

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
физической химии



Козадеров О.А.

10.04.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
компонента программы аспирантуры

Научный компонент

- 1. Код и наименование группы научных специальностей:** 1.4 Химические науки
- 2. Научная специальность:** 1.4.6. Электрохимия
- 3. Профиль подготовки:** Электрохимия
- 4. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** физической химии
- 5. Составители программы:** Козадеров Олег Александрович, д.х.н., доцент
- 6. Рекомендована:** научно - методическим Советом химического факультета от 27.03.25, протокол № 10-03
- 7. Учебный год:** 2025/2026, 2026/2027, 2027/2028, 2028/2029 **Семестр(ы):** 1-8

8. Цели и задачи компонента программы аспирантуры:

Целями освоения являются:

- закрепление и углубление теоретической подготовки обучающегося в области Электрохимии;
- приобретение обучающимся практических навыков и компетенций в сфере научно-исследовательской деятельности;
- получение профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности;
- подготовка публикаций и (или) заявок на патенты на изобретения, полезные модели, промышленные образцы, селекционные достижения, свидетельства о государственной регистрации программ для электронных вычислительных машин, баз данных, топологий интегральных микросхем, предусмотренных абзацем четвертым пункта 5 федеральных государственных требований

Задачи научного компонента программы аспирантуры:

- изучение специальной литературы и другой научно-технической информации, достижений отечественной и зарубежной науки и техники в соответствии с темой научно-квалификационной работы (диссертации);
- проведение научных исследований в соответствии с темой диссертации;
- освоение современной научной аппаратуры;
- обучение современным компьютерным технологиям сбора и обработки информации.

9. Составляющие научного компонента программы аспирантуры:

В соответствии с учебным планом научный компонент включает следующие элементы:

- 1.1. Научную деятельность, направленную на подготовку диссертации к защите;
- 1.2. Подготовку публикаций и(или) заявок на патенты;
- 1.3. Промежуточную аттестацию по этапам выполнения научного исследования

10. Планируемые результаты обучения (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения программы (компетенциями):

Код	Название компетенции	Планируемые результаты обучения
НК-1	Способность применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных	Знать: основные законы химии. Уметь: применять основные законы химии для интерпретации экспериментальных результатов. Владеть: навыками поиска информации в базах данных.
НК-2	Владение навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами химии, владение навыками работы на современной научной аппаратуре при проведении химических экспериментов	Знать: основные экспериментальные методы исследования в химии. Уметь: планировать эксперимент в области физической химии и самостоятельно получать новые научные результаты. Владеть: навыками использования современного научного оборудования для выполнения исследований по тематике диссертационной работы, в том числе в ЦКПНО.
НК-3	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области физической химии с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знать: основные требования, предъявляемые к уровню научных исследований на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности - физическая химия. Уметь: самостоятельно выбирать подходящие методы исследований и осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области физической химии с использованием современных

		методов исследования и информационно-коммуникационных технологий. Владеть навыками самостоятельного осуществления научно-исследовательской деятельности в области электрохимии с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.
--	--	--

11. Объем в зачетных единицах/час. — 210 / 7560.

Форма промежуточной аттестации зачет (1, 3, 5, 7 семестры)
зачет с оценкой (2, 4, 6, 8 семестры)

12. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость								
	Всего	По семестрам							
		1 се-местр	2 се-местр	3 се-местр	4 се-местр	5 се-местр	6 се-местр	7 се-местр	8 се-местр
Всего часов	7560	792	1080	792	1008	972	1188	756	972
в том числе:									
Лекционные занятия (контактная работа)	28	4	6	2	2	4	4	2	4
Самостоятельная работа	7532	788	1074	790	1006	968	1184	754	968
Форма промежуточной аттестации		За-чет	За-чет с оценкой	За-чет	За-чет с оценкой	За-чет	За-чет с оценкой	За-чет	За-чет с оценкой

13. Содержание этапов научного компонента

№ п/п	Наименование раздела (этапа)	Содержание этапа
1	Научная деятельность, направленная на подготовку диссертации на соискание ученой степени кандидата наук	1. Совместное с научным руководителем обоснование актуальности, выбор объекта и предмета исследования, постановка цели и задач исследования. 2. Информационный поиск по теме диссертации. 3. Совместные с научным руководителем подбор и (или) разработка методик эксперимента, выделение этапов проведения исследования. 4. Проведение теоретической и экспериментальной работы по теме исследования (диссертации). 5. Анализ результатов эксперимента, подбор методов обработки результатов, оценка их достоверности и достаточности для работы над диссертацией. 6. Написание диссертации на соискание научной степени кандидата наук. 7. Оформление диссертации на соискание научной степени кандидата наук
2	Подготовка публикаций по основным научным результатам диссертации	Подготовка публикаций, в которых излагаются основные научные результаты диссертации, в рецензируемых научных изданиях, в приравненных к ним научных изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus и международных базах данных, определяемых в соответствии с рекомендацией Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, а также в научных изданиях, индексируемых в наукометрической базе данных Russian Science Citation Index (RSCI), и (или) заявок на патенты на изобретения.

14. Методические указания по выполнению этапов научного компонента:

1. Совместное с научным руководителем обоснование актуальности, выбор объекта и предмета исследования, постановка цели и задач исследования. При выборе темы исследования аспирант должен основываться на современном состоянии науки и принимать во внимание паспорт научной специальности.

Тема исследования может включать один или несколько пунктов из области исследования электрохимии:

- Термодинамические и транспортные свойства ионных систем, электрон- или ионпроводящих полимеров, интеркаляционных соединений; гомогенные химические реакции с переносом заряда.
- Структура заряженных межфазных границ. Теория двойного электрического слоя. Динамика процессов на межфазных границах (макрокинетика электродных процессов, кинетика адсорбционных и хемосорбционных процессов, теория переноса электрона и ионов через границу раздела фаз, электрохимическая интеркаляция).
- Электрокатализ.
- Механистические и молекулярные аспекты многостадийных электродных процессов с участием неорганических, металлоорганических и органических веществ; синтетические приложения.
- Электрохимическая генерация, передача и хранение энергии; оптимизация электролитов, электродных материалов, сепараторов и мембран.
- Равновесные и динамические явления на полупроводниковых электродах, в сенсифицированных наноразмерных системах и наногетерогенных композициях. Фотоэлектрохимические процессы и устройства.
- Электрохимические аспекты коррозии и защиты от коррозии; пассивность; теория и приложение процессов образования и растворения фаз (электроосаждение, электрополировка, электрохимическое формообразование, микро- и наноструктурирование).
- Фундаментальные и прикладные аспекты процессов, составляющих основу электрохимических производств. - Теория, исследование и моделирование химических источников тока и топливных элементов, суперконденсаторов, электрохромных систем, электрохимических сенсоров, электролизеров, электродиализаторов и др. устройств и реакторов.
- Редокс-процессы с участием компонентов биологических систем; электрохимия биомембран и их моделей; электрохимические биосенсоры; приложения электрохимических методов в биологии и медицине.
- Микро- и наноэлектрохимия, электрохимическая нанотехнология. Электросинтез функционального назначения.
- Теоретические основы электрохимических, электроаналитических и комбинированных методов. Цели и задачи исследования формулируются на основе выбранной темы.

2. Информационный поиск по теме диссертации. На данном этапе аспирант изучает статьи в реферируемых журналах, монографии и учебники, государственные отраслевые стандарты, отчеты НИР, теоретические и технические публикации, патентную информацию, касающиеся темы исследования. Возможно использование следующих методов поиска литературы: использование библиотечных каталогов и указателей, межбиблиотечный абонемент, реферативные журналы, автоматизированные средства поиска, просмотр периодической литературы.

3. Совместные с научным руководителем подбор и (или) разработка методик эксперимента, выделение этапов проведения исследования.

4. Проведение теоретической и экспериментальной работы по теме исследования (диссертации).

5. Анализ результатов эксперимента, подбор методов обработки результатов, оценка их достоверности и достаточности для работы над диссертацией.

6. Написание диссертации на соискание научной степени кандидата наук.

7. Оформление диссертации на соискание научной степени кандидата наук в соответствии с требованиями законодательства.

15. Перечень литературы, ресурсов интернет, необходимых для выполнения этапов научного компонента

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Дамаскин Б.Б. Электрохимия : [учебное пособие для студ., обуч. по направлению подгот. "Химия"] / Б.Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина .— Изд. 3-е, испр. — Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2015 .— 670 с.
2	Борисов, И. М. Введение в физическую химию [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Борисов И. М. Санкт-Петербург : Лань, 2023. 216 с. ISBN 978-5-507-46841-6.
3	Буданов, В. В. Химическая термодинамика [Электронный ресурс] / Буданов В. В., Максимов А. И. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2022. 320 с. ISBN 978-5-8114-2271-5.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Еремин В.В. Основы общей и физической химии : учеб.пособие для студ. высш. учеб. заведений, обуч. по направлению «Химия» / В.В. Еремин, А.Я. Борщевский. – Долгопрудный : Интеллект, 2012. – 847с.
5	Краткий справочник физико-химических величин / под ред. А.А. Равделя, А.И. Пономаревой. — М. : Вербум-М, 2008. — 230 с.
6	Колесникова, Наталия Ивановна. От конспекта к диссертации : учебное пособие по развитию навыков письменной речи / Н.И. Колесникова. — 3-е изд., испр. — М. : Флинта : Наука, 2002. — 287 с

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

№ п/п	Ресурс
7	Полнотекстовые базы данных и ресурсы, доступ к которым обеспечен из сети ВГУ (сайт научной библиотеки ВГУ, URL: http://www.lib.vsu.ru): ЭБС Университетская библиотека онлайн http://biblioclub.ru
8	Научная электронная библиотека РФФИ (http://elibrary.ru)
9	Базы данных: Academia, Google Scholar

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Сборник примеров и задач по электрохимии : учебное пособие / [А.В. Введенский и др.] .— Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2018. — 204 с.
2	Введенский А.В. Кинетика электрохимических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов : Ч. 1. Стадия переноса заряда; Воронеж. гос. ун-т. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2017.
3	Введенский А.В. Кинетика электрохимических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов : Ч. 2. Стадии диффузии и химической реакции; Воронеж. гос. ун-т. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2017.
4	Введенский А.В. Физикохимия процессов адсорбции [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие ; Воронеж. гос. ун-т. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019.
5	Гиссин, В.И. Планирование эксперимента и обработка результатов : учебное пособие : [16+] / В.И. Гиссин ; Министерство образования и науки РФ, Ростовский государственный экономический университет (РИНХ). — Ростов-на-Дону : Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2018. — 131 с. — Режим доступа: по подписке. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=567016 – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7972-2431-0. – Текст : электронный.

17. Образовательные технологии, используемые при выполнении научного компонента, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации учебной дисциплины используются классические образовательные технологии без замены аудиторных занятий (лекции) на ДОТ. Проведение текущей аттестации осуществляется в устной форме в виде промежуточных отчетов в свободной форме и собеседования по результатам научно-исследовательской деятельности для контроля самостоятельной работы обучающегося. Элементы электронного обучения и различные дистанционные образовательные технологии, позволяющие обеспечивать опосредованное взаимодействие (на расстоянии) преподавателей и обучающихся, включая инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), проведение вебинаров, видеоконференций (в том числе с применением сервисов Zoom, Discord и др.), взаимодействие в соцсетях, посредством электронной почты, мессенджеров могут быть использованы при работе со студентами с ограниченными возможностями или при проведении тестирования по курсу

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционные занятия Учебная (лекционная) аудитория 167 (семестр 3): типовое оборудование учебной аудитории, доска, ноутбук, проектор, экран.
Самостоятельная работа - научно-исследовательская деятельность Лабораторный практикум по термодинамике и кинетике (семестр 3) - лаб. 176. Доска меловая, ученические и химические лабораторные столы, химические реактивы и химическая посуда, шкаф вытяжной, водяная баня, термостат, электроплитка, весы аналитические, мультиметры, источники питания, Учебно-лабораторный комплекс «Физическая и коллоидная химия»: модуль «Термодинамика», модуль «Фазовое равновесие», модуль «Кинетика».

Лабораторный практикум по электрохимии (семестр 4) - лаб. 177. Доска меловая, ученические и химические лабораторные столы, химические реактивы и химическая посуда, шкаф вытяжной, реактивы, весы аналитические, мультиметры, источники питания, потенциостат-гальваностат IPC-compact, компьютеры, учебно-лабораторный комплекс «Электрохимия».
Научные лаборатории кафедры физической химии, оснащенные оборудованием: Аквадистилляторы, водяные бани, сушильные шкафы, вытяжные шкафы, весы электронные, потенциостаты, гальваностаты, источники постоянного тока, генераторы переменного тока, вольтметры, иономеры, микроскопы, регистраторы, осциллографы
Обеспечение лабораторного практикума - Лаборантская (лаб. 174): химические реактивы, оборудование и химическая посуда, аквадистиллятор.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся, ауд. 271 - Дисплейный класс. Учебная мебель, компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ - 12 шт, принтер лазерный HP - 3 шт, мультимедиа-проектор 2 шт, ноутбук, экран на треноге

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Оценочные средства
1	Научная деятельность, направленная на подготовку диссертации на соискание ученой степени кандидата наук	НК-1, НК-2, НК-3, НК-4	Промежуточный отчет научному руководителю о проделанной работе
2	Подготовка публикаций по основным научным результатам диссертации	НК-1, НК-2, НК-3, НК-4	Промежуточный отчет научному руководителю о проделанной работе
Промежуточная аттестация зачет (1, 3, 5, 7 семестры) зачет с оценкой (2, 4, 6, 8 семестры)			Отчет по итогам научно-исследовательской деятельности (НИД); Научные публикации, содержащие результаты научно-исследовательской деятельности

20. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

20.1. Текущий контроль

Текущая аттестация проводится в форме промежуточного отчета научному руководителю о проделанной работе. Отчет должен содержать следующие составляющие: обработанный и систематизированный литературный материал по тематике НИД; экспериментальную часть: основные методики проведения исследования, статистической обработки, полученные результаты и их анализ с привлечением данных литературы; заключение, выводы; список литературных источников. Отчет подписывается руководителем с указанием оценки.

Для оценивания результатов текущей аттестации используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Работа выполнена в полном объеме и в соответствии с утвержденным графиком. Подготовленные отчетные материалы содержат все составляющие.	Повышенный уровень	Отлично
Работа выполнена в соответствии с утвержденным графиком. Подготовленные отчетные материалы и представленный доклад	Базовый уровень	Хорошо

не соответствует требованиям. Обучающийся допускает незначительные нарушения в последовательности изложения, небольшие неточности при формулировке выводов		
Подготовленные отчетные материалы имеют ряд недочетов по объему, необходимым элементам и качеству представленного материала.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Работа не выполнена. Обучающийся не выполнил план работы. В представленных отчетных материалах отсутствуют необходимые элементы.	–	Неудовлетворительно

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

1. Отчет по итогам научно-исследовательской деятельности (НИД).

2. Научные публикации, содержащие результаты прохождения научно-исследовательской деятельности: статьи, тезисы докладов, дипломы, свидетельства участника научных конференций.

Содержание (структура) отчета:

В результате прохождения НИД обучающийся предоставляет отчет. Отчет должен содержать следующие составляющие: обработанный и систематизированный литературный материал по тематике НИД; экспериментальную часть: основные методики проведения исследования, статистической обработки, полученные результаты и их анализ с привлечением данных литературы; заключение, выводы; список литературных источников. Отчет обязательно подписывается руководителем с указанием оценки. Результаты прохождения НИД докладываются аспирантом на заседании кафедры в виде устного сообщения с демонстрацией презентации на заседании кафедры. По итогам доклада аспиранта, с учетом отзыва научного руководителя, выставляется зачет и (или) оценка.

При оценивании подготовки публикаций по основным научным результатам диссертации аспирант предоставляет копии статей (или подготовленные и отправленные статьи), в которых излагаются основные научные результаты диссертации, в рецензируемых научных изданиях, в приравненных к ним научных изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus и международных базах данных, определяемых в соответствии с рекомендацией Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, а также в научных изданиях, индексируемых в наукометрической базе данных Russian Science Citation Index (RSCI), и (или) заявки на патенты на изобретения. Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения. Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Предоставлены копии статей (или подготовленные и отправленные статьи), в которых излагаются основные научные результаты диссертации, в рецензируемых научных изданиях, в приравненных к ним научных изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus и международных базах данных, определяемых в соответствии с рекомендацией Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, а также в научных изданиях, индексируемых в наукометрической базе данных Russian Science Citation Index (RSCI), и (или) заявки на патенты на изобретения	Базовый уровень	Зачтено
Не предоставлены копии статей (или подготовленные и отправленные статьи), в которых излагаются основные научные результаты диссертации, в рецензируемых научных изданиях, в приравненных к ним научных изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus и международных базах данных, определяемых в соответствии с рекомендацией Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, а также в научных изданиях, индексируемых в наукометрической базе данных Russian Science Citation Index (RSCI), и (или) заявки на патенты на изобретения	–	Незачтено

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется 4- балльная шала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Работа выполнена в полном объеме и в соответствии с утвержденным графиком. Подготовленные отчетные материалы содержат все составляющие.	Повышенный уровень	Отлично
Работа выполнена в соответствии с утвержденным графиком. Подготовленные отчетные материалы и представленный доклад не соответствует требованиям. Обучающийся допускает незначительные нарушения в последовательности изложения, небольшие неточности при формулировки выводов	Базовый уровень	Хорошо
Подготовленные отчетные материалы имеют ряд недочетов по объему, необходимым элементам и качеству представленного материала.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Работа не выполнена. Обучающийся не выполнил план работы. В представленных отчетных материалах отсутствуют необходимые элементы.	–	Неудовлетворительно