

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»

---

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе



Ф.А. Колоколов

» \_\_\_\_\_ 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ:**  
**ВЫПОЛНЕНИЕ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ**  
**РАБОТЫ**

**Направление подготовки 28.03.02 Наноинженерия**

**Профиль подготовки – «Наноинженерия для химии, фармацевтики и биотехнологии»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«19» июня 2023 г.

Председатель

Н.А. Макаров

Москва 2023

Программа составлена к.т.н., доцентом, доцентом кафедры кибернетики химико-технологических процессов А.С. Скичко.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов «26» апреля 2023 г., протокол № 7.

## **1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

В соответствии с Законом РФ «Об образовании» государственная итоговая аттестация выпускников, завершающих обучение по программам высшего образования, в том числе по программам бакалавриата, является заключительным и обязательным этапом оценки содержания и качества освоения студентами основной образовательной программы по направлению 28.03.02 Наноинженерия, профиль «Наноинженерия для химии, фармацевтики и биотехнологии».

Государственная итоговая аттестация проводится в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися образовательной программы соответствующим требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 28.03.02 Наноинженерия, профиль «Наноинженерия для химии, фармацевтики и биотехнологии».

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат для направления подготовки бакалавров 28.03.02 Наноинженерия, профиль «Наноинженерия для химии, фармацевтики и биотехнологии», рекомендациями методической комиссии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Государственная итоговая аттестация «выполнение и защита выпускной квалификационной работы» относится к обязательной части образовательной программы и завершается присвоением квалификации «Бакалавр». Успешное прохождение государственной итоговой аттестации является основанием для выдачи обучающемуся документа о высшем образовании и о квалификации образца, установленного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

Государственная итоговая аттестация «выполнение и защита выпускной квалификационной работы» обучающихся по программе бакалавриата проводится в форме защиты выпускной квалификационной работы (ВКР).

Защита ВКР предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, физики, неорганической, органической, физической и коллоидной химии, биотехнологии, физико-химических основ нанотехнологии, математического моделирования нанопроцессов, нанометрологии, материаловедения наноматериалов и наносистем, методов оптимизации и планирования эксперимента, систем управления в наноинженерии, численных методов решения прикладных задач в наноинженерии и др.

**Цель государственной итоговой аттестации** – выявление уровня теоретической и практической подготовленности выпускника вуза к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 28.03.02 Наноинженерия, профиль «Наноинженерия для химии, фармацевтики и биотехнологии».

**Задачи государственной итоговой аттестации** – установление соответствия содержания, уровня и качества подготовки выпускника требованиям ФГОС ВО; мотивация выпускников на дальнейшее повышение уровня компетентности в избранной сфере профессиональной деятельности на основе углубления и расширения полученных знаний и навыков путем продолжения познавательной деятельности в сфере практического применения знаний и компетенций.

## **2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

К государственной итоговой аттестации допускается обучающийся, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план по направлению подготовки 28.03.02 Наноинженерия, профиль «Наноинженерия для химии, фармацевтики и биотехнологии».

У выпускника, освоившего программу бакалавриата, должны быть сформированы следующие **компетенции**:

**Универсальные компетенции:**

– УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

– УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

– УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде.

– УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах).

– УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах.

– УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.

– УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

– УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.

– УК-9. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности.

– УК-10. Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению.

**Общепрофессиональные компетенции:**

– ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.

– ОПК-2. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла объектов, систем и процессов.

– ОПК-3. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.

– ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

– ОПК-5. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии.

– ОПК-6. Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью на основе применения стандартов, норм и правил.

– ОПК-7. Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий.

**Профессиональные компетенции:**

– ПК-1. Способен использовать методики комплексного анализа структуры и свойств наноструктурированных материалов для испытаний инновационной продукции

наноиндустрии.

– ПК-2. Владеет основами фундаментальных знаний естественнонаучных и общеинженерных дисциплин, сопряжённых с областями применения наноинженерии согласно реализуемому профилю подготовки (химия, биотехнология, фармацевтика), и способен их использовать в профессиональной деятельности.

– ПК-3. Способен применять расчётно-теоретические методы для изучения и модификации свойств наноматериалов и наноструктур и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники.

Индикаторы достижения компетенций прописаны в основной характеристике образовательной программы.

В результате прохождения государственной итоговой аттестации (выполнения и защиты выпускной квалификационной работы) у студента проверяется сформированность указанных выше компетенций, а также следующих знаний, умений и навыков, позволяющих оценить степень готовности обучающихся к дальнейшей профессиональной деятельности. Студент должен:

*Знать:*

– порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;

– теоретические основы моделирования, оптимизации и управления нанопроцессами и наносистемами и применять эти знания на практике;

– численные методы решения математических задач для исследования процессов нанотехнологии и наноинженерии по теме выпускной квалификационной работы и комплексы программ, реализующие данные методы;

– основные требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада.

*Уметь:*

– самостоятельно выявлять перспективные направления научных исследований, обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость проблемы, проводить расчетно-экспериментальные исследования с использованием прикладного программного обеспечения, анализировать и интерпретировать полученные результаты;

– осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по теме выполняемой работы, в том числе с применением современных информационных технологий;

– работать на современных приборах, оборудовании, средствах компьютерной техники, организовывать проведение лабораторных и вычислительных экспериментов, проводить их обработку и анализировать результаты.

*Владеть:*

– методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы;

– навыками работы в коллективе, навыками планирования и организации коллективных научных исследований;

– современными методами исследования и анализа поставленных проблем;

– способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских работ.

### 3. ОБЪЕМ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Государственная итоговая аттестация проходит в 8 семестре на базе знаний, полученных студентами при изучении дисциплин направления 28.03.02 Наноинженерия, профиль «Наноинженерия для химии, фармацевтики и биотехнологии» и рассчитана на сосредоточенное прохождение в 8 семестре (4 курс) обучения в объеме 216 академических часов (6 ЗЕ).

Вид учебной работы	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость ГИА по учебному плану</b>	<b>6</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>6</b>	<b>216</b>
Выполнение, написание и оформление ВКР	6	215,33
Контактная работа – итоговая аттестация		0,67
<b>Вид контроля:</b>	<b>Защита ВКР</b>	

Вид учебной работы	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость ГИА по учебному плану</b>	<b>6</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>6</b>	<b>162</b>
Выполнение, написание и оформление ВКР	6	161,5
Контактная работа – итоговая аттестация		0,5
<b>Вид контроля:</b>	<b>Защита ВКР</b>	

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Государственная итоговая аттестация «выполнение и защита выпускной квалификационной работы» в форме защиты ВКР проходит в 8 семестре на базе знаний, умений и навыков, полученных студентами при изучении дисциплин направления 28.03.02 Наноинженерия, профиль «Наноинженерия для химии, фармацевтики и биотехнологии» и прохождения практик.

Государственная итоговая аттестация «выполнение и защита выпускной квалификационной работы» проводится государственной экзаменационной комиссией (ГЭК).

Контроль уровня сформированности компетенций обучающихся, приобретенных при освоении ООП, осуществляется путем проведения защиты ВКР и присвоения квалификации «Бакалавр».

Защита ВКР является обязательной процедурой итоговой государственной аттестации студентов высших учебных заведений, завершающих обучение по направлению подготовки бакалавриата. Она проводится публично на открытом заседании ГЭК в соответствии с локальными нормативными и распорядительными актами университета.

Материалы, представляемые к защите:

- выпускная квалификационная работа (пояснительная записка);
- задание на выполнение ВКР;
- отзыв руководителя ВКР;
- рецензия на ВКР;

- презентация (раздаточный материал), подписанная руководителем;
- доклад.

В задачи ГЭК входят выявление подготовленности студента к профессиональной деятельности и принятие решения о возможности выдачи ему диплома.

Решение о присуждении выпускнику квалификации бакалавра принимается на заседании ГЭК простым большинством при открытом голосовании членов комиссии на основании результатов итоговых испытаний. Результаты определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Обучающийся имеет право подать в апелляционную комиссию апелляцию о нарушении, по его мнению, установленной процедуры защиты выпускной квалификационной работы. Апелляция о несогласии с результатами защиты выпускной квалификационной работы не принимается.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

№	В результате прохождения государственной итоговой аттестации (выполнения выпускной квалификационной работы) у студента проверяется сформированность следующих знаний, умений и навыков, позволяющих оценить степень готовности обучающихся к дальнейшей профессиональной деятельности	Защита ВКР
<i>Знать:</i>		
1	порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области	+
2	теоретические основы моделирования, оптимизации и управления нанопроцессами и наносистемами и применять эти знания на практике	+
3	численные методы решения математических задач для исследования процессов нанотехнологии и наноинженерии по теме выпускной квалификационной работы и комплексы программ, реализующие данные методы	+
4	основные требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада	+
<i>Уметь:</i>		
5	самостоятельно выявлять перспективные направления научных исследований, обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость проблемы, проводить расчетно-экспериментальные исследования с использованием прикладного программного обеспечения, анализировать и интерпретировать полученные результаты	+
6	осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по теме выполняемой работы, в том числе с применением современных информационных технологий	+
7	работать на современных приборах, оборудовании, средствах компьютерной техники, организовывать проведение лабораторных и вычислительных экспериментов, проводить их обработку и анализировать результаты	+
<i>Владеть:</i>		
8	методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы	+
9	навыками работы в коллективе, навыками планирования и организации коллективных научных исследований	+

10	современными методами исследования и анализа поставленных проблем	+
11	способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских работ	+
В результате прохождения государственной итоговой аттестации у студента проверяется сформированность следующих компетенций:		
<b>Универсальных компетенций:</b>		
12	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	+
13	УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	+
14	УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	+
15	УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	+
16	УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	+
17	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	+
18	УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	+
19	УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	+
20	УК-9. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	+
21	УК-10. Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению	+
<b>Общепрофессиональных компетенций:</b>		
22	ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	+
23	ОПК-2. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла объектов, систем и процессов	+
24	ОПК-3. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	+
25	ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	+
26	ОПК-5. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	+
27	ОПК-6. Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью на основе применения	+

	стандартов, норм и правил	
28	ОПК-7. Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий	+
<b>Профессиональных компетенций:</b>		
29	ПК-1. Способен использовать методики комплексного анализа структуры и свойств наноструктурированных материалов для испытаний инновационной продукции нанотехнологий	+
30	ПК-2. Владеет основами фундаментальных знаний естественнонаучных и инженерных дисциплин, сопряжённых с областями применения нанотехнологий согласно реализуемому профилю подготовки (химия, биотехнология, фармацевтика), и способен их использовать в профессиональной деятельности	+
31	ПК-3. Способен применять расчётно-теоретические методы для изучения и модификации свойств наноматериалов и наноструктур и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 28.03.02 Нанотехнологии, профиль «Нанотехнологии для химии, фармацевтики и биотехнологии» государственная итоговая аттестация «выполнение и защита выпускной квалификационной работы» проведение практических и лабораторных занятий не предполагает.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 28.03.02 Нанотехнологии, профиль «Нанотехнологии для химии, фармацевтики и биотехнологии» государственная итоговая аттестация «выполнение и защита выпускной квалификационной работы» предполагает 216 акад. часов самостоятельной работы.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

### 8.1. Примерная тематика выпускных квалификационных работ

1. Разработка и тестирование новых заданий для лабораторных работ и практических занятий по дисциплинам направления 28.03.02.
2. Получение и исследование пленок для офтальмологии.
3. Моделирование нанокаталитических процессов и разработка компьютерных тестов в среде Moodle по дисциплине «Макрокинетика химических процессов».
4. Разработка программного комплекса для исследования характеристик нанопористых каналов.
5. Анализ и моделирование процесса ароматизации бутана на нанокатализаторах на основе модифицированных цеолитов.
6. Исследование биоразложения н-дibuтилфталата клетками, покрытыми магнитными наночастицами.
7. Анализ и моделирование процесса получения легких алкенов из метанола на нанокатализаторах на основе модифицированных цеолитов.
8. Разработка образовательных ресурсов по моделированию биохимических процессов по курсу «Молекулярная биофизика и бионанотехнологии».
9. Моделирование процесса селективного гидрирования ацетилена в ацетилен-этиленовых смесях на Pd-содержащих нанокатализаторах.

10. Моделирование процесса дегидрирования пропана на Pt-содержащих нанокатализаторах.
11. Моделирование кинетики блочной радиальной сополимеризации стирола с акрилатом кобальта в процессе получения кобальтосодержащего нанокompозита.
12. Моделирование и визуализация средствами Компас-3D гидродинамики в наноструктурах.
13. Исследование особенностей применения исполнительных устройств для управления процессами на наноуровне.
14. Исследование процесса гибели микроорганизмов в средах с наночастицами металлов.
15. Исследование кинетики синтеза углеродных нанотрубок каталитическим пиролизом метана на медно-кобальтовом катализаторе.
16. Разработка программных комплексов для тестирования студентов по методикам анализа качества наноматериалов согласно требованиям государственных стандартов в области наноиндустрии.
17. Моделирование процесса гидродинамики в многофлюидном элементе.
18. Моделирование процесса получения металлсодержащего полимерного нанокompозита на основе метилметакрилата.
19. Анализ и моделирование процесса получения металлсодержащего нанокompозита на основе структуры блок-сополимеров стирола.
20. Исследование процесса получения наночастиц серебра биологическим способом.
21. Моделирование процесса получения пропилена на высокоэффективных нанокатализаторах на основе модифицированных цеолитов типа MFI.
22. Исследование активности, селективности и стабильности цеолитных нанокатализаторов в реакции депарафинизации углеводородного сырья.
23. Разработка алгоритмов и программного приложения для расчета надежности комбинированных структур в наноинженерии.
24. Моделирование процесса дегидратации метанола на нанокатализаторах на основе высококремнистых алюмосиликатных композиций.
25. Исследование теплопроводности нанодисперсий оксидов металлов, углеродных нанотрубок.
26. Исследование и оптимизация процесса приготовления суспензии оксида магния на этиловом спирте с использованием планетарной мельницы PM 100.
27. Разработка информационной базы сенсоров на основе наноструктур золота.
28. Исследование способов управления потоком жидкости в нанофлюидных каналах.
29. Разработка и анализ опыта использования образовательных ресурсов для дисциплины «Методы диагностики и измерений в наноинженерии».
30. Анализ и моделирование процесса получения легких алкенов из метанола на нанокатализаторах на основе модифицированных цеолитов типа ZSM-5.

## **8.2. Текущий контроль выполнения выпускной квалификационной работы**

Текущий контроль выполнения ВКР осуществляется в три этапа и проводится в форме собеседования преподавателя и студента.

На 1-й контрольной точке преподаватель оценивает выполнение план-графика работы, понимание студентом цели и задач исследования, содержание аналитического обзора научно-технической литературы по теме ВКР.

На 2-й контрольной точке студент представляет аналитический обзор, результаты экспериментальной научной работы (или технологические расчеты), в случае отставания от графика выполнения работы преподаватель указывает на возможности их ликвидации.

На 3-й контрольной точке студент представляет практически законченную и оформленную работу и проект презентации. Назначается рецензент, составляется график защит ВКР и работа (или ее часть) передаются на проверку на объем заимствования.

### **8.3. Итоговый контроль освоения основной образовательной программы**

Итоговым контролем освоения образовательной программы является проверка сформированности компетенций выпускника, проводимая на защите ВКР. Особенности защиты ВКР обучающимся, не явившимся на заседание ГЭК, регламентируются Положением о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### ***Критерии для оценки выпускной квалификационной работы***

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

- постановка проблемы во введении соответствует современному состоянию и перспективам развития научных исследований по направленности (профилям) ООП ВО, носит комплексный характер и включает в себя обоснование актуальности, научной и практической значимости темы, формулировку цели и задач исследования, его объекта и предмета, обзор использованных источников и литературы;
- содержание и структура исследования соответствуют поставленным цели и задачам;
- изложение материала носит проблемно-аналитический характер, отличается логичностью и смысловой завершенностью;
- промежуточные и итоговые выводы работы соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;
- соблюдены требования к стилю и оформлению научных работ;
- публичная защита ВКР показала уверенное владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения;
- все текстовые заимствования оформлены достоверными ссылками, объем и характер текстовых заимствований соответствуют специфике исследовательских задач.

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

- введение включает все необходимые компоненты постановки проблемы, в том числе формулировку цели и задач исследования, его объекта и предмета, обзор использованных источников и литературы. Обоснование актуальности, научной и практической значимости темы не вполне соответствует современному состоянию и перспективам развития научных исследований по направленности (профилям) ООП ВО;
- содержание и структура работы в целом соответствуют поставленным цели и задачам;
- изложение материала не всегда носит проблемно-аналитический характер;
- промежуточные и итоговые выводы работы в целом соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;
- соблюдены основные требования к оформлению научных работ;
- публичная защита выпускной квалификационной работы показала достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко,

аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения;

– текстовые заимствования, как правило, оформлены достоверными ссылками, объем текстовых заимствований в целом соответствует специфике исследовательских задач.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется за ВКР при следующих условиях:

– введение включает основные компоненты постановки проблемы, однако в формулировках цели и задач исследования, его объекта и предмета допущены погрешности, обзор использованных источников и литературы носит формальный характер, обоснование актуальности, научной и практической значимости темы не соответствует современному состоянию и перспективам развития научных исследований по направленности (профилям) ООП ВО;

– содержание и структура работы не полностью соответствуют поставленным задачам исследования;

– изложение материала носит описательный характер, список цитируемых источников не позволяет качественно решить все поставленные в работе задачи;

– выводы работы не полностью соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;

– нарушен ряд основных требований к оформлению научных работ;

– в ходе публичной защиты проявилось неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы;

– значительная часть текстовых заимствований не сопровождаются достоверными ссылками, объем и характер текстовых заимствований лишь отчасти соответствуют специфике исследовательских задач.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется за ВКР при следующих условиях:

– введение работы не имеет логичной структуры и не выполняет функцию постановки проблемы исследования;

– содержание и структура работы в основном не соответствует теме, цели и задачам исследования;

– работа носит реферативный характер, список цитируемых источников является недостаточным для решения поставленных задач;

– выводы работы не соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;

– не соблюдены требования к оформлению научных работ;

– в ходе публичной защиты выпускной квалификационной работы проявилось неуверенное владение материалом, неумение формулировать собственную позицию;

– большая часть текстовых заимствований не сопровождаются достоверными ссылками, текстовые заимствования составляют большой объем работы и преимущественно являются результатом использования нескольких научных и учебных изданий.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Научно-технические журналы:

– «Российские нанотехнологии», ISSN (печатной версии): 1992-7223, ISSN (онлайновой версии): 1992-4068.

– «Наносистемы: физика, химия, математика», ISSN: 2305-7971.

– «Наноиндустрия», ISSN: 1993-8578.

- «Наноструктуры. Математическая физика и моделирование», ISSN: 2224-8412.
- «Нанотехнологии: разработка, применение – XXI век», ISSN: 2225-0980.
- «Нанотехнологии: наука и производство», ISSN: 2306-0581.
- «Нанотехника», ISSN: 1816-4409.
- «Nanotechnology», ISSN (Online): 1361-6528, ISSN (Print): 0957-4484.
- «Программные продукты и системы», ISSN (печатной версии): 0236-235X, ISSN (онлайн-версии): 2311-2735.
- «Интеллектуальные системы. Теория и приложения», ISSN: 2411-4448.
- «Стандарты и качество», ISSN: 0038-9692.
- «Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика», ISSN: 2073-0004.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- Официальный сайт «РХТУ им. Д.И. Менделеева» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://muctr.ru/> (дата обращения: 05.04.2023).
- Официальный сайт Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева. Подразделения. Факультет ЦиТХИн. Кафедра кибернетики химико-технологических процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://old.muctr.ru/univsubs/infacol/fvt/faculties/f2/> (дата обращения: 05.04.2023).
- Официальный сайт «Центр коллективного пользования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ckr-rf.ru> (дата обращения: 05.04.2023).
- Официальный сайт «Аэрогели» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aerogel-russia.ru> (дата обращения: 05.04.2023).
- Российский Электронный наножурнал. ООО «Парк-медиа». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nanojournal.ru> (дата обращения: 05.04.2023).
- Наномир – интернет-журнал о нанотехнологиях. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.miracle-uni.ru> (дата обращения: 05.04.2023).
- Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями темами. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://thesaurus.rusnano.com/> (дата обращения: 05.04.2023).
- Нанометр – нанотехнологическое сообщество. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nanometer.ru/> (дата обращения: 5.04.2023).
- Информационный портал RusNanoNet. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rusnanonet.ru> (дата обращения: 05.04.2023).
- Информационно-правовой портал «Гарант» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/> (дата обращения: 05.04.2023).

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева обеспечивает информационную поддержку всем направлениям деятельности университета, содействует подготовке высококвалифицированных специалистов, совершенствованию учебного процесса, научно-исследовательской работы, способствует развитию профессиональной культуры будущего специалиста.

ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по всем дисциплинам, практикам и ГИА основной образовательной программы и гарантирует возможность качественного освоения обучающимися образовательной программы по направлению 28.03.02 Наноинженерия. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ составляет на 01.01.2023 года 1727628 экз.

Информационно-библиотечный центр обеспечивает самостоятельную работу студентов в читальных залах, предоставляя широкий выбор литературы по актуальным

направлениям, а также обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Перечень оборудования для обеспечения проведения государственной итоговой аттестации: презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления).

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе**

Кафедра КХТП располагает компьютерными классами на 15 посадочных мест (ауд. 243а), 16 посадочных мест (ауд. 247), 3 учебно-научными лабораториями: лабораторией современных средств автоматизации, лабораторией математического моделирования и лабораторией гетерогенного катализа (физико-химическая лаборатория). Все лаборатории оснащены необходимыми приборами и аппаратами.

Лаборатория современных средств автоматизации (ауд. 244) оснащена:

- 1) двухпозиционной системой управления калорифером на базе ТРМ-2,
- 2) двухпозиционной системой регулирования температуры жидкости в емкости с мешалкой на базе 2ТРМ1,
- 3) трёхпозиционной системой регулирования температуры жидкости в ёмкости с мешалкой на базе ИРТ5920,
- 4) переносной трёхпозиционной системой регулирования температуры воздуха на базе ИРТ5920Н,
- 5) системой непосредственного цифрового управления калорифером с использованием БУСТ,
- 6) импульсной системой управления калорифером с использованием широтно-импульсной модуляции на базе ТРМ12-РiС,
- 7) микропроцессорной одноконтурной системой регулирования температуры на выходе из калорифера на базе ТРМ101,
- 8) микропроцессорной одноконтурной системой регулирования температуры жидкости в ёмкости на базе ТРМ101,
- 9) каскадной автоматической системой регулирования уровня на базе контроллера СуBro2,
- 10) микропроцессорной системой управления объектом периодического действия на базе программируемого логического контроллера ПЛК150,
- 11) микропроцессорной системой управления калорифером на базе программируемого логического контроллера ПЛК150,
- 12) микропроцессорной системой управления климатической камерой КК-350 ТХВ на базе программируемого логического контроллера ПЛК150.

Каждая установка имеет автоматизированное рабочее место, основу которого составляет ПК с системным блоком, напрямую соединённым через СОМ-порт с базовыми микропроцессорными устройствами. Все 12 ПК объединены в единую лабораторную сеть, имеют необходимое программное обеспечение и доступ в Интернет.

Лаборатория математического моделирования (ауд. 243) оснащена установками теплообмена, ректификации, абсорбции, кристаллизации, фазового равновесия, сушики, химическим реактором, мембранной установкой, азротенком.

Лаборатория гетерогенного катализа (физико-химическая лаборатория, ауд. 207) оснащена каталитической установкой для проведения химических реакций, насадочной ректификационной установкой Луммарк, газоанализатором ГИАМ-310-02-2-2, газовым хроматографом 3700 с двумя капиллярными и четырьмя насадочными колонками, ПИД регулятором одноканальным ТРМ-101-СС.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства**

На кафедре КХТП имеются в достаточном количестве персональные компьютеры, укомплектованные DVD-проигрывателями, USB-портами, принтерами и программными средствами; мультимедийное проекционное оборудование; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет; беспроводная точка доступа в локальную сеть и сеть Интернет.

На кафедре КХТП имеется проектор для демонстрации аудиовизуального материала на лекциях, научных семинарах и конференциях.

### **11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы**

Для организации самостоятельной работы обучающихся и подготовки ВКР доступны информационно-образовательные и информационно-справочные материалы, представленные в разделах 9 и 10. Организован доступ к свободно распространяемым образовательным порталам и сайтам для использования информационно-справочных ресурсов.

На кафедре КХТП используются информационно-методические материалы: инструкции по технике безопасности в лабораториях кафедры; учебные пособия; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки электронных изданий; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; справочные материалы.

На кафедре КХТП имеются электронные образовательные ресурсы: специализированное программное обеспечение; базы данных специализированного назначения.

#### 11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Windows 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License, Номер лицензии 62795478	24	Бессрочно
2	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License Номер лицензии 47837477	24	Бессрочно
3	Антиплагиат.ВУЗ	Контракт от 11.05.2023 № 19-343К/2023	Не ограничено, лимит проверок 10000	19.05.2024

#### 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов ГИА	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p><b>Раздел 1. Выполнение и представление результатов научных исследований.</b></p> <p>1.1. Выполнение научных исследований.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;</li> <li>– теоретические основы моделирования, оптимизации и управления нанопроцессами и наносистемами и применять эти знания на практике;</li> <li>– численные методы решения математических задач для исследования процессов нанотехнологии и наноинженерии по теме выпускной квалификационной работы и комплексы программ, реализующие данные методы;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– самостоятельно выявлять перспективные направления научных исследований, обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость проблемы, проводить расчетно-экспериментальные исследования с использованием прикладного программного обеспечения, анализировать и интерпретировать полученные результаты;</li> <li>– осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по теме выполняемой работы, в том числе с применением современных информационных технологий;</li> <li>– работать на современных приборах, оборудовании, средствах компьютерной техники, организовывать проведение лабораторных и</li> </ul>	<p>Оценка за первое и второе промежуточные представления результатов научных исследований.</p> <p>Оценка на ГИА.</p>

Наименование разделов ГИА	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<p>вычислительных экспериментов, проводить их обработку и анализировать результаты;</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы;</li> <li>– навыками работы в коллективе, навыками планирования и организации коллективных научных исследований;</li> <li>– современными методами исследования и анализа поставленных проблем;</li> <li>– способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских работ.</li> </ul>	
<p><b>Раздел 1. Выполнение и представление результатов научных исследований.</b> 1.2. Подготовка научного доклада и презентации.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских работ.</li> </ul>	<p>Оценка за третье промежуточное представление результатов научных исследований. Оценка на ГИА.</p>

### **13. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе  
«Государственная итоговая аттестация: выполнение и защита выпускной  
квалификационной работы

**основной образовательной программы**

28.03.02 Наноинженерия

Профиль «Наноинженерия для химии, фармацевтики и биотехнологии»

Форма обучения: очная

Номер изменения/дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
2		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
3		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

