

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета



Семёнов В.Н.  
29.11.2018 г.

ПРОГРАММА  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Код и наименование направления подготовки:

04.03.02 Химия, физика и механика материалов

2. Профиль подготовки:

---

3. Квалификация выпускника: бакалавр

4. Форма(ы) обучения: очная

5. Рекомендована Ученым советом химического факультета

(протокол №9 от 29.11.2018)

6. Учебный год: 2018/2019

**7. Цель государственной итоговой аттестации:** определение соответствия результатов освоения обучающимися основной образовательной программы Химия, физика и механика материалов соответствующим требованиям ФГОС по направлению подготовки Химия, физика и механика материалов, утвержденного приказом Минобрнауки от «12» марта 2015 г. № 221 (регистрационный номер 36932).

**8. Место государственной итоговой аттестации в структуре ООП:** Блок Б3, базовая часть

**9. Форма(ы) государственной итоговой аттестации:**

- государственный экзамен;
- защита выпускной квалификационной работы (ВКР).

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

Код	Название
<b>Общекультурные компетенции</b>	
ОК-1	способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции
ОК-2	способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции
ОК-3	способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности
ОК-4	способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности
ОК-5	способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия
ОК-6	способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
ОК-7	способностью к самоорганизации и к самообразованию
ОК-8	способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
ОК-9	способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК-1	способностью использовать современные методы химии, физики, математики, механики, биологии на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использованием и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций и имеющих естественнонаучное содержание
ОПК-2	способностью использовать практические навыки экспериментальной работы в областях неорганической, аналитической, органической и физической химии; химии и физики высокомолекулярных соединений; структурной химии и кристаллохимии; общей физики; физики конденсированного состояния и механики материалов, позволяющие эффективно работать в различных экспериментальных областях наук о материалах и в современной технологии материалов
ОПК-3	способностью комплексного использования базовых методов анализа веществ и материалов (включая наноматериалы) и протекающих при их

	получении и эксплуатации процессов с корректной интерпретацией полученных результатов
ОПК-4	способностью использования феноменологических, математических и численных (альтернативных) моделей для описания и прогнозирования различных явлений, осуществление их качественного и количественного анализа
ОПК-5	способностью формулирования задач, связанных с реализацией профессиональных функций, а также использования для их решения методов изученных наук
ОПК-6	способностью использовать современные достижения материаловедения и физическими принципами работы современных технических устройств, используемых при выполнении профессиональных функций
ОПК-7	готовностью к участию в проведении научных исследований, начиная от планирования проводимых экспериментов до обобщения, оформления и публичного представления полученных результатов
ОПК-8	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК-1	способностью использовать основные современные методологические, теоретические и экспериментальные подходы к проведению научных исследований по выбранному профилю программы
ПК-2	готовностью к использованию синтетических и приборно-аналитических навыков, позволяющих работать в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач
ПК-3	готовностью использовать общие представления о структуре химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессов и производств для анализа взаимодействия технологий и окружающей среды
ПК-4	способностью к оптимизации и реализации основных технологий получения современных материалов
ПК-5	способностью организовать работу в соответствии с требованиями безопасности и охраны труда
ПК-6	готовностью к принятию решений по защите производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий и применения современных средств поражения, а также принятия мер по ликвидации их последствий
ПК-7	способностью к быстрой и качественной разработке бизнес-планов и проведению предварительных маркетинговых исследований для коммерциализации продуктов интеллектуальной (теоретической, научной и экспериментальной) деятельности, перспективной оценке экономической эффективности научно-исследовательских и научно-производственных работ в области наук о материалах и нанотехнологий
ПК-8	способностью использовать методы преподавания химии и физики в общеобразовательных и профессиональных образовательных организациях, теоретические и психолого-педагогические основы управления процессом обучения, к формированию учебного материала, чтению лекций, проведению семинаров, преподаванию и руководству научно-исследовательских работ обучающихся

## **11. Объем государственной итоговой аттестации в зачетных единицах / ак. час. – 9/324:**

- подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена – 3/108;
- подготовка к защите и процедура защиты ВКР – 6/216.

## **12. Государственный экзамен**

### **12.1 Процедура проведения государственного экзамена**

Государственный экзамен проводится по химии, физике и механике материалов. Государственный экзамен проводится письменно в соответствии с Программой ГИА с использованием контрольно-измерительных материалов (КИМ) (Приложение В1 Положения П ВГУ 2.1.28 – 2018).

Ответственными за разработку КИМов являются куратор ООП, научно-педагогические работники кафедр факультета. Утверждает КИМы председатель ГЭК. Комплекты использованных КИМов хранятся в деканате факультета в течение одного года.

Продолжительность подготовки к ответу на государственном экзамене определяется экзаменационной комиссией и не должна превышать более одного часа. Продолжительность заседания ГЭК не должна превышать 6 ч в день.

На государственном экзамене разрешено пользоваться учебными программами и учебными планами ООП, реализуемых на химическом факультете.

Лист ответа обучающегося (Приложение В2 Положения П ВГУ 2.1.28 – 2018) с указанием даты, подписью обучающегося сдается секретарю и хранится один год.

По завершении экзамена ГЭК на закрытом совещании подводит итоги и выставляет оценки по шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение государственного аттестационного испытания.

Результаты государственного экзамена объявляются в день его проведения. Секретарь оформляет протоколы заседания ГЭК и вносит записи результатов государственного экзамена в зачетные книжки обучающихся и экзаменационные ведомости.

**12.2. Перечень разделов, тем дисциплины (модуля) (дисциплин (модулей)) ООП, обеспечивающих получение профессиональной подготовки выпускника, проверяемой в ходе государственного экзамена:**

Коды компетенций (общекультурных, общепрофессиональных, профессиональных, дополнительных)	Результаты обучения, проверяемые на государственном экзамене	Разделы, темы дисциплины (дисциплин) ООП
ОК-5	<p>знать:</p> <p>лексико-грамматический минимум и базовые правила грамматики (морфологии и синтаксиса); требования к речевому и языковому оформлению устных и письменных высказываний с учетом специфики иноязычной культуры; основные ресурсы, с помощью которых можно эффективно восполнить имеющиеся пробелы в языковом образовании (типы словарей, справочников, компьютерных программ, информационных сайтов сети Интернет, текстовых редакторов и т.д.).</p> <p>уметь:</p> <p>воспринимать на слух и понимать основное содержание несложных аутентичных общественно-политических, публицистических (медийных) и прагматических текстов, воспринимать на слух и понимать основное содержание монологической и диалогической речи на специальные / профессионально-ориентированные темы. читать и переводить иноязычные тексты профессиональной направленности;</p>	<p>Иностранный язык</p> <p>Русский язык и культура речи</p>

	<p>составлять аннотации текстов на специальные / профессионально-ориентированные темы.</p> <p>владеть (иметь навык(и)):</p> <p>навыками профессионального общения на иностранном (немецком) языке; стратегиями восприятия, анализа, создания устных и письменных текстов специального / профессионально-ориентированного характера; владеть компенсаторными умениями, помогающими преодолеть »сбои« в коммуникации, вызванные объективными и субъективными, социокультурными причинами.</p>	
<p>ОК-7</p>	<p>знать: основные представления о возможных сферах и направлениях саморазвития и профессиональной реализации, путях использования творческого потенциала</p> <p>уметь: адекватно оценивать свой профессиональный потенциал, накопленный опыт; анализировать свои профессиональные достижения; гибко, творчески реагировать на происходящие изменения в профессиональной ситуации; корректировать собственную педагогическую деятельность с учетом достижений и трудностей</p> <p>владеть (иметь навык(и)): технологией планирования и решения задач собственного профессионального и личностного развития; средствами повышения уровня собственной педагогической культуры и компетентности; навыками определения перспективных линий саморазвития и самосовершенствования</p>	<p>История</p> <p>Философия</p> <p>Правоведение</p> <p>Математика</p> <p>Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, научно-исследовательская</p> <p>Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, производственно-технологическая</p> <p>Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, научно-исследовательская</p> <p>Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, производственно-технологическая</p> <p>Производственная практика, преддипломная</p>
<p>ОПК-1</p>	<p>знать: теоретические основы традиционных и новых разделов химии и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач</p> <p>уметь: анализировать и обрабатывать научно-техническую информацию на основе теоретических представлений</p>	<p>Физика</p> <p>Общая и неорганическая химия</p> <p>Органическая химия</p> <p>Квантовая и статистическая физика</p> <p>Физика полупроводников и сверхпроводимости</p>

	<p>традиционных и новых разделов химии; применять знания общих и специфических закономерностей различных областей химической науки при решении профессиональных задач</p> <p>владеть навыками обработки и анализа научно-технической информации и результатов отдельных этапов работ с учетом теоретических основ традиционных и новых разделов химии;</p> <p>навыками использования теоретических основ химических дисциплин при решении конкретных химических и материаловедческих задач</p>	<p>Лабораторный физический практикум</p> <p>Методы математического моделирования</p> <p>Основы квантовой механики</p> <p>Квантовая химия</p> <p>Термодинамика неравновесных процессов</p> <p>Классическая механика и методы вычислений</p> <p>Механические свойства материалов</p> <p>Химия твердого тела</p> <p>Кинетика и катализ</p> <p>Поиск и обработка информации в компьютерных сетях</p> <p>Методология и организация научного исследования</p> <p>Перспективные методы активации процессов синтеза функциональных материалов</p> <p>Катализ и сопряжение в процессах синтеза материалов</p>
ОПК-2	<p><b>знать:</b></p> <p>правила техники безопасности при работе в химической лаборатории; методики проведения отдельных химических операций</p> <p><b>уметь:</b></p> <p>пользоваться лабораторным оборудованием и правильно проводить предусмотренные программой химические эксперименты; представить и описать результаты химического исследования, четко сформулировать главные выводы, оценить возможную погрешность измерений, выявить наиболее существенные факторы изучаемого явления</p> <p><b>владеть:</b></p> <p>техникой химического эксперимента и основными навыками экспериментальной работы, связанной с исследованием</p>	<p>Физика</p> <p>Общая и неорганическая химия</p> <p>Органическая химия</p> <p>Современная аналитическая химия</p> <p>Современная физическая химия</p> <p>Структурная химия и кристаллохимия</p> <p>Высокомолекулярные соединения</p> <p>Квантовая и статистическая физика</p> <p>Физика полупроводников и сверхпроводимости</p> <p>Лабораторный физический практикум</p> <p>Основы квантовой механики</p> <p>Квантовая химия</p> <p>Термодинамика неравновесных процессов</p> <p>Химия твердого тела</p> <p>Физико-химия нанокластеров, наноструктур, наноматериалов</p> <p>Электрохимические технологии в синтезе новых материалов</p>

	химических процессов, синтезом неорганических веществ и описанием их свойств	Супрамолекулярная химия
ОПК-3	<p>знать: основы, возможности и границы применения различных методов анализа</p> <p>уметь: использовать полученные знания для выбора комплекса методов исследования для анализа веществ и материалов</p> <p>иметь навыки: интерпретации результатов экспериментальных исследования</p>	<p>Современная аналитическая химия</p> <p>Современная физическая химия</p> <p>Методы анализа состава и структуры материалов</p> <p>Микроскопические методы исследования структуры материалов</p> <p>Спектроскопические методы исследования материалов</p>
ОПК-4	<p><b>знать:</b> численные методы решения скалярных уравнений и линейных систем, основные понятия теории приближения функций, квадратурные формулы и формулы численного дифференцирования</p> <p><b>уметь:</b> получать приближенное решение скалярных уравнения и систем линейных уравнений, находить приближение функций интерполяционным многочленом</p> <p><b>владеть:</b> теоретическими и практическими методами расчётов; численными методами решения систем уравнений</p>	<p>Химическая физика твердого тела</p> <p>Методы математического моделирования</p> <p>Основы квантовой механики</p> <p>Квантовая химия</p> <p>Классическая механика и методы вычислений</p> <p>Химия твердого тела</p>
ОПК-5	<p>знать: основные классы наноматериалов, их свойства и области применения в настоящее время и в перспективе</p> <p>уметь: использовать полученные знания для решения профессиональных задач, связанных с исследованиями наноматериалов</p> <p>владеть: терминологией в изучаемой области; навыками поиска и анализа информационных источников в изучаемой области</p>	<p>Нанотехнологии</p> <p>Наноматериалы</p> <p>Тонкие пленки и гетероструктуры</p> <p>Композиционные материалы</p> <p>Материалы для электронной техники</p> <p>Перспективные функциональные материалы</p> <p>Материалы для медицины</p> <p>Конструкционные материалы</p>



		Ферроики
ОПК-6	<p><b>знать:</b> основные классы материалов, их физико-химические, технологические и эксплуатационные свойства.</p> <p><b>уметь:</b> наиболее рационально выбирать материалы для решения практических задач.</p> <p><b>владеть:</b> физическими принципами работы современных технических устройств</p>	<p>Материаловедение</p> <p>Тонкие пленки и гетероструктуры</p> <p>Метрология, стандартизация и сертификация материалов</p>
ОПК-7	<p><b>-знать:</b> основные законы естественнонаучных дисциплин.</p> <p><b>-уметь:</b> планировать научно-исследовательскую работу.</p> <p><b>-владеть:</b> навыками оформления и публичного представления полученных результатов научно-исследовательской работы</p>	<p>Структурная химия и кристаллохимия</p> <p>Поиск и обработка информации в компьютерных сетях</p> <p>Методология и организация научного исследования</p> <p>Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, научн</p> <p>Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, произ</p> <p>Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта професси</p> <p>Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта професси</p> <p>Производственная практика, преддипломная</p>
ОПК-8	<p>знать: основные зависимости между атомно-электронной структурой жидкостей и твердых тел, их составом и различными физическими свойствами; иметь целостное представление о структуре жидкостей и аморфных структур, о процессах, происходящих внутри и на поверхности жидкости и твердого тела</p> <p>уметь: использовать знания описания механических, тепловых, электрических, магнитных, оптических и других свойств для широкого круга аморфных материалов включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности.</p> <p>владеть: навыками проведения самостоятельных экспериментальных исследований в области изучения свойств аморфных материалов.</p>	<p>Информатика</p> <p>Физика конденсированного состояния (жидкости и аморфные структуры)</p> <p>Основы патентоведения</p> <p>Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта професси</p>

ПК-1	<p>знать: основные методы синтеза материалов (включая наноматериалы) и возможности каждого из методов, используемых в настоящее время; принципы управления нанотехнологическими процессами; сущность и возможности основных методов исследования материалов.</p> <p>уметь: использовать полученные знания для синтеза и характеристики материалов.</p> <p>владеть: навыками использования современных методов синтеза и исследования материалов</p>	<p>Русский язык и культура речи Лабораторный физический практикум Методы математического моделирования Основы квантовой механики Квантовая химия Термодинамика неравновесных процессов Классическая механика и методы вычислений Реальная структура материалов Методы анализа состава и структуры материалов Микроскопические методы исследования структуры материалов Спектроскопические методы исследования материалов Кинетика и катализ Нанотехнологии Материалы - прошлое, настоящее, будущее Поиск и обработка информации в компьютерных сетях Методология и организация научного исследования Супрамолекулярная химия Физические основы вакуумной техники Основы вакуумных технологий материалов Метрология, стандартизация и сертификация материалов Основы патентования Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, научно-исследовательская Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, производственно-технологическая Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, научно-исследовательская Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, производственно-технологическая Производственная практика, преддипломная</p>
ПК-2	<p>знать: Основы технологий получения и исследования различных материалов</p> <p>уметь: интерпретировать результаты исследований полученных различными аналитическими методами</p> <p>владеть: способностью к оптимизации и реализации основных технологий получения современных материалов.</p>	<p>Механические свойства материалов</p> <p>Методы анализа состава и структуры материалов</p> <p>Микроскопические методы исследования структуры материалов</p> <p>Спектроскопические методы исследования материалов</p> <p>Материаловедение</p> <p>Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, научно-исследовательская Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, производственно-технологическая</p>

		<p>Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, научно-исследовательская</p> <p>Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, производственно-технологическая</p> <p>Производственная практика, преддипломная</p>
ПК-3	<p>знать:</p> <p>1. проблемы и понятия безопасного развития общества, окружающей среда как системы, природные и антропогенные воздействия на человека и окружающую среду, основные направления и методы борьбы с загрязнением окружающей среды, место химической науки в концепции устойчивого развития, принципы обеспечения безопасности человека и окружающей среды, правовые основы обеспечения безопасности, закономерности восприятия экологического риска отдельными индивидуумами и социальными группами, о мероприятиях и действиях, нацеленных на прогноз аварийного риска и действий в условиях чрезвычайных ситуаций; 2. роль химических систем в современных исследованиях как повышенных источников кратковременных аварийных и долговременных систематических воздействий на человека и окружающую среду; 3. основные принципы организации и развития химических и биотехнологических процессов и приоритетные пути развития новых химических исследований и технологий; применительно к данной дисциплине; 4. порядок оценки экологической безопасности действующих химических предприятий; 5. основные принципы организации малоотходных технологий</p> <p>уметь:</p> <p>1. устанавливать причины неадекватного восприятия риска, рекомендовать меры по снижению риска; выявлять приоритеты в реализации мероприятий, направленных на снижение риска; прогнозировать аварийный риск и действовать в условиях чрезвычайных ситуаций; 2. спрогнозировать улучшение обстановки в регионе; 3. оценивать последствия воздействия на</p>	<p>Химическая безопасность как основа экологической устойчивости</p> <p>Экологическая безопасность в химической промышленности</p> <p>Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, научно-исследовательская</p> <p>Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, производственно-технологическая</p> <p>Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, научно-исследовательская</p> <p>Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, производственно-технологическая</p> <p>Производственная практика, преддипломная</p>

	<p>человека опасных, вредных и поражающих факторов; 4. планировать и осуществлять мероприятия по повышению устойчивости производственных химических систем и объектов владеть:</p> <p>1. методами качественного и количественного оценивания техногенного и экологического риска, приемами анализа всей достоверной информации и сопоставления различных точек зрения в процессе принятия решения; 2. системой методов оценки и комплексом мер в отношении источников химической опасности для повышения защищенности населения и среды обитания от негативных влияний опасных химических веществ и опасных химических объектов</p>	
ПК-4	<p><b>знать:</b> основные методы синтеза современных функциональных материалов с варьируемыми характеристиками;</p> <p><b>уметь:</b> выбирать и обосновывать оптимальные методы синтеза материалов;</p> <p><b>иметь навыки:</b> синтеза некоторых видов функциональных материалов</p>	<p>Химия твердого тела  Физико-химия нанокластеров, наноструктур, наноматериалов  Наноматериалы  Тонкие пленки и гетероструктуры  Атомное моделирование структуры и физико-химических процессов  Химические основы синтеза функциональных материалов  Электрохимические технологии в синтезе новых материалов  Композиционные материалы  Материалы для электронной техники  Перспективные функциональные материалы  Материалы для медицины  Конструкционные материалы  Ферроики  Перспективные методы активации процессов синтеза функциональных материалов  Катализ и сопряжение в процессах синтеза материалов  Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, научно-исследовательская  Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, производственно-технологическая  Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, научно-исследовательская  Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, производственно-технологическая  Производственная практика, преддипломная</p>

ПК-5	<p>знать: правила техники безопасности при работе в химической лаборатории; методики проведения отдельных химических операций</p> <p>уметь: пользоваться лабораторным оборудованием и правильно проводить предусмотренные программой химические эксперименты; представить и описать результаты химического исследования, четко сформулировать главные выводы, оценить возможную погрешность измерений, выявить наиболее существенные факторы изучаемого явления</p> <p>владеть: техникой химического эксперимента и основными навыками экспериментальной работы, связанной с исследованием химических процессов, синтезом неорганических веществ и описанием их свойств</p>	<p>Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, научно-исследовательская</p>
ПК-6	<p>знать: основные последствия аварий, катастроф, стихийных бедствий для промышленных предприятий, рабочего персонала и населения;</p> <p>уметь: принимать решения по защите производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий;</p> <p>владеть: методами оценки качественных и количественных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий и способами их минимизации.</p>	<p>Химическая безопасность как основа экологической устойчивости</p> <p>Экологическая безопасность в химической промышленности</p>
ПК-7	<p>знать: основные принципы разработки бизнес-планов, проведения маркетинговых исследований</p> <p>уметь: проводить предварительные маркетинговые исследования для коммерциализации продуктов интеллектуальной (теоретической, научной и экспериментальной) деятельности</p> <p>владеть (иметь навык(и)): оценки экономической эффективности научно-исследовательских и научно-производственных работ в области наук о материалах и нанотехнологий</p>	

## **12.3 Фонд оценочных средств для проведения государственного экзамена**

### **12.3.1. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения образовательной программы, проверяемых в рамках государственного экзамена**

#### **1. Перечень вопросов к экзамену:**

1. Периодический закон Д.И. Менделеева – фундаментальная основа неорганической химии и современного материаловедения. Физический смысл Периодического закона. Структура Периодической таблицы Д.И. Менделеева. Периоды и группы.

2. Понятие об электронной аналогии. Кайносимметрия. Орбитальные радиусы. Вторичная и внутренняя периодичность.

3. Металлы и неметаллы в Периодической системе. Граница Цинтля. Правило Юм-Розери.

4. Нахождение элементов в природе и общие принципы получения простых веществ. Особочистые вещества.

5. Классификация бинарных соединений. Кристаллохимическое строение бинарных соединений. Правило Пирсона.

6. Постоянство и переменность состава. Бертоллиды и дальтониды.

7. Правило фаз Гиббса – фундаментальная основа современного материаловедения.

8. Диаграммы состояния однокомпонентных систем.

9. Основные типы диаграмм состояния бинарных систем. Понятие о конгруэнтном и инконгруэнтном характере плавления. Диаграмма «состав – свойство». Принцип непрерывности и принцип соответствия.

10. Твердые растворы. Основные типы твердых растворов. Законы Курнакова.

11. Физико-химические свойства железа. Основные принципы получения сплавов на основе железа. Диаграмма состояния системы железо – углерод.

12. Физико-химические свойства алюминия. Основные принципы его получения. Сплавы на основе алюминия и их применение.

13. Физико-химические свойства титана. Основные принципы его получения. Сплавы на основе титана и их применение

14. Фундаментальные основы многообразия и обзорная характеристика неорганических и органических материалов на основе углеродов

15. Основные понятия о зонной структуре твердых тел. Металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной структуры.

16. Металлы в Периодической системе. Типы взаимодействия в металлических системах. Образование соединений в металлических системах.

17. Природа химической связи в полупроводниках. Основные классы бинарных полупроводников. Изоэлектронные ряды.

18. Общая характеристика элементов IVA группы. Кремний. Физико-химические свойства кремния. Основные методы получения кремния.

19. Сравнительная характеристика закономерностей изменения свойств элементов в III и IVB-группах и причины такого поведения

20. Особенности изменения физических (температура плавления, плотность) и химических свойств элементов VIB группы

21. Фосфи́ды, арсени́ды и антимо́ниды алюминия, галлия и индия. Химическая связь и кристаллохимическое строение. Причины отсутствия таллия в этом ряду

22. Оксид кремния. Физико-химические свойства оксида кремния. Кристаллохимия оксида кремния.

23. Диоксид кремния как стеклообразователь. Получение стекла. Использование различных элементов при изготовлении стекол с необходимыми

свойствами. Силикаты. Природные силикаты: кристаллохимия и физико-химические свойства.

24. Металлы подгруппы платины. Физико-химические свойства металлов подгруппы платины. Комплексные соединения металлов подгруппы платины.

25. Основные положения теории строения комплексных соединений. Классификация комплексных соединений. Изомерия комплексных соединений.

26. Общие закономерности состава, строения и свойств оксидов неметаллов и оксидов металлов в зависимости от степени окисления элемента

27. Общие закономерности и причины характера изменения температур плавления и кипения в рядах галогенидов элемента для соединений с координационной и молекулярной структурой

28. Архитектура кристаллов, природа многообразия

29. Дефекты кристаллического строения: виды, природа

30. Точечные дефекты кристаллических материалов: виды, природа, роль

31. Дислокации, дефекты упаковки: виды, природа, функция, механизмы перемещения

32. Границы зерен: виды, строение, энергия

33. Межфазные границы: классификация, строение, энергия

34. Свободная поверхность кристаллов: классификация, атомное строение, энергия

35. Размерный эффект структуры твердых тел

36. Аморфные материалы: современные представления о структуре

37. Квазикристаллы: природа, особенности атомной структуры

38. Фазовые превращения в кристаллических материалах: природа, механизм, кинетика

39. Композиционные материалы: классификация, принципы создания, особенности свойств

40. Тонкие пленки: механизмы роста, особенности структуры

41. Рост кристаллов: механизм роста, способы выращивания

42. Фазовый размерный эффект: природа, примеры проявления

43. Деформация кристаллических материалов: механизм процесса, зависимость от структуры и ее дефектов

44. Механические свойства кристаллических материалов: основные параметры; хрупкое и вязкое разрушение

45. Размерный эффект механических свойств кристаллических материалов

46. Размерный эффект электропроводности: классический, квантовый

47. Размерный эффект магнитных свойств материалов: доменная структура, свойства

48. Строение доменных границ в ферроиках различной природы: сегнетоэлектриках, ферромагнетиках

49. Физико-химические подходы к созданию наноструктурированных материалов

50. Спектроскопические методы анализа материалов: принцип, аналитические возможности

51. Дифракция электронов в исследовании наноструктурированных и тонкопленочных материалов

52. Просвечивающая электронная микроскопия: принцип, виды контраста

53. Анализ дефектов кристаллического строения методами ПЭМ

## **2. Перечень практических заданий (ситуационных задач, кейсов):**

1. Предложите один из вариантов процесса синтеза гетероструктуры ZnO/InP с толщиной плёнки оксида цинка 100 нм.

2. Предложите и обоснуйте способ создания эпитаксиальной сверхрешётки  $(\text{GaAs})_m(\text{AlAs})_n$ . Какие методы контроля толщины и состава слоёв можно использовать в данном случае? Обоснуйте выбор метода синтеза и исследования указанной сверхрешётки.
3. Предложите MO CVD процесс формирования эпитаксиальной пленки GaAs на поверхности GaN. Оцените преимущества и недостатки метода MO CVD по сравнению с методом молекулярно-лучевой эпитаксии.
4. Предложите схему процесса синтеза и обоснованный метод аттестации одностенных углеродных нанотрубок.
5. Брусочек из материала с модулем Юнга  $E$  и коэффициентом Пуассона  $\mu$  подвергли всестороннему сжатию давлением  $p$ . Рассчитайте относительное уменьшение объема бруска; связь между коэффициентом сжимаемости  $\beta$  и упругими постоянными  $E$  и  $\mu$ . Показать, что коэффициент Пуассона  $\mu$  не может превышать  $\frac{1}{2}$ .
6. Горизонтально расположенный медный стержень длины  $L = 1$  м вращают вокруг вертикальной оси, проходящей через его середину. При какой частоте вращения может произойти разрушение?
7. Какое давление необходимо приложить к торцам стального цилиндра, чтобы длина его не изменилась при повышении температуры на  $100$  С.
8. Оценить количество атомов остаточного газа в вакууме  $10^{-4}$  Па, сталкивающихся с поверхностью площадью  $1$  см<sup>2</sup> стенки вакуумной камеры при комнатной температуре, при температуре  $700$  К.
9. Рассчитайте структурный фактор упорядоченного твердого раствора AuCu.
10. Рассчитайте критическую толщину псевдоморфного слоя при эпитаксиальном росте Ge на поверхности (111) монокристалла Si.
11. Изобразите схему дислокационной структуры межфазной границы гетеросистемы Ge/Si (001) при вхождении дислокаций несоответствия: а) скольжением; б) переползанием.
12. Перечислите варианты структурной организации кристаллов простых и сложных веществ.
13. В представлениях капиллярной модели рассчитайте размер критического зародыша при термическом испарении конденсации Ag в вакууме на поверхность кристалла NaCl ( $T_m=1030$  К,  $T_k=300$  К).
14. Дайте обоснование различия кристаллических решеток NaCl и CsCl.
15. Дайте обоснование одного типа кристаллических решеток Na и W.
16. Постройте электронограмму монокристаллической пленки с ОЦК-структурой, ось зоны [231].
17. Дайте прогноз ориентационных соотношений при росте пленки Fe ( $a=0.287$  нм) на поверхности (001) монокристаллической пленки Ag ( $a=0.409$  нм).



18. Запишите в представлениях двумерной кристаллографии структуру (111) монослоя Mo на поверхности (111) монокристалла Ni в ориентационном соотношении Курдюмова-Закса.

19. Одним из этапов золь-гель синтеза нанопорошка  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  является осаждение катионов  $\text{Fe}^{3+}$  раствором аммиака (28%-ый раствор,  $\rho = 0,903$  г/мл). Определите массы  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  и объём раствора аммиака (для полного осаждения берётся в 1,3 раза больше по сравнению с количеством, необходимым для полного осаждения катионов  $\text{Fe}^{3+}$ ), необходимые для синтеза нанопорошка  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  массой 25 г.

20. Для синтеза наночастиц  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  золь-гель методом используется эквимольная смесь  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  и  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ . Рассчитайте массы солей  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , необходимые для синтеза нанопорошка  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  осаждением с использованием раствора гидроксида натрия, исходя из 50 мл 0.05 М смеси растворов  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  и  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ .

21. Металлогидриды являются материалами, перспективными в качестве среды хранения водорода. Гидриды магния и алюминия имеют поглощение водорода 1,88 и 2,24 л/г. Определите, какие массы гидридов магния и алюминия необходимы для генерации водорода для 100-километрового пробега автомобиля (расход – 11 м<sup>3</sup>, для простоты расчёта считать условия нормальными).

22. Травление можно использовать при исследовании структуры металлического сплава, например, медного. Для этого поверхность его образца обрабатывают раствором азотной кислоты. Рассчитайте, какое количество меди перейдёт в раствор при обработке образца медного сплава 18 мл 20%-ного раствора азотной кислоты (плотность 1,12 г/см<sup>3</sup>).

23. Травление – это обработка твердого материала раствором химического реагента с целью удалению поверхностного слоя. Данный процесс используют, в частности, для очистки поверхности стали от окалины, образующейся после горячей прокатки. Подсчитайте, каковы потери металла (%) при травлении 5,6 т стального листа серной кислотой, если раствор после обработки содержал 152 кг соли.

### 12.3.2. Пример КИМ

#### Контрольно-измерительный материал №1

1. Периодический закон Д.И. Менделеева – фундаментальная основа неорганической химии и современного материаловедения. Физический смысл Периодического закона. Структура Периодической таблицы Д.И. Менделеева. Периоды и группы.
2. Анализ дефектов кристаллического строения методами ПЭМ.
3. Запишите в представлениях двумерной кристаллографии структуру (111) монослоя Mo на поверхности (111) монокристалла Ni в ориентационном соотношении Курдюмова-Закса.

### 12.3.3. Критерии и шкала оценивания результатов сдачи государственного экзамена

Для оценивания результатов обучения на государственном экзамене используется шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Показатели	Критерии и шкала оценивания			
	«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
1. Владение содержанием учебного материала и понятийным аппаратом изучаемой научной отрасли	Полное соответствие ответа обучающегося всем семи перечисленным показателям. Компетенции сформированы полностью, проявляются и используются систематически, в полном объеме.	Ответ обучающегося не соответствует одному из перечисленных показателей. Компетенции в целом сформированы, но проявляются и используются фрагментарно, не в полном объеме, что выражается в отдельных неточностях (несущественных ошибках) при ответе. Однако допущенные ошибки исправляются самим обучающимся после дополнительных вопросов экзаменатора.	Ответ обучающегося не соответствует любым двум из перечисленных показателей. Компетенции сформированы в общих чертах, проявляются и используются ситуативно, частично, что выражается в допусках и неточностях и существенных ошибках при ответе, нарушении логики изложения, неумении аргументировать и обосновывать суждения и профессиональную позицию. Данный уровень обязателен для всех осваивающих основную образовательную программу.	Ответ обучающегося не соответствует любым трем из перечисленных показателей. Компетенции не сформированы, что выражается в разрозненных, бессистемных, отрывочных знаниях, допускаемых грубых профессиональных ошибках, неумении выделять главное и второстепенное, связывать теорию с практикой, устанавливать межпредметные связи, формулировать выводы по ответу, отсутствии собственной профессиональной позиции.
2. Умение связывать теорию с практикой				
3. Умение иллюстрировать ответ примерами, фактами реальной жизни, данными научных исследований, в том числе собственных, итогами прохождения практик				
4. Умение устанавливать межпредметные связи				
5. Умение обосновывать и самостоятельно формулировать выводы				
6. Умение обосновывать свои суждения и профессиональную позицию по излагаемому вопросу				
7. Способность самостоятельно находить решения/решать задачи в сфере профессиональной деятельности				

Соотношение шкалы оценивания результатов обучения на государственном экзамене и уровня подготовленности обучающегося к решению профессиональных задач:

Шкала оценивания	Характеристика уровня подготовленности обучающегося к решению профессиональных задач
«Отлично»	Высокий уровень — обучающийся полностью подготовлен к самостоятельной научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности, владеет понятийным аппаратом предмета, умеет обосновывать свои суждения и профессиональную позицию при решении ситуационных профессиональных задач.
«Хорошо»	Базовый уровень — обучающийся в целом подготовлен к решению профессиональных задач в рамках научно-исследовательского и производственно-технологического вида деятельности, способен успешно применять полученные знания, умения и навыки в стандартных ситуациях, не в полной мере проявляет самостоятельность.
«Удовлетворительно»	Пороговый уровень — обучающийся подготовлен к научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности частично, вследствие слабой сформированности компетенций, их фрагментарного и ситуативного проявления, требует помощи при выполнении профессиональных задач.  Данный уровень обязателен для всех осваивающих основную образовательную программу.
«Неудовлетворительно»	Низкий (недопустимый) уровень — обучающийся не способен к самостоятельной научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности, вследствие несформированности у него компетенций, влекущей за собой грубые профессиональные ошибки.

#### **12.3.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания:**

Каждый контрольно-измерительный материал для проведения государственного экзамена содержит три вопроса. Из них первые два вопроса в основном ориентированы на выявление степени сформированности знаниевого компонента контролируемых компетенций. Третий вопрос (практико-ориентированное задание) ориентирован на выявление степени сформированности таких компонентов контролируемых компетенций, как умения и навыки.

Каждый член ГЭК оценивает ответ на каждый вопрос КИМа и выставляет свою оценку за экзамен (как среднеарифметическое трех оценок, выражаемое в 4-балльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».) Оценки всех членов ГЭК суммируются, после чего вычисляется их среднее арифметическое как итоговая оценка за ответ на госэкзамене, фиксируемая в оценочном листе студента.)

#### **12.4. Перечень учебной литературы, ресурсов сети «Интернет», необходимых для подготовки к сдаче государственного экзамена**

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Иевлев В.М. Тонкие пленки неорганических материалов: Механизм роста и субструктура : учеб. пособие / В.М. Иевлев. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2008. – 496 с.
2	Епифанов Г.И. Физика твердого тела : учебное пособие / Г.И. Епифанов. – Изд. 3-е, испр. – СПб. : Лань, 2010. – 287с.
3	Матухин В.Л. Физика твердого тела : учебное пособие / В.Л. Матухин, В.Л. Ермаков. – СПб. : Лань, 2010. – 218 с.
4	Неорганическая химия. Химия элементов: учебник в 2 т. / Ю. Д. Третьяков [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство МГУ; Академкнига, 2007. – Т. 1. – 538 с.; Т. 2. – 670 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5	Третьяков Ю.Д. Введение в химию твердофазных материалов. / Ю.Д. Третьяков, В.П. Путляев. – М. : Наука, 2006. – 400 с. – (Серия: Классический университетский учебник).
6	Гусев А.И. Нанокристаллические материалы / А.И. Гусев, А.А. Ремпель. – М. : Физматлит, 2000. – 224 с.
7	Суздаев И.П. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаев. – М. : Комкнига, 2006. - 592 с.
8	Ржевская С.В. Материаловедение / С.В. Ржевская. - М. : Логос, 2006. – 424 с.
9	Головин Ю.И. Наноиндентирование и его возможности / Ю.И. Головин. – М. : Машиностроение, 2009. – 312 с.
10	Алымов М.И. Порошковая металлургия нанокристаллических материалов / М.И. Алымов. – М. : Наука, 2007. – 169 с.
11	Баринев С.М. Биокерамика на основе фосфатов кальция / С.М. Баринев, В.С. Комлев. – М. : Наука, 2005. – 205 с.
12	Готтштейн Г. Физико-химические основы материаловедения / Г. Готтштейн ; пер. с англ. ; под ред. В.П. Зломанова. - М. : Бинум. Лаборатория знаний, 2009. – 400с. - (Лучший зарубежный учебник).
13	Елисеев А.А. Функциональные наноматериалы / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин ; под ред. Ю.Д. Третьякова. - М. : Физматлит, 2010. - 456 с.

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

№ п/п	Ресурс
14	ЭБС Университетская библиотека. – URL: <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a> .
15	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a> .
16	Электронное издание химического факультета МГУ <a href="http://www.chemnet.edu.ru">http://www.chemnet.edu.ru</a>
17	Интернет портал для химиков <a href="http://www.chemweb.com">http://www.chemweb.com</a>
18	Интернет портал для химиков <a href="http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1946.html">http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1946.html</a>
19	Интернет-ресурсы по методам химического анализа <a href="http://www.rusanalytchem.org">http://www.rusanalytchem.org</a>

**12.5. Информационные технологии, используемые для подготовки к сдаче государственного экзамена, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы**

нет

**12.6. Материально-техническое обеспечение:**

нет

**13 Требования к ВКР**

**13.1. Порядок выполнения ВКР**

Выпускная квалификационная работа (ВКР) выполняется в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 04.03.02 Химия, физика и механика материалов (Магистр), предусмотренной федеральным государственным образовательным стандартом ФГОС ВО (квалификация магистр). Выпускная квалификационная работа представляет собой итоговый компонент образовательного процесса, направленный на систематизацию и закрепление знаний, умений и навыков обучающегося в ходе решения конкретных профессиональных задач, а также определение уровня подготовленности выпускника к определенным видам профессиональной деятельности.

Подготовка выпускной работы проводится обучающимся на протяжении заключительного года обучения, является проверкой качества полученных студентом теоретических знаний, практических умений и навыков, сформированных общекультурных и профессиональных компетенций, позволяющих решать профессиональные задачи. Выполнение ВКР осуществляется в соответствии с заданием (Приложение Г Положения университета П ВГУ 2.1.28 – 2018 ).

ВКР выполняются в форме бакалаврской работы.

Обучающийся получает задание на выполнение ВКР после утверждения тем ВКР Ученым советом химического факультета.

Темы ВКР разрабатываются в рамках тематики научно-исследовательской работы выпускающей кафедры ее работниками из числа научно-педагогического состава, обсуждаются на заседании кафедры и представляются заведующим кафедрой Ученому совету факультета.

Обучающиеся должны иметь возможность выбора темы ВКР в рамках научно-исследовательского направления кафедры. Тема ВКР и ее целесообразность обсуждается на заседании выпускающей кафедры. Соответствующее решение оформляется протоколом заседания кафедры.

Тематика выпускных квалификационных работ должна быть направлена на решение профессиональных задач: проведение самостоятельных научно-исследовательских работ в области химии, физики, механики, наук о материалах и наноматериалах на уровне эксперта, требующих широкой фундаментальной междисциплинарной подготовки и владения навыками современных экспериментальных методов; выработка новых теоретических подходов и принципов дизайна материалов и наноматериалов с заданными свойствами, решение фундаментальных задач в области материаловедения и нанотехнологий; разработка новых, оригинальных и высокоэффективных, технологий получения современных материалов, биоматериалов и наноматериалов.

Содержание выпускной работы магистра (диссертации) предусматривает:

- самостоятельную формулировку научной, научно-производственной, или учебно-методической проблемы, разработку новой методики исследования или его аппаратного обеспечения;
- самостоятельный анализ методов исследований, научный анализ и обобщение фактического материала;
- получение принципиально новых результатов;
- апробацию полученных результатов и выводов в виде докладов на научных семинарах, конференциях или подготовленных публикаций в научных журналах или сборниках.

В процессе подготовки и защиты выпускной работы обучающийся должен показать свою способность и умение, опираясь на полученные углубленные знания, умения и сформированные общекультурные и профессиональные компетенции самостоятельно решать на современном уровне задачи своей профессиональной деятельности, профессионально излагать специальную информацию, научно аргументировать и защищать свою точку зрения.

### **13.2. Примерный перечень тем ВКР**

Обучающимся предлагается перечень тем ВКР, отвечающий следующим тематикам научных исследований, проводимых на кафедре:

1. Создание функциональных тонкопленочных материалов и покрытий методами вакуумных технологий, исследование их структуры и свойств;
2. Синтез кристаллов и гетероструктур многокомпонентных полупроводников;
3. Хемостимулированное оксидирование полупроводниковых кристаллов.

Конкретные темы ВКР формулируются в соответствии с вышеприведенными тематиками научных исследований, проводимых на кафедре и ежегодно обновляются

### **13.3. Структура ВКР**

ВКР имеет следующую структуру:

- 1) оглавление;
- 2) введение – постановка задачи, обоснование актуальности выбранной темы, описание научной новизны исследования;
- 3) обзор литературных данных по рассматриваемой проблеме;
- 4) экспериментальная часть – описание использованных методик эксперимента;
- 5) обсуждение полученных результатов;
- 6) выводы, заключение;
- 7) список цитируемой литературы;
- 8) приложение.

Титульный лист оформляется в соответствии с Приложением Д Положения университета П ВГУ 2.1.28 – 2018 .

В Оглавлении (содержании) указывают перечень разделов и соответствующие им номера страниц.

Обзор литературы (не более 1/3 общего объема ВКР) должен содержать последовательное изложение материала имеющихся в литературе по данной проблеме сведений, основанного на изучении монографий, отечественных и иностранных журналов, сборников научных трудов и т.д. Должен быть проведен подробный и критический анализ литературных данных, обоснован выбор темы собственного исследования и преимущества выбранного пути решения проблемы.

Результаты собственных исследований должны быть четко и ясно изложены, проиллюстрированы необходимыми графиками, чертежами, схемами и т.п. Полученные данные должны быть объяснены с точки зрения современного состояния химии и наук о материалах, определена научная новизна и практическая значимость выполненной работы.

Выводы должны представлять собой краткое и ясное изложение сути проведенного исследования.

Список цитируемой литературы оформляется в соответствии с правилами, принятыми для публикаций в центральных академических изданиях.

В Приложение выносится вспомогательная информация, дополняющая освещение темы, но не обязательная в основном тексте работы, например, спектры, описания получения и очистки вспомогательных веществ, дополнительные таблицы, рисунки, графики, чертежи установок и др.

Общий объем ВКР не должен превышать 60 страниц печатного текста.

Подробные правила оформления и требования к содержанию отдельных разделов ВКР с учетом требований инструкции И ВГУ 2.1.13 – 2016 приведены в методических указаниях по оформлению ВКР для студентов химического факультета

Подготовленная ВКР обязательно должна быть проверена на объем заимствования, в том числе содержательного, выявления неправомерных заимствований. Минимальный процент оригинальности ВКР для бакалаврских работ решением Ученого совета химического факультета установлен на уровне 40%. ВКР подлежат размещению на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» ([www.moodle.vsu.ru](http://www.moodle.vsu.ru)) до ее защиты, за исключением текстов ВКР, содержащих сведения, составляющие государственную тайну. Обучающийся самостоятельно размещает файлы с текстом ВКР в формате PDF. Ответственность за проверку наличия ВКР на образовательном портале «Электронный университет» несет заведующий выпускающей кафедры.

После завершения подготовки обучающимся выпускной квалификационной работы руководитель ВКР оформляет письменный отзыв о работе обучающегося в период подготовки выпускной квалификационной работы (Приложение Е Положения университета П ВГУ 2.1.28 – 2018 ). В том случае, если процент оригинальности представленной работы ниже установленного Ученым Советом химического факультета, данный факт обязательно отражается в отзыве научного руководителя.

Если в процессе предзащиты на выпускающей кафедре выявляется, что результаты представленной выпускником работы не оригинальны, т.е. неправомерно заимствованы из ранних работ, но выпускник выполнил остальной учебный план, работа представляется на защиту с оценкой руководителя «неудовлетворительно».

Обучающийся должен быть ознакомлен с отзывом не позднее, чем за 5 календарных дней до дня защиты ВКР.

ВКР с приложенным к ней заданием на выполнение выпускной квалификационной работы и отзывом руководителя передаются секретарю ГЭК не позднее, чем за 2 календарных дня до дня защиты ВКР.

На титульном листе ВКР обязательно должны быть подписи обучающегося, руководителя, консультанта (если он есть). Готовность к защите и соответствие ВКР требованиям внутренних локальных актов Университета подтверждается подписью заведующего кафедрой на титульном листе.

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

Коды компетенций (общекультурных, общепрофессиональных, профессиональных)	Результаты обучения	Примечание
---------------------------------------------------------------------------	---------------------	------------

ональных, дополнит ельных)		
ОК-5	<p>знать: лексико-грамматический минимум и базовые правила грамматики (морфологии и синтаксиса); требования к речевому и языковому оформлению устных и письменных высказываний с учетом специфики иноязычной культуры; основные ресурсы, с помощью которых можно эффективно восполнить имеющиеся пробелы в языковом образовании (типы словарей, справочников, компьютерных программ, информационных сайтов сети Интернет, текстовых редакторов и т.д.).</p> <p>уметь: воспринимать на слух и понимать основное содержание несложных аутентичных общественно-политических, публицистических (медийных) и прагматических текстов, воспринимать на слух и понимать основное содержание монологической и диалогической речи на специальные / профессионально-ориентированные темы. читать и переводить иноязычные тексты профессиональной направленности; составлять аннотации текстов на специальные / профессионально-ориентированные темы.</p> <p>владеть (иметь навык(и)): навыками профессионального общения на иностранном (немецком) языке; стратегиями восприятия, анализа, создания устных и письменных текстов специального / профессионально-ориентированного характера; владеть компенсаторными умениями, помогающими преодолеть »сбои» в коммуникации, вызванные объективными и субъективными, социокультурными причинами.</p>	
ОК-7	<p>знать: основные представления о возможных сферах и направлениях саморазвития и профессиональной реализации, путях использования творческого потенциала</p> <p>уметь: адекватно оценивать свой профессиональный потенциал, накопленный опыт; анализировать свои профессиональные достижения; гибко, творчески реагировать на происходящие изменения в профессиональной ситуации; корректировать собственную педагогическую деятельность с учетом достижений и трудностей</p> <p>владеть (иметь навык(и)): технологией планирования и решения задач собственного профессионального и личностного развития; средствами повышения уровня собственной педагогической культуры и компетентности; навыками определения перспективных линий саморазвития и самосовершенствования</p>	
ОПК-1	<p>знать: теоретические основы традиционных и новых разделов химии и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач</p> <p>уметь: анализировать и обрабатывать научно-техническую информацию на основе теоретических представлений традиционных и новых разделов химии; применять знания общих и специфических закономерностей различных областей химической науки при решении профессиональных задач</p> <p>владеть (иметь навык(и)):</p>	



	<p>навыками обработки и анализа научно-технической информации и результатов отдельных этапов работ с учетом теоретических основ традиционных и новых разделов химии;</p> <p>навыками использования теоретических основ химических дисциплин при решении конкретных химических и материаловедческих задач</p>	
ОПК-2	<p>знать: правила техники безопасности при работе в химической лаборатории; методики проведения отдельных химических операций</p> <p>уметь: пользоваться лабораторным оборудованием и правильно проводить предусмотренные программой химические эксперименты; представить и описать результаты химического исследования, четко сформулировать главные выводы, оценить возможную погрешность измерений, выявить наиболее существенные факторы изучаемого явления</p> <p>владеть: техникой химического эксперимента и основными навыками экспериментальной работы, связанной с исследованием химических процессов, синтезом неорганических веществ и описанием их свойств</p>	
ОПК-3	<p>знать: основы, возможности и границы применения различных методов анализа</p> <p>уметь: использовать полученные знания для выбора комплекса методов исследования для анализа веществ и материалов</p> <p>иметь навыки: интерпретации результатов экспериментальных исследований</p>	
ОПК-4	<p>знать: численные методы решения скалярных уравнений и линейных систем, основные понятия теории приближения функций, квадратурные формулы и формулы численного дифференцирования</p> <p>уметь: получать приближенное решение скалярных уравнения и систем линейных уравнений, находить приближение функций интерполяционным многочленом</p> <p>владеть: теоретическими и практическими методами расчётов; численными методами решения систем уравнений</p>	
ОПК-5	<p>знать: основные классы наноматериалов, их свойства и области применения в настоящее время и в перспективе</p> <p>уметь: использовать полученные знания для решения профессиональных задач, связанных с исследованиями наноматериалов</p> <p>владеть: терминологией в изучаемой области; навыками поиска и анализа информационных источников в изучаемой области</p>	
ОПК-6	<p>знать: основные классы материалов, их физико-химические, технологические и эксплуатационные свойства.</p> <p>уметь: наиболее рационально выбирать материалы для решения практических задач.</p> <p>владеть: физическими принципами работы современных технических устройств</p>	
ОПК-7	<p>-знать: основные законы естественнонаучных дисциплин.</p> <p>-уметь: планировать научно-исследовательскую работу.</p> <p>-владеть: навыками оформления и публичного представления полученных результатов научно-исследовательской работы</p>	
ОПК-8	<p>знать: основные зависимости между атомно-электронной структурой жидкостей и твердых тел, их составом и различными физическими</p>	

	<p>свойствами; иметь целостное представление о структуре жидкостей и аморфных структур, о процессах, происходящих внутри и на поверхности жидкости и твердого тела</p> <p>уметь: использовать знания описания механических, тепловых, электрических, магнитных, оптических и других свойств для широкого круга аморфных материалов включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности.</p> <p>владеть: навыками проведения самостоятельных экспериментальных исследований в области изучения свойств аморфных материалов.</p>	
ПК-1	<p>знать: основные методы синтеза материалов (включая наноматериалы) и возможности каждого из методов, используемых в настоящее время; принципы управления нанотехнологическими процессами; сущность и возможности основных методов исследования материалов.</p> <p>уметь: использовать полученные знания для синтеза и характеристики материалов.</p> <p>владеть: навыками использования современных методов синтеза и исследования материалов</p>	
ПК-2	<p>знать: Основы технологий получения и исследования различных материалов</p> <p>уметь: интерпретировать результаты исследований полученных различными аналитическими методами</p> <p>владеть: способностью к оптимизации и реализации основных технологий получения современных материалов.</p>	
ПК-3	<p>знать: проблемы и понятия безопасного развития общества, окружающей среда как системы, природные и антропогенные воздействия на человека и окружающую среду, основные направления и методы борьбы с загрязнением окружающей среды, основные принципы организации и развития химических и биотехнологических процессов и приоритетные пути развития новых химических исследований и технологий; применительно к данной дисциплине; порядок оценки экологической безопасности действующих химических предприятий; уметь:</p> <p>1. устанавливать причины неадекватного восприятия риска, рекомендовать меры по снижению риска; выявлять приоритеты в реализации мероприятий, направленных на снижение риска; прогнозировать аварийный риск и действовать в условиях чрезвычайных ситуаций;. планировать и осуществлять мероприятия по повышению устойчивости производственных химических систем и объектов</p> <p>владеть: методами качественного и количественного оценивания техногенного и экологического риска, приемами анализа всей достоверной информации и сопоставления различных точек зрения в процессе принятия решения;</p>	
ПК-4	<p>знать: основные методы синтеза современных функциональных материалов с варьируемыми характеристиками;</p>	

	<p>уметь: выбирать и обосновывать оптимальные методы синтеза материалов;</p> <p>иметь навыки: синтеза некоторых видов функциональных материалов</p>	
ПК-5	<p>знать: правила техники безопасности при работе в химической лаборатории; методики проведения отдельных химических операций</p> <p>уметь: пользоваться лабораторным оборудованием и правильно проводить предусмотренные программой химические эксперименты; представить и описать результаты химического исследования, четко сформулировать главные выводы, оценить возможную погрешность измерений, выявить наиболее существенные факторы изучаемого явления</p> <p>владеть: техникой химического эксперимента и основными навыками экспериментальной работы, связанной с исследованием химических процессов, синтезом неорганических веществ и описанием их свойств</p>	
ПК-6	<p>знать: основные последствия аварий, катастроф, стихийных бедствий для промышленных предприятий, рабочего персонала и населения;</p> <p>уметь: принимать решения по защите производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий;</p> <p>владеть:</p> <p>методами оценки качественных и количественных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий и способами их минимизации.</p>	
ПК-7	<p>знать: основные принципы разработки бизнес-планов, проведения маркетинговых исследований</p> <p>уметь: проводить предварительные маркетинговые исследования для коммерциализации продуктов интеллектуальной (теоретической, научной и экспериментальной) деятельности</p> <p>владеть (иметь навык(и)): оценки экономической эффективности научно-исследовательских и научно-производственных работ в области наук о материалах и нанотехнологий</p>	

### 13.5 Процедура защиты ВКР и методические рекомендации для студента

Защита ВКР осуществляется обучающимся, успешно завершившим в полном объеме освоение ООП в соответствии с учебным планом и успешно прошедшим все другие виды итоговых аттестационных испытаний.

Защиты ВКР проходят на открытых заседаниях ГЭК. Результаты защиты заносятся в протокол – Приложение А Положения университета П ВГУ 2.1.28 – 2018 .

Процедура защиты каждого обучающегося предусматривает:

- представление председателем ГЭК обучающегося, оглашение темы работы, руководителя ВКР;
- доклад студента по результатам работы (с акцентом на собственные исследования, расчеты и результаты) (5-7 минут);
- вопросы защищаемому от членов ГЭК и присутствующих в аудитории;
- выступление руководителя или оглашение секретарем ГЭК его отзыва на ВКР;
- обсуждение ВКР;

После окончания всех защит проводится закрытое заседание ГЭК, выставление оценок по ВКР, на котором определяются оценки по шкале «отлично», «хорошо»,

«удовлетворительно», «неудовлетворительно». Процедура обсуждения устанавливается председателем ГЭК.

Каждое заседание ГЭК завершается объявлением оценок ВКР, рекомендаций для поступления в магистратуру, рекомендаций к внедрению результатов ВКР в учебный процесс, в производство и т.д., рекомендаций к опубликованию. Эта часть заседания ГЭК является открытой. В случае неявки студента на заседание ГЭК по уважительной причине срок защиты переносится по согласованию с председателем ГЭК.

Апелляция подается лично обучающимся в апелляционную комиссию не позднее следующего рабочего дня после объявления результатов государственного аттестационного испытания. Апелляционное заявление рассматривается в соответствии с Положением университета П ВГУ 2.1.28 – 2018.

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 в соответствии с п.п. 7.1-7.6 Положения о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры Воронежского Государственного Университета утвержденного Ученым Советом от 28.09.2018 протокол №8.

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

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

1. Обоснуйте актуальность темы исследования.
2. В чем новизна представленных Вами данных?
3. Какие научные методы были использованы при проведении исследования?
4. Как на практике можно реализовать результаты Ваших исследований?
5. При использовании какого оборудования, приборов, установок были получены данные? Чем обусловлен выбор?
6. Каким образом осуществлялся поиск литературы по рассматриваемой тематике? Где были получены оригинальные статьи?
7. Какие из цитируемых работ наиболее близки по тематике Вашей работе?
8. Какие статистические методы были использованы при обработке полученных результатов?
9. Представлены ли результаты в научной периодике? Если да, то где именно.

#### **13.6.2. 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	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; 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; 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; 1– ВКР имеет некоторые структурные недостатки, есть отклонения в логике изложения и стиле; 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 50), в т.ч. зарубежных, умением критически оценивать материал; 1 – анализ материала, проведенный в рамках ВКР, является недостаточно глубоким и критическим, в работе использовано от 30 до 49 первоисточников; 0 – анализ материала, проведенный в рамках ВКР, является неглубоким и не критическим, в работе использовано менее 30 первоисточников
Стиль и логика изложения	2– изложение ВКР логично, доказательно, соответствует научному стилю; 1 – в ВКР есть отклонения в логике изложения и стиле; 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; 1 – цель ВКР в основном достигнута, но содержание и результаты работы отражают пути и методы ее достижения лишь отчасти; 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; 1 – во время защиты студент продемонстрировал недостаточно глубокие знания по теме выпускной работы, при представлении работы был частично привязан к конспекту доклада; 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	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.
Хорошо	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.
Удовлетворительно	Пороговый (базовый, допустимый) — обучающийся подготовлен к самостоятельной научно-исследовательской деятельности частично, фрагментарное и ситуативное проявление требует помощи при выполнении заданий.
Неудовлетворительно	Недопустимый уровень — обучающийся не способен к самостоятельной научно-исследовательской деятельности, допускает грубые профессиональные ошибки.

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

По всем критериям каждый член ГЭК 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 ГЭК.

В спорном случае решающий голос имеет председатель комиссии.

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	<i>Иевлев В.М. Тонкие пленки неорганических материалов: Механизм роста и субструктура : учеб. пособие / В.М. Иевлев. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2008. – 496 с.</i>
2	<i>Готтштейн Г. Физико-химические основы материаловедения / Г. Готтштейн ; пер. с англ. ; под ред. В.П. Зломанова. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2009. – 400с. - (Лучший зарубежный учебник).</i>
3	<i>Елисеев А.А. Функциональные наноматериалы / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин ; под ред. Ю.Д. Третьякова. - М. : Физматлит, 2010. - 456 с.</i>
4	<i>Неорганическая химия. Химия элементов: учебник в 2 т. / Ю. Д. Третьяков [и др.]. – 2-е изд.,</i>

	<i>перераб. и доп. – Москва : Издательство МГУ; Академкнига, 2007. – Т. 1. – 538 с.; Т. 2. – 670 с.</i>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5	<i>Третьяков Ю.Д. Введение в химию твердофазных материалов. / Ю.Д. Третьяков, В.П. Путляев. – М. : Наука, 2006. – 400 с. – (Серия: Классический университетский учебник).</i>
6	<i>Гусев А.И. Нанокристаллические материалы / А.И. Гусев, А.А. Ремпель. – М. : Физматлит, 2000. – 224 с.</i>
7	<i>Суздаев И.П. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаев. – М. : Комкнига, 2006. - 592 с.</i>
8	<i>Ржевская С.В. Материаловедение / С.В. Ржевская. - М. : Логос, 2006. – 424 с.</i>
9	<i>Головин Ю.И. Наноиндентирование и его возможности / Ю.И. Головин. – М. : Машиностроение, 2009. – 312 с.</i>
10	<i>Алымов М.И. Порошковая металлургия нанокристаллических материалов / М.И. Алымов. – М. : Наука, 2007. – 169 с.</i>
11	<i>Баринев С.М. Биокерамика на основе фосфатов кальция / С.М. Баринев, В.С. Комлев. – М. : Наука, 2005. – 205 с.</i>

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

№ п/п	Ресурс
12	<i>ЭБС Университетская библиотека. – URL: <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>.</i>
13	<i>Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a>.</i>
14	<i>Электронное издание химического факультета МГУ <a href="http://www.chemnet.edu.ru">http://www.chemnet.edu.ru</a></i>
15	<i>Интернет портал для химиков <a href="http://www.chemweb.com">http://www.chemweb.com</a></i>
16	<i>Интернет портал для химиков <a href="http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1946.html">http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1946.html</a></i>
17	<i>Интернет-ресурсы по методам химического анализа <a href="http://www.rusanalytchem.org">http://www.rusanalytchem.org</a></i>

Обучающийся дополнительно использует литературу, соответствующую тематике ВКР.

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

**13.9. Материально-техническое обеспечение:** Проектор, ноутбук, экран (для представления презентации)