

УТВЕРЖДЕНА

заместитель директора  
по образовательной деятельности  
АНОО ВО «Университет «Сириус»

  
О. Д. Федоров

«12» мая 2026 г.



## ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

для поступающих на обучение по образовательной программе  
высшего образования – программе подготовки научных и научно-педагогических  
кадров в аспирантуре по научной специальности

### 1.4.4 «Физическая химия»

**СОГЛАСОВАНО:**

Исполнительный директор  
Научного центра генетики и наук о жизни



А. Э. Сазонов

Руководитель приёмной комиссии



Б. Е. Кадлубович

Федеральная территория «Сириус»

2026

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа вступительных испытаний предназначена для лиц, поступающих на обучение по образовательной программе высшего образования – программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.4.4 «Физическая химия».

В программу вступительных испытаний включено описание форм и процедур вступительных испытаний, представлено содержание тем и критерии оценки.

Вступительные испытания проводятся в следующей форме:

- письменный экзамен;
- резюме;
- исследовательское предложение.

Письменное вступительное испытание оценивается по 30-балльной шкале. Резюме и исследовательское предложение оцениваются по 10-балльной шкале. Язык проведения письменного экзамена – русский, материалы резюме и мотивационного эссе принимаются на русском языке.

Проведение вступительных испытаний осуществляется с применением дистанционных технологий.

Продолжительность письменного экзамена: 120 минут.

## 1. Цель и задачи вступительных испытаний.

Цель проведения вступительных испытаний – отбор наиболее подготовленных поступающих на обучение по образовательной программе 1.4.4 «Физическая химия», в том числе определение уровня их готовности к самостоятельной научной и проектной деятельности.

Основные задачи вступительных испытаний:

- выявление и оценка уровня сформированности общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций поступающего;
- определение уровня готовности к работе и проектной деятельности в компаниях и на производствах и, а также научно-исследовательской деятельности в рамках НИОКР.
- выяснение познавательной и мотивационной сферы поступающего;
- выявление научных и профессиональных интересов;
- определение уровня научно-технической эрудиции и языковой подготовки поступающего.

Целью вступительных испытаний является проверка следующих знаний и умений:

- знание базовых законов, терминов, определений и т.д.
- умение планировать эксперимент, определять цели и задачи исследования, объяснять актуальность научной проблематики, интерпретировать результаты;
- знание на базовом уровне английского языка (чтение научной литературы), базовыми инструментами поиска научной информации в сети интернет, основными методами статистической обработки данных.

## **2. Содержание основных тем вступительных испытаний**

### **2.1. Строение вещества:**

Введение в квантовую механику. Уравнение Шредингера для атома водорода и схема его решения. Атомные орбитали. Правила отбора. Эффект Зеемана. Состояние атома водорода в магнитном поле. Уравнение Шредингера для многоэлектронного атома. Момент количества движения электрона. Орбитальный и спиновый моменты. Полный момент. Квантовые числа. Атомные спектры. Построение волновой функции молекулы путем линейной комбинации атомных орбиталей (метод МО ЛКАО). Связывающие и разрыхляющие молекулярные орбитали. Молекулярные термы и их симметрия. Гомеоплярная или ковалентная связь. Ионная связь. Условие образования химической связи и принцип Паули. Метод валентных связей. Понятие валентности. Гибридизация атомных орбиталей. Гибридизация s- и p- орбиталей в атоме углерода.

### **2.2. Химическая термодинамика:**

Параметры состояния и функции состояния термодинамических систем. Уравнения состояния идеального и реального газов. Первый закон термодинамики. Теплоты химических реакций. Теплоты фазовых превращений. Энергия химических связей. Зависимость теплоты процесса от температуры. Термодинамическая вероятность состояния системы. Теплоемкость твердого тела (теория Дебая и Эйнштейна). Второй закон термодинамики. Энтропия. Статистический характер второго закона. Статистический метод расчета энтропии идеального газа. Статистический метод расчета термодинамических функций идеального газа. Гомогенные и гетерогенные системы. Равновесия между фазами в однокомпонентной системе. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Многокомпонентные системы. Правило фаз Гиббса. Влияние давления на температуру фазового превращения твердого тела. Закон Рауля. Идеальные растворы.

### **2.3. Химическая кинетика:**

Диффузия и теплопроводность. Коэффициенты диффузии и теплопроводности. Электропроводность (удельная и эквивалентная). Подвижность ионов, числа

переноса. Вязкость. Уравнение Стокса-Эйнштейна. Кинетика образования новой фазы. Скорость реакции. Константа скорости. Порядок реакции. Реакции простых типов. Параллельные и автокаталитические реакции. Теория активных соударений. Уравнение Аррениуса. Теория активированного комплекса. Поверхность потенциальной энергии и координата реакции. Вывод кинетических уравнений для бимолекулярных реакций. Теории мономолекулярных реакций. Последовательные реакции. Метод стационарных концентраций и его применение для анализа реакций. Понятие лимитирующей стадии. Цепные и радикальные реакции. Термическое, индуцированное и каталитическое зарождение цепей. Обрыв цепи в объеме, на поверхности и в реакциях с ингибиторами. Кинетические уравнения неразветвленных цепных реакций. Типичные механизмы процессов галоидирования, полимеризации. Общее понятие о механизме каталитического действия. Гетерогенный катализ.

#### **2.4. Физическая химия твердых тел:**

Идеальное твердое тело. Понятие об элементарной ячейке. Ближний и дальний порядок. Координационные числа. Типы кристаллических решеток (сингония). Типы связей в кристаллах. Молекулярная решетка. Понятие о Вандер-дер-Ваальсовых радиусах. Ионные решетки. Энергия ионной решетки. Постоянная Маделунга. Понятие об энергетических зонах. Проводимость металлов и полупроводников с точки зрения зонной теории. Атомарные и ковалентные решетки. Основные типы дефектов кристаллической решетки. Понятие о стеклообразном состоянии. Основные особенности реакций в твердой фазе. Топохимические реакции. Реакции в дисперсных системах.

#### **2.5. Высокомолекулярные соединения:**

Определение полимера. Основные типы полимеров. Молекулярные массы и молекулярно-массовые распределения. Конформационная изомерия и конформация макромолекулы. Классификация основных методов получения полимеров. Радикальная полимеризация. Ионная полимеризация. Поликонденсация. Химические превращения полимеров. Важнейшие свойства полимерных веществ. Основы статистики полимерных цепей. Термодинамика растворов полимеров. Гидродинамические и оптические методы исследования полимеров. Особенности

исследования растворов полиэлектролитов. Структура и основные физические свойства полимерных тел. Высокоэластическое, стеклообразное и вязко-текучее состояние. Методы исследования химического строения полимеров. Роль полимеров в живой природе и их значение как промышленных материалов.

## **2.6. Биологические полимеры и наноструктуры:**

Синтетические полимеры с собственной биологической активностью. Полимеры-носители биологически активных веществ. Молекулярное конструирование биологически активных полимеров. Физико-химические свойства биоматериалов. Биосовместимость. Бионанотехнология. Методы конструирования и анализа наноструктур. Методы визуализации наноструктур. Доклинические и клинические исследования биоматериалов. Наночастицы в биомедицине для диагностики, профилактики и лечения заболеваний. Вирусы, бактериофаги, рекомбинантные вирусы и вирусоподобные частицы в бионанотехнологии. Биоматериалы для доставки генетического материала в клетки для генной иммунизации и генной терапии. Рекомбинантные бактерии и вирусы. мРНК вакцины. Субъединичные и пептидные вакцины. Персонализированная и превентивная медицина.

## **2.7. Физические методы исследования вещества:**

Методы исследования электрических и магнитных свойств молекул, диэлектрической поляризации, молекулярной рефракции и восприимчивости. Оптическая спектроскопия в видимой, ИК- и УФ-областях. Спектроскопия комбинационного рассеяния. Основные типы спектров. Вращательные, колебательные и электронные спектры, комбинационное рассеяние. Физические основы электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Масс-спектроскопия и фотоэлектронная спектроскопия. Основы рентгеноструктурного анализа. Оптические методы исследования вещества. Основы метода атомно-силовой микроскопии (АСМ). Механические и теплофизические методы исследования полимерных материалов.

### **3. Демонстрационный вариант вступительных испытаний**

#### **3.1 Вопросы с развёрнутым ответом (Максимально до 10 баллов каждый ответ).**

1. Параметры состояния и функции состояния термодинамических систем.
2. Метод стационарных концентраций и его применение для анализа реакций.
3. Физические основы электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), ядерного магнитного резонанса (ЯМР).

### **4. Требования к структуре и содержанию резюме**

Резюме, самостоятельно составленное поступающим, должно быть предоставлено на русском языке, объем – не менее 1 и не более 5 машинописных страниц, шрифт Times New Roman прямого начертания, кегль (размер) шрифта 12, междустрочный интервал – полуторный.

Резюме должно содержать следующую информацию:

- 1) Личную информацию и контактные данные поступающего;
- 2) Фотографию поступающего;
- 3) Сведения об имеющемся у поступающего образовании;
- 4) Опыт работы поступающего;
- 5) Результаты общественной, научной и профессиональной деятельности поступающего (членство в объединениях, организация, опыт волонтерской деятельности, участие в НИР, грантах, значимых проектах);
- 6) Ключевые индивидуальные достижения поступающего;
- 7) Сведения о квалификации и имеющихся у поступающего практических навыках;
- 8) Сведения об уровне владения иностранными языками;
- 9) Список публикаций и объектов интеллектуальной собственности (при наличии);
- 10) Информация о выпускной квалификационной (научно-исследовательской)

работе поступающего (тема, краткая аннотация, объемом не более 200 слов);

11) Информация о хобби и увлечениях поступающего.

Допускается приводить названия публикаций, грантов, проектов, сертификатов на языке, использованном в оригинале. Перевод в этом случае не обязателен.

При оценке резюме экзаменационная комиссия учитывает индивидуальные достижения, подтвержденные документами, приложенными к заявлению о приеме, в соответствии с пунктом 3.17 Правил.

Максимальная оценка за резюме 10 (десять) баллов, минимальная – 6 (шесть) баллов.

## 5. Требования к исследовательскому предложению

Исследовательское предложение должно быть составлено поступающим самостоятельно на русском языке, рекомендуемый объем – не менее 2 и не более 5 страниц, шрифт Times New Roman прямого начертания, кегль (размер) шрифта 12, междустрочный интервал – полуторный. Примерная форма исследовательского предложения:

### Исследовательское предложение по теме научного исследования

---

(наименование темы)

Я, \_\_\_\_\_, хочу принять участие в конкурсе на обучение по образовательной программе высшего образования – программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре АНОО ВО «Университет «Сириус» по научной \_\_\_\_\_ специальности: \_\_\_\_\_ (далее – программам аспирантуры).

Выбор обозначенной программы аспирантуры обусловлен (*указать причины, которые побудили принять решение о выборе именно этой научной специальности и темы научного исследования; почему выбран именно АНОО ВО «Университет «Сириус», что знаете о нем, о научном центре (коллективе), реализующем соответствующую программу аспирантуры, об их достижениях и направлениях исследований, о лабораторном комплексе АНОО ВО «Университет «Сириус», о федеральной территории «Сириус»*);

*Необходимо:*

*- провести оценку актуальности выбранной научной специальности, состояния и перспективы проведения научного исследования по выбранной тематике в рамках обучения в Университете и для страны в целом;*

*- раскрыть предложения, которые планируется реализовать в рамках научного исследования и предполагаемые результаты, которых планирует достичь;  
- указать каким образом поможет имеющийся научный и (или) практический опыт и планы на будущее, при условии успешного завершения аспирантуры.*

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_  
20\_\_\_\_ г.

Максимальная оценка за исследовательское предложение – 10 (десять) баллов, минимальная – 7 (семь) баллов.

## **6. Литература для подготовки к вступительным испытаниям**

### **а. Основная**

1. Конюхов В. Ю., Попов К. И. Физическая и коллоидная химия. В 2 ч. Часть 1. Физическая химия. – Москва: Юрайт, 2024.
2. Борисов И. М. Введение в физическую химию. – Санкт-Петербург: Лань, 2026.
3. Atkins P., de Paula J., Ratcliffe G., Wormald M. Physical Chemistry for the Life Sciences. – 3rd ed. – Oxford: Oxford University Press, 2023.
4. Павлов В. П., Хохлов А. Ф. Физика твердого тела: базовая программа. – Москва: Высшая школа, 2024.
5. Казин В. Н. Физико-химические методы анализа. – Москва: Высшее образование, 2022.
6. Ермаков А. И. Квантовая механика и квантовая химия. В 2 ч. Часть 1. Квантовая механика: учебник и практикум для вузов. – Москва: Юрайт, 2022.
7. Фомин В. М. Химическая кинетика и катализ. – Санкт-Петербург: Лань, 2024.
8. Бадаев Ф. З. Химическая кинетика: учебник и практикум для вузов. – Москва: Юрайт, 2026.
9. Леонович А. А. Физика и химия полимеров: учебное пособие для вузов. – Санкт-Петербург: Лань, 2023.

10. Высокомолекулярные соединения: учебник и практикум для вузов / под ред. А. Б. Зезина. – Москва: Юрайт, 2024.
11. Тагер А. А. Физико-химия полимеров. – Москва: Научный Мир, 2007.
12. Присный А. А. Биофизика. Курс лекций. – 3-е изд. – Санкт-Петербург: Лань, 2026.
13. Соловский М. В. Модификация физиологически активных веществ полимерами. – Санкт-Петербург: Издательство Политехнического университета, 2012.
14. Погоньшев В. А. Биологическая физика. – Санкт-Петербург: Лань, 2022.
15. Сутягин В. М., Ляпков А. А. Физико-химические методы исследования полимеров. – Санкт-Петербург: Лань, 2026.
16. Суворов Э. В. Физические основы экспериментальных методов исследования структуры твердых тел. – Черноголовка: ИФТТ РАН, 2021.
17. Ищенко А. А., Гиричев Г. В., Тарасов Ю. И. Дифракция электронов: структура и динамика свободных молекул и конденсированного состояния вещества. – Фрязино ФИРЭ РАН, 2020.

**в. Цифровые образовательные ресурсы:**

1. EqWorld: мир математических уравнений: – Москва, 2006–2026. – URL: <https://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics.htm>
2. Химический факультет МГУ: методические материалы по химии высокомолекулярных соединений: – Москва, 2000–2026. – URL: <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/vms.html>
3. ChemPort: химический информационный портал: – Москва, 2003–2026. – URL: <http://www.chemport.ru/>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: электронно-библиотечная система: – Москва: Директ-Медиа, 2001–2026. – URL: <https://biblioclub.ru/>
5. <https://elibrary.ru/> научная электронная библиотека: – Москва, 2000–2026. – URL: <https://www.elibrary.ru/>