структуры данных, используемые для представления типовых информационных объектов, типовые алгоритмы обработки данных, принципы программного управления компьютером, основные (типовые) алгоритмы обработки данных: рекурсия, сортировка, поиск; принципы структурного и модульного программирования с использованием операторов языка C/C++</li> <li>– знать этапы и методы моделирования, средства моделирования, описание моделей основных ядерных и радиационных моделей</li> <li>– знать: основные возможности систем компьютерной математики для аналитических и численных расчетов, графического представления результатов расчетов</li> <li>– знать современные языковые средства СУБД</li> <li>– знать экспериментальные и теоретические методы исследований ядерно-физических процессов, кинетику ядерных реакторов, основы физики ускорителей, компьютерные методы обработки данных и</li> </ul> |  |

|      |  |  |
|------|--|--|
|      | <p>моделирования</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– уметь рассчитывать волновые функции и уровни энергии в различных потенциалах (прямоугольная яма, осцилляторный потенциал, потенциал Вудса-Саксона), рассчитывать сечения рассеяния заряженных и незаряженных частиц на сферически симметричной потенциальной яме, определять особенности матрицы рассеяния для этих случаев</li> <li>– уметь использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач на основе современных технологий программирования и алгоритмизации; решать исследовательские и проектные задачи с использованием компьютеров; разрабатывать алгоритмы решения прикладных задач на основе типовых структур алгоритмов, на их основе разрабатывать прикладные программные продукты с помощью современных средств разработки и языков программирования с применением современных информационных технологий обработки данных</li> <li>– уметь применять основные методы математического моделирования ядерно-физических процессов, включая ядерные реакции, распады, радиационные процессы</li> <li>– уметь создавать логические и физические модели БД и запросы на выборку и манипулирование данными</li> <li>– уметь применить методы исследований, информационные технологии в решении задач профессиональной области</li> </ul> |  |
|      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– владеть основными приемами алгоритмизации и компьютерного моделирования ядерно-физических процессов</li> <li>– владеть навыками обработки и графического отображения результатов решения расчетных задач по определению свойств атомных ядер и сечений ядерных реакций в системах компьютерной математики.</li> <li>– владеть основными понятиями о логическом и физическом устройстве БД, о средствах защиты БД.</li> <li>– владеть методами моделирования процессов, средствами получения и анализа данных в профессиональной области</li> </ul>  |  |
| ПК-5 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– знать конструкцию и физические особенности реакторов типа ВВЭР, РБМК, БН и некоторых перспективных разработок, назначение систем безопасности ЯЭУ</li> <li>– знать основные направления и достижения ядерной физики, физики высоких энергий, атомной энергетики, радиационных технологий, физики ускорителей</li> </ul>   |  |
|      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– уметь использовать современные достижения, новые ядерно-физические и энергетические технологии в научно-исследовательской работе</li> </ul>   |  |
|      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– владеть понятием процессов, протекающих в основном оборудовании ЯЭУ (активная зона, парогенератор, турбина, ПНД и ПВД и т.д.) и влиянии этих процессов на безопасность и экономичность ЯЭУ</li> <li>– владеть навыками применения методов и средств оценок достижений и технологий в профессиональной области исследований</li> </ul>   |  |
| ПК-6 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– знать методы исследования вещества на современных спектрометрах и детекторах</li> <li>– знать современную электронную базу построения исследовательских и измерительных систем, применяющихся физиками-экспериментаторами, работающими в области ядерной физики и физики элементарных частиц</li> <li>– знать современные подходы к описанию ядерных реакций; фундаментальные законы теории ядерных реакций</li> <li>– знать методы экспериментальных и теоретических исследований процессов ядерной физики, включая радиационные технологии, методы компьютерного моделирования и информационных</li> </ul>  |  |

|      |   |  |
|------|---|--|
|      | <p>технологий</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– уметь выбирать алгоритм для решения задачи; определять адекватные конкретной задаче и выбранному алгоритму структуры данных программы; использовать методы нисходящего проектирования для разработки программных компонент; определять пользовательский интерфейс разрабатываемых программ; реализовывать программные компоненты на языке программирования высокого уровня</li> <li>– уметь использовать методы альфа-, бета и гамма- спектроскопии для проведения исследований образцов</li> <li>– уметь использовать общие методы построения систем измерений и обработки экспериментальных результатов и применять их для исследования излучений радиоактивных источников и частиц высокой энергии</li> <li>– уметь применять методы исследований в решении научных и производственных задач на основе компьютерных средств и методов моделирования</li> </ul>  |  |
|      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– владеть навыками проведения измерений на современных спектрометрах и детекторах</li> <li>– владеть методами построения современных проблемно-ориентированных прикладных программных средств; навыками работы с современными инструментариями разработки прикладных программных продуктов на базе современных языков программирования</li> <li>– владеть практическими навыками выбора схмотехнических решений и расчета параметров и режимов работы элементов схемы для решения конкретных задач</li> <li>– владеть средствами и методами самостоятельного выполнения экспериментальных и теоретических исследований с использованием средств современной техники</li> </ul>   |  |
| ПК-7 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– знать основные узлы оборудования энергетических установок и протекающие в них процессы: типы электростанций; теплоносители; рабочее тело; термодинамические циклы и их кпд, регенеративный подогрев питательной воды, назначение, принцип работы и конструкцию деаэрационно-питательной установки, парогенераторов, теплообменников и насосного оборудования ЯЭУ</li> <li>– знать конструкции энергетических ядерных реакторов (реакторы АЭС) и реакторов специального назначения; материалов, применяемых в качестве топлива, теплоносителя и конструкционных материалов; основные приближения и методики применяемые для расчётов тепло-гидравлических и тепло-гидравлических параметров ядерного реактора</li> <li>– знать основы радиометрических измерений суммарной активности и методы регистрации радионуклидов, методы радиохимического анализа</li> <li>– знать тепловые процессы, протекающие в устройствах для преобразования и использования энергии, элементах конструкций аппаратов и установок, которые разрабатываются, создаются и применяются в областях энергетической техники; основные законы, описывающие феноменологию, механизм и кинетику явлений и процессов переноса тепла и массы, в том числе межфазного, в простых и многокомпонентных системах, а именно процессов теплопереноса (теплопроводности, конвективного и лучистого теплообмена, теплопередачи) и диффузии</li> <li>– знать требования, предъявляемые к надежности и безопасности работы реактора, конструкции ЯЭР ВВЭР, РБМК, БН и перспективных проектов</li> <li>– знать основы диффузии нейтронов, пространственного распределения замедляющихся нейтронов</li> <li>– знать критерии выбора оптимальной дискретизации по информационным параметрам и времени систем автоматизации</li> </ul> |  |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– знать методы и средства оценки экстремальных, аварийных событий в технологических процессах, методы анализа случайных процессов, радиозоологическую безопасность эксплуатации потенциально опасных установок, методы моделирования возможных аварий</li> </ul>   |  |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– уметь демонстрировать роль мгновенных и запаздывающих нейтронов при оценках времени жизни поколения нейтронов, как основной величины в регулировании мощности реактора</li> <li>– уметь получать сведения, необходимые для эксплуатации ЯЭУ, описывать кинетические процессы в ядерных паропроизводящих установках (ЯГПУ)</li> <li>– уметь организовать радиационный мониторинг окружающей среды, осуществлять отбор проб и их предварительную подготовку</li> <li>– уметь проводить оценку тепло-гидравлических характеристик на основе простейших моделей; самостоятельно разбираться в методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи; использовать программы расчетов тепло-гидравлических характеристик ячейки реактора и реактора в целом; осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые данные для тепло-гидравлических расчётов; выбирать конструкционные материалы активной зоны реактора в зависимости от условий работы</li> <li>– уметь формулировать цели решения задач, определения критериев и показателей достижения целей; разрабатывать обобщенные варианты решения проблемы, анализировать эти варианты, прогнозировать последствия, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности, неопределенности</li> <li>– уметь обосновать выбор конструкций ЯЭР</li> <li>– уметь проводить оценку риска для ядерных установок, связанных с пространственным распределением нейтронов в среде</li> <li>– уметь оценивать параметры дискретизации, программировать простые системы автоматизации, соответствующие безопасности эксплуатации ядерных установок</li> <li>– уметь применять методы моделирования и анализа аварийных событий на основе современной техники и методов оценки экстремальных событий</li> </ul> |  |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– владеть терминологией в области реакторостроения; навыками поиска информации о тепло-гидравлических свойствах материалов активной зоны; навыками применения информации о технических параметрах основных видов ядерных реакторов при проектировании ядерных реакторов</li> <li>– владеть методами дозиметрии внешнего облучения</li> <li>– владеть навыками участия в экспериментальных и расчетно-теоретических исследованиях тепловых процессов, создании экспериментальных установок и программ расчета на ЭВМ; выполнения работы по проектированию, информационному обслуживанию, организации производства, труда и управлению, метрологическому обеспечению</li> <li>– владеть методами расчета нейтронных полей с целью уменьшения риска возникновения аварийных ситуаций</li> <li>– владеть методами выбора оптимальной технологии программного управления элементами системы автоматизации, соответствующей безопасности эксплуатации ядерных установок</li> <li>– владеть (иметь навык(и)): средствами и методами анализа и уменьшения вероятности аварийных ситуаций и уменьшения риска их возникновения</li> </ul>  |  |

## 12.5 Процедура защиты ВКР и методические рекомендации для студента

Защита ВКР проходит на открытом заседании экзаменационной комиссии (ЭК) с участием не менее двух третей ее состава и председателя ЭК.

К ИА распоряжением декана допускается обучающийся, не имеющий

академической задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план или индивидуальный учебный план по ООП.

ВКР, отзыв руководителя и рецензия (рецензии) передаются секретарю ЭК не позднее чем за 2 календарных дня до дня защиты ВКР.

Процедура защиты каждого обучающегося предусматривает:

- представление председателем ЭК обучающегося, оглашение темы работы, руководителя;
- доклад по результатам работы (10-15 минут с акцентом на собственные исследования, расчеты и результаты);
- вопросы обучающемуся;
- выступление руководителя;
- отзыв рецензента;
- дискуссия по ВКР;
- заключительное слово защищающегося (1-2 минуты).

По окончании всех запланированных на данное заседание защит ВКР ЭК проводит закрытое совещание, на котором определяются оценки по шкале «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Процедура обсуждения устанавливается председателем ЭК. В спорных случаях рекомендуется выносить решение простым большинством голосов членов ЭК. При равенстве голосов решающим является голос председателя ЭК. Решение по каждой ВКР фиксируется в оценочном листе ВКР (Приложение Д).

Каждое заседание ЭК завершается объявлением оценок ВКР, рекомендаций для поступления в аспирантуру, рекомендаций к внедрению результатов ВКР в учебный процесс, в производство и т.д., рекомендаций к опубликованию. Эта часть заседания ЭК является открытой.

Для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов ГИА проводится с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья (Приложение Е) в соответствии с Положением о порядке и форме проведения итоговой аттестации по не имеющим государственной аккредитации образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры Воронежского государственного университета.

## **12.6. Фонд оценочных средств для защиты ВКР**

### **12.6.1. Примерный перечень вопросов на защите ВКР**

1. Чем Вы руководствовались при выборе темы ВКР?
2. В каких видах будущей профессиональной деятельности Вы можете использовать результаты представленного исследования?
3. Эффективны ли методы физических исследований, используемые в целях доказательства гипотезы?
4. Над какой частью ВКР работа вызвала определенные затруднения и потребовала большего количества времени на выполнение (почему)?
5. Можно ли было использовать другие методы исследования для решения исследуемой вами задачи?
6. Какие действия Вы бы предприняли, если бы не получили желаемого результата?
7. Какие были сложности в работе с научной литературой и другими использованными источниками информации?
8. Какие источники (каких авторов?) были наиболее важными в раскрытии теоретических аспектов работы?
9. Какие электронные ресурсы были использованы при написании ВКР?

10. Каким программным обеспечением вы пользовались при проведении расчетов в работе (приложения, если есть)?
11. Чем Вы руководствовались при выборе базы проведения практической части?
12. Соответствует ли Ваше исследование целям и задачам ФГОС?
13. Какие физические методы исследования, применяемые Вами, способствовали достижению положительного результата?
14. Какие основные нормативно-правовые документы, регламентируют Вашу будущую профессиональную деятельность?
15. Какими нормативными документами в области ядерной энергетики и технологий Вы пользовались в написании ВКР?

## 12.6.2. Критерии и шкала оценивания результатов ВКР

Критерии и шкала оценивания ВКР представлены в таблице:

| Критерии оценивания   | Шкала оценивания, баллы  |
|---|--|
| Актуальность, практическая и теоретическая значимость работы, связь ее с современными проблемами, процессами и явлениями в ядерной энергетике | 2 – в ВКР полно и аргументировано представлена актуальность исследования, раскрыта степень изученности темы, сформулированы цель, задачи, объект, предмет, методы исследования, обоснованы практическая и теоретическая значимость работы;<br>1 – в ВКР отражена актуальность исследования, отчасти раскрыта степень изученности темы, недостаточно полно обоснованы практическая и теоретическая значимость работы, имеются некоторые неточности при формулировке цели и задач, объекта и предмета, методов исследования;<br>0 – в ВКР слабо отражена актуальность исследования и степень изученности темы, отсутствует обоснование теоретической и практической значимости темы исследования, неверно цель, задачи, объект, предмет, методы исследования |
| Структурированность работы  | 2 – ВКР хорошо структурирована, изложение логично, доказательно, соответствует научному стилю;<br>1 – ВКР имеет некоторые структурные недостатки, есть отклонения в логике изложения и стиле;<br>0 – ВКР плохо структурирована, изложение материала не соответствует научному стилю, нелогично   |
| Глубина анализа полученных в ходе исследования результатов  | 2 – ВКР отличается глубиной анализа, широким обзором научных источников (не менее 20), в т.ч. зарубежных, умением критически оценивать материал;<br>1 – анализ материала, проведенный в рамках ВКР, является недостаточно глубоким и критическим, в работе использовано от 10 до 15 первоисточников;<br>0 – анализ материала, проведенный в рамках ВКР, является неглубоким и не критическим, в работе использовано менее 10 первоисточников   |
| Стиль и логика изложения  | 2 – изложение ВКР логично, доказательно, соответствует научному стилю;<br>1 – в ВКР есть отклонения в логике изложения и стиле;<br>0 – в ВКР материал изложен нелогично, не научным языком   |
| Соответствие между целями, содержанием и результатами работы  | 2 – цель ВКР полностью достигнута, содержание и результаты работы отражают пути и методы ее достижения;<br>1 – цель ВКР в основном достигнута, но содержание и результаты работы отражают пути и методы ее достижения лишь отчасти;<br>0 – цель ВКР достигнута не полностью, содержание и результаты работы не отражают пути и методы ее достижения  |
| Качество представления доклада на защите и уровень ответов на вопросы   | 2 – во время защиты студент продемонстрировал глубокие знания по теме выпускной работы, наглядно и полно представил ВКР, исчерпывающе ответил на вопросы членов комиссии;<br>1 – во время защиты студент продемонстрировал недостаточно глубокие знания по теме выпускной работы, при представлении работы был частично привязан к конспекту доклада;<br>0 – во время защиты студент продемонстрировал слабые знания по теме выпускной работы, не ответил на большинство вопросов членов комиссии, был полностью привязан к конспекту доклада.   |

Для оценивания результатов защиты выпускной квалификационной работы используется шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение шкалы оценивания результатов защиты выпускной квалификационной работы и уровня подготовленности обучающегося к решению профессиональных задач:

| Шкала оценок      | Характеристика уровня подготовленности обучающегося к решению профессиональных задач  |
|-------------------|---|
| Отлично           | <p>Высокий уровень — обучающийся полностью подготовлен к самостоятельной научно-исследовательской деятельности, способен разрабатывать новые методические подходы, проводить исследования на высоком уровне и критически оценивать полученные результаты,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся в ходе защиты работы демонстрирует знания фундаментальных физических дисциплин, а также процессов и явлений по тематике ВКР, дал полные ответы на вопросы по тематике ВКР;</li> <li>– при выполнении ВКР выпускник продемонстрировал полное соответствие уровня своей подготовки требованиям ФГОС, показал глубокие знания и умения;</li> <li>– представленная к защите работа выполнена в полном соответствии с заданием, отличается глубиной профессиональной проработки всех разделов ее содержательной части, выполнена и оформлена качественно и в соответствии с установленными правилами;</li> <li>– в докладе исчерпывающе, последовательно, четко, логически стройно и кратко изложена суть работы и ее основные результаты; на все вопросы членов комиссии даны обстоятельные и правильные ответы;</li> <li>– критические замечания научного руководителя выпускником проанализированы и в процессе защиты приведены аргументированные доказательства правильности решений, принятых в работе;</li> <li>– владение обучающимся общекультурными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями в объеме более от 75%.</li> </ul>  |
| Хорошо            | <p>Повышенный (продвинутый, достаточный) уровень — обучающийся в целом подготовлен к решению профессиональных задач в рамках научно-исследовательского вида деятельности, способен успешно применять данный вид деятельности в стандартных ситуациях, не в полной мере проявляя самостоятельность и творческий подход.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ВКР соответствует требованиям, допускаются неточности изложения, носящие непринципиальный характер, соискатель в ходе защиты работы демонстрирует адекватное понимание сути представляемого материала, дает верные оценки полученных результатов, при этом возможны отдельные неточности в ходе доказательств утверждений; ответы на дополнительные вопросы по теме ВКР приведены верно;</li> <li>– при выполнении ВКР выпускник продемонстрировал соответствие уровня своей подготовки требованиям государственного образовательного стандарта, показал достаточно хорошие знания и умения;</li> <li>– представленная к защите работа выполнена в полном соответствии с заданием, отличается глубиной профессиональной проработки всех разделов ее содержательной части, выполнена и оформлена качественно и в соответствии с установленными правилами;</li> <li>– в докладе правильно изложена суть работы и ее основные результаты, однако при изложении допущены отдельные неточности;</li> <li>– на большинство вопросов членов комиссии даны правильные ответы;</li> <li>– критические замечания научного руководителя выпускником проанализированы и в процессе защиты приведены аргументированные доказательства правильности решений, принятых в работе;</li> <li>– владение обучающимся общекультурными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями в не менее 60%.</li> </ul> |
| Удовлетворительно | <p>Пороговый (базовый, допустимый) — обучающийся подготовлен к самостоятельной научно-исследовательской деятельности частично, фрагментарное и ситуативное проявление требует помощи при выполнении заданий.</p>  |

|                     |  |
|---------------------|--|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>– ВКР может содержать отклонения от требований в определяющей части, утверждения теорем верные, доказательства приведены для частных случаев, допускается отсутствие правильных ответов на вопросы по теме работы;</li> <li>– при выполнении ВКР выпускник продемонстрировал соответствие уровня своей подготовки требованиям государственного образовательного стандарта, показал удовлетворительные знания и умения;</li> <li>– представленная к защите работа выполнена в соответствии с заданием, но без достаточно глубокой проработки некоторых разделов, имеют место несущественные ошибки и нарушения установленных правил оформления работы;</li> <li>– в докладе изложена суть работы и ее результаты;</li> <li>– на вопросы членов комиссии выпускник отвечает, но неуверенно;</li> <li>– не все критические замечания научного руководителя устранены.</li> </ul> |
| Неудовлетворительно | <p>Недопустимый уровень — обучающийся не способен к самостоятельной научно-исследовательской деятельности, допускает грубые профессиональные ошибки.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– в ВКР обнаружены значительные ошибки, свидетельствующие о том, что уровень подготовки выпускника не соответствует требованиям государственного образовательного стандарта;</li> <li>– при решении задач, сформулированных в задании, выпускник не показывает необходимых знаний и умений;</li> <li>– доклад затянут по времени и (или) читался с листа;</li> <li>– на большинство вопросов членов комиссии ответы даны неправильные или не даны вообще;</li> <li>– владение обучающимся общекультурными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями в менее 60%.</li> </ul>   |

### 12.6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания:

По всем критериям каждый член ЭК выставляет баллы, которые в дальнейшем суммируются.

Подведение итогов: для перевода баллов в традиционную шкалу оценивания можно использовать следующие критерии:

менее 4 баллов – «неудовлетворительно»,

4-6 баллов – «удовлетворительно»,

7-9 баллов – «хорошо»,

10-12 баллов – «отлично».

Итоговая оценка определяется как средняя арифметическая всех индивидуальных оценок членов ЭК.

В спорном случае решающий голос имеет председатель комиссии.

### 12.7. Перечень учебной литературы, ресурсов сети «Интернет», необходимых для подготовки к защите и процедуры защиты ВКР

а) основная литература:

| № п/п | Источник  |
|-------|---|
| 1     | Инструкция «Общие рекомендации по оформлению курсовых и выпускных квалификационных работ» И ВГУ 2.1.13 – 2016 <a href="http://www.law.vsu.ru/education/acts/i2.1.13_2016.pdf">http://www.law.vsu.ru/education/acts/i2.1.13_2016.pdf</a> |

б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник  |
|-------|---|
| 2     | Научный и технический текст: правила составления и оформления / Т.Ю. Теплицкая .— Ростов н/Д : Феникс, 2007 .— 156, [2] с. : ил. — (Без проблем) .— На обл. авт. не указ. — Библиогр.: с. 156-157 .— ISBN 978-5-222-11295-3.  |
| 3     | Выпускные квалификационные работы: правила оформления : учебно-методическое пособие для вузов / Воронеж. гос. ун-т; сост.: Ю.А. Лысенко, М.Ю. Грабович .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2007 .— 22 с. : ил. — Библиогр.: с. 18 .— <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m07-9_.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m07-9_.pdf</a> >.   |
| 4     | Методические указания по оформлению выпускных квалификационных работ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов : [для студ. фак. ПММ дневной и очно-заочной формы обучения Воронеж. гос. ун-т, Фак. приклад. информатики, математики и механики ; [сост.: М.А. Артемов и др.] .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018 <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m18-">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m18-</a> |

|  |                           |
|--|---------------------------|
|  | <a href="#">48.pdf</a> >. |
|--|---------------------------|

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):

| № п/п | Ресурс  |
|-------|---|
| 1     | <a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> –ЗНБ ВГУ               |
| 2     | <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>       |
| 3     | <a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a> |

Обучающийся дополнительно использует литературу, соответствующую тематике ВКР.

### **12.8. Информационные технологии, используемые для подготовки к защите и процедуры защиты ВКР, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы**

Для обеспечения самостоятельной работы студентов в период подготовки к итоговой аттестации требуется следующее программное обеспечение: Microsoft Windows 10, пакет Libre Office 6.1, включающий текстовый процессор LibreOffice 6.1, табличный процессор LibreOffice 6.1 Calc, программу подготовки презентаций LibreOffice 6.1 Impress, векторный графический редактор LibreOffice 6.1 Draw, редактор формул LibreOffice 6.1 Math, встроенную СУБД LibreOffice 6.1 Base.

### **13.9. Материально-техническое обеспечение:**

Специализированная мебель, ноутбук, проектор, экран для проектора

При подготовке к защите ВКР: специализированная мебель, компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета

**Приложение А  
(обязательное)**

**Форма задания на выполнение  
выпускной квалификационной работы**

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физический

Кафедра ядерной физики

УТВЕРЖДАЮ  
заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ (С.Г. Кадменский)  
\_\_ . \_\_ . 20 \_\_

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПОЛНЕНИЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ  
ОБУЧАЮЩЕГОСЯ \_\_\_\_\_**

*фамилия, имя, отчество*

1. Тема работы \_\_\_\_\_, утверждена решением ученого совета физического факультета от \_\_ . \_\_ . 20 \_\_
2. Направление подготовки 14.04.02 Ядерные физика и технологии
3. Срок сдачи законченной работы \_\_ . \_\_ 20 \_\_
4. Календарный план: (строится в соответствии со структурой ВКР)

| № | Структура ВКР     | Сроки выполнения | Примечание |
|---|-------------------|------------------|------------|
|   | Введение          |                  |            |
|   | Глава 1.          |                  |            |
|   | 1.1.              |                  |            |
|   | 1.2.              |                  |            |
|   | ...               |                  |            |
|   | Глава 2.          |                  |            |
|   | 2.1.              |                  |            |
|   | 2.2.              |                  |            |
|   | ...               |                  |            |
|   | Заключение        |                  |            |
|   | Список литературы |                  |            |
|   | Приложения        |                  |            |

Обучающийся

\_\_\_\_\_

*Подпись*

\_\_\_\_\_

*расшифровка подписи*

Руководитель

\_\_\_\_\_

*Подпись*

\_\_\_\_\_

*расшифровка подписи*

**Приложение Б  
(обязательное)**

**Форма титульного листа выпускной квалификационной работы**

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физический факультет

Кафедра ядерной физики

*<Тема выпускной квалификационной работы>*

Магистерская диссертация

Направление 14.04.02 Ядерные физика и технологии

Магистерская программа Физика атомного ядра и частиц

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ *<уч. степень, звание> <расшифровка подписи>* \_\_.\_\_.20\_\_ г.  
*подпись*

Обучающийся \_\_\_\_\_ *<расшифровка подписи>*  
*подпись*

Руководитель \_\_\_\_\_ *<уч. степень, звание> <расшифровка подписи>*

Воронеж 20\_\_

**Приложение В  
(обязательное)**

**Форма отзыва на выпускную квалификационную работу**

**ОТЗЫВ**

руководителя о ВКР *магистерской диссертации* <фамилия, имя, отчество обучающегося>, обучающегося по направлению 14.04.02 Ядерные физика и технологии на физическом факультете Воронежского государственного университета на тему

«\_\_\_\_\_»

В ОТЗЫВЕ руководителя должны быть отражены:

1. Общая характеристика научно-исследовательской деятельности студента в ходе выполнения ВКР.
2. Профессиональные качества, проявленные студентом в ходе работы.
3. Умение определить (выявить) актуальность темы.
4. Умение полно раскрыть тему работы в ее содержании.
5. Уровень владения исследовательскими умениями (навыками математической обработки данных, анализа и интерпретации результатов исследования, формулирования выводов, рекомендаций и др.).
6. Степень самостоятельности студента при выполнении выпускного исследования.
7. Недостатки в исследовательской деятельности студента в период выполнения ВКР.
8. Рекомендации по дальнейшему использованию результатов работы: их опубликование, возможное внедрение в образовательный / производственный процесс и т.д.
9. Рекомендуемая оценка по шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Руководитель \_\_\_\_\_

*должность, ученая степень, ученое звание*

\_\_\_\_\_  
*подпись, расшифровка подписи*

\_\_ . \_\_ . 20\_\_

**Приложение Г  
(обязательное)**

**Форма рецензии на выпускную квалификационную работу**

**РЕЦЕНЗИЯ**

на ВКР *магистерской диссертации* <фамилия, имя, отчество обучающегося>, обучающегося по направлению подготовки 14.04.02 Ядерные физика и технологии на физическом факультете Воронежского государственного университета на тему

« \_\_\_\_\_ »

В рецензии должны быть отражены:

1. Общая характеристика темы, ее актуальность и значение.
2. Глубина раскрытия темы.
3. Характеристика использованных материалов и источников (литература, данные предприятий, статистические данные), объем, новизна.
4. Научное и практическое значение выводов ВКР, возможность их внедрения и использования.
5. Качество литературного изложения, стиль, логика.
6. Замечания (если таковые имеются).
7. Качество оформления работы (в том числе, библиографии, рисунков, таблиц).
8. Общая оценка ВКР по шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»

Рецензент *должность, ученая степень, ученое звание*

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_.20\_\_  
*подпись, расшифровка подписи*

Примечание. Для рецензентов сторонних организаций необходимо заверить подпись рецензента по основному месту работы.

**Приложение Д  
(обязательное)**

**Образец оценочного листа  
выпускной квалификационной работы по направлению подготовки**

**ОЦЕНОЧНЫЙ ЛИСТ**

Направление подготовки 14.04.02 Ядерные физика и технологии

Номер ЭК \_\_\_\_\_

| № | ФИО обучающегося | оценка<br>руководителя | оценка<br>рецензента | оценка ЭК |
|---|------------------|------------------------|----------------------|-----------|
|   |                  |                        |                      |           |
|   |                  |                        |                      |           |
|   |                  |                        |                      |           |
|   |                  |                        |                      |           |
|   |                  |                        |                      |           |
|   |                  |                        |                      |           |

Председатель ЭК \_\_\_\_\_ .\_\_\_.20\_\_  
*Подпись                      расшифровка подписи*

Секретарь ЭК \_\_\_\_\_ .\_\_\_.20\_\_  
*Подпись                      расшифровка подписи*

**Приложение Е  
(обязательное)**

**Заявление о предоставлении специальных условий  
при проведении итоговой аттестации**

Ректору ФГБОУ ВО «ВГУ»  
профессору Ендовицкому Д.А.

\_\_\_\_\_  
ФИО обучающегося  
обучающегося 2 курса \_\_\_\_ группы  
физического факультета  
направление 14.04.02 Ядерные физика и технологии  
очной формы обучения  
Тел.: \_\_\_\_\_

заявление

В связи с тем, что я \_\_\_\_\_ являюсь инвалидом \_\_\_\_ группы/ лицом с ограниченными возможностями здоровья, прошу предоставить мне при прохождении итоговой аттестации следующие специальные условия в соответствии с \_\_\_\_\_ :  
*программой реабилитации инвалида*

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

Приложение: копия программы реабилитации инвалида на \_\_\_\_ листах.

\_\_ . \_\_ . 20\_\_ г.

\_\_\_\_\_  
*подпись*