

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по НСП

А.С. Гоголев  
2025 г.

### ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

по группе научных специальностей программ подготовки  
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

#### 1.4. Химические науки

**Шифр Научная специальность**

- 1.4.2. Аналитическая химия
- 1.4.3. Органическая химия
- 1.4.4. Физическая химия

Руководитель программы аспирантуры 1.4.2.	Е.В. Дорожко
Руководитель программы аспирантуры 1.4.3.	В.Д. Филимонов
Руководитель программы аспирантуры 1.4.4.	Е.И. Короткова

## 1. Общие положения

1.1. Программа вступительного испытания по специальной дисциплине соответствующей группе научных специальностей 1.4. Химические науки предназначена для поступающих в аспирантуру в качестве руководящего учебно-методического документа для подготовки к сдаче вступительного испытания.

Целью проведения вступительных испытаний является оценка знаний, готовности и возможности поступающего к освоению программы подготовки в аспирантуре, к самостоятельному выполнению научной работы, подготовке и защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Поступающий в аспирантуру должен продемонстрировать высокий уровень владения материалом вузовского курса по дисциплине направления Химические науки, а также способности и мотивацию к проведению самостоятельных научных исследований и написанию кандидатской диссертации.

1.2. Программой устанавливается:

- форма, структура, процедура сдачи вступительного испытания;
- шкала оценивания;
- максимальное и минимальное количество баллов для успешного прохождения вступительного испытания;
- критерии оценки ответов.

Вступительное испытание проводится на русском языке или на английском языке для абитуриентов из стран дальнего зарубежья, поступающих на программу, реализуемую на английском языке.

1.3. Организация и проведение вступительного испытания осуществляется в соответствии с Порядком проведения вступительных испытаний для поступления на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре ТПУ.

1.4. По результатам вступительного испытания, поступающий имеет право подать на апелляцию о нарушении, по мнению поступающего, установленного порядка проведения вступительного испытания и (или) о несогласии с полученной оценкой результатов вступительного испытания в порядке, установленном Порядком приема, действующими на текущий год поступления.

## 2. Структура и содержание вступительного испытания

2.1. Вступительное испытание состоит из двух частей:

- теоретическая часть по вопросам (билетам), относящимся к научной специальности, на которую поступает абитуриент, каждый билет включает 2 вопроса.
- собеседование с предоставлением рекомендательного письма (при наличии) предполагаемого научного руководителя и мотивационного письма от абитуриента (при наличии).

2.2. Экзамен проводится дистанционно (при условии идентификации поступающих) малочисленными группами не более 5 чел.

Перед началом экзамена поступающий предоставляет комиссии мотивационное письмо (при наличии), рекомендательное письмо предполагаемого научного руководителя (при наличии). Далее поступающим выдаются билеты и дается время на подготовку.

В это время комиссия изучает представленные письма.

2.3. После подготовки поступающих по билетам комиссия заслушивает ответы поступающих по теоретической части и проводит собеседование. Результаты вступительного испытания суммируются и оформляются протоколом, в котором фиксируются баллы за теоретическую часть и собеседование. На усмотрение

членов комиссии собеседование может проводиться с каждым поступающим индивидуально, в таком случае остальные поступающие переводятся в "комнату ожидания" либо временно отключаются от видеоконференции. Запись проведения ВИ обязательна для дальнейшего просмотра при возникновении спорных ситуаций.

### **3. Перечень вопросов по научным специальностям для подготовки к сдаче вступительного испытания**

#### **1.4.2. Аналитическая химия**

1. Сущность и классификация титриметрических методов анализа. Способы титрования: прямое, заместительное, обратное.
2. Сущность метода кислотно-основного титрования. Кривые титрования. Точка эквивалентности.
3. Индикаторы метода кислотно-основного титрования. Правило выбора индикатора. Правило выбора индикатора
4. Сущность метода окислительно-восстановительного титрования. Уравнение Нернста. Факторы, оказывающие влияние на величину равновесного потенциала
5. Сущность метода гравиметрии. Этапы гравиметрического анализа. Осадительная и гравиметрическая формы
6. Сущность метода комплексонометрического титрования. Титранты в методе комплексонометрии. Индикаторы комплексонометрического титрования, требования к ним.
7. Принципы методов потенциометрии, потенциометрического и амперометрического титрования, кондуктометрии.
8. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Типы атомизаторов. Качественный и количественный анализ в методе атомно-эмиссионной спектроскопии.
9. Сущность методов фотоколориметрии и спектрофотометрии, основные отличия.
10. Сущность основных хроматографических методов анализа: плоскостная, Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), газовая.

#### **1.4.3. Органическая химия**

1. Типы основных химических связей – ковалентные, ионные, водородные.
2. Теории кислот и оснований.
3. Электрофилы, нуклеофилы, свободные радикалы. Методы генерирования, свойства.
4. Электронные эффекты заместителей и их влияние на реакционную способность, термодинамическую стабильность и кислотно-основные свойства. Резонансные структуры.
5. Энергетический профиль реакции, переходные состояния и интермедиаты. Понятие механизма реакции. Типы разрыва связи. Влияние строения интермедиатов на их термодинамическую устойчивость.
6. Основные типы и механизмы реакций электрофильного, нуклеофильного и свободнорадикального замещения, присоединения и отщепления.
7. Основные методы синтеза алканов, алкенов, алкинов, аренов.
8. Химические свойства и применение насыщенных, ненасыщенных и ароматических углеводородов.
9. Методы получения основных классов замещенных углеводородов (галогениды, спирты, альдегиды, кетоны, амины, карбоновые кислоты).
10. Химические свойства и применение функционально замещенных углеводородов (галогениды, спирты, альдегиды, кетоны, амины, карбоновые кислоты).

#### 1.4.4. Физическая химия

1. Первое начало термодинамики. Закон Гесса. Теплоемкость, виды теплоемкости.
2. Энтропия. Свойства энтропии. Математическая запись второго начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов.
3. Физический смысл энергии Гиббса и Гельмгольца. Энергия Гиббса и Гельмгольца как критерий направления процесса.
4. Признаки химического равновесия. Способы выражения константы химического равновесия.
5. Правила построения и исследования фазовых диаграмм. Правило фаз Гиббса.
6. Типы растворов. Давление насыщенного пара компонента над раствором. Закон Рауля.
7. Электрическая проводимость растворов электролитов. Удельная и молярная электрическая проводимость. Закон независимого движения ионов Кольрауша.
8. Типы электродов: электроды первого рода, электроды второго рода, газовые и окислительно-восстановительные электроды.
9. Основные понятия химической кинетики: скорость химической реакции по *i*-му компоненту, механизм химической реакции, кинетическая кривая, константа скорости, порядок реакции, молекулярность. Закон действующих масс.
10. Катализ. Основные понятия: катализ, катализатор, селективность, активность, специфичность катализатора. Промоторы, каталитические яды.

#### 4. Методические указания по процедуре оценивания вступительного испытания

Максимальное количество баллов за вступительное испытание – 100 баллов.  
За 1 часть теоретическую максимум – 50 баллов.

Критерии оценки ответа на вступительном испытании по специальности 1 часть:

ВИ, балл	Определение оценки
0 ÷ 5 баллов	При ответе абитуриента обнаружались значительные пробелы в знаниях по научной специальности, допущены грубые ошибки. Уровень знаний не позволяет приступить к освоению программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.
6 ÷ 25 баллов	Абитуриент показал хорошее знание материала по научной специальности. Имеются навыки аргументации и отстаивания собственной точки зрения. Однако материал излагался непоследовательно, очевидны пробелы в знаниях. При ответе на дополнительные вопросы были допущены отдельные неточности.
26 ÷ 40 баллов	Абитуриент показал всестороннее, глубокое и систематическое знание материала по научной специальности; ответ отличался точностью использованных понятий; материал излагался последовательно и логично. Было продемонстрировано умение формулировать, аргументировать и отстаивать свою точку зрения. Однако не на все дополнительные вопросы были даны полные и последовательные ответы.
41 ÷ 50 баллов	Абитуриент показал всестороннее, глубокое и систематическое знание материала по научной специальности; ответ отличался точностью использованных понятий; материал излагался последовательно и логично. Было продемонстрировано умение формулировать, аргументировать и отстаивать свою точку зрения. На дополнительные вопросы были получены полные и последовательные ответы.

За 2 часть собеседование максимум – 50 баллов.

Критерии оценки ответа на вступительном испытании по специальности 2 часть:

ВИ, балл	Определение оценки
0 ÷ 5 баллов	только устное общение и нет ни мотивационного письма, ни рекомендательного письма от руководителя, научный задел отсутствует.
6 ÷ 15 баллов	есть мотивационное письмо или рекомендательное письмо предполагаемого научного руководителя, но по результату собеседования научный задел небольшой, мотивация низкая.
16 ÷ 25 баллов	есть мотивационное письмо и рекомендательное письмо предполагаемого научного руководителя, но по результату собеседования научный задел небольшой, мотивация низкая.
26 ÷ 40 баллов	есть мотивационное письмо и рекомендательное письмо предполагаемого научного руководителя, научный задел небольшой, но абитуриент мотивирован.
41 ÷ 50 баллов	есть мотивационное письмо и рекомендательное письмо предполагаемого научного руководителя, большой научный задел, абитуриент мотивирован.

### Рекомендуемая литература

#### 1.4.2. Аналитическая химия

1. Власова, Е. Г. Аналитическая химия: химические методы анализа / Е. Г. Власова и др.; под ред. О. М. Петрухина, Л. Б. Кузнецовой. - 2-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2021. - 467 с. Систем. требования: Adobe Reader XI; экран 10". (Учебник для высшей школы) - ISBN 978-5-93208-502-8. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785932085028.html> (дата обращения: 09.04.2025). - Режим доступа: по подписке.
2. Физико-химические методы анализа: учебно-методическое пособие / С. Л. Березина, В. Н. Горячева, Е. А. Елисеева, Т. И. Шабатина. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. — 44 с. — ISBN 978-5-7038-5411-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/205403> (дата обращения: 09.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа: учебное пособие / А.И. Жебентяев. — Москва: ИНФРА-М, 2024. — 206 с.: ил. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-006615-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2139896> (дата обращения: 09.04.2025). – Режим доступа: по подписке.
4. Молекулярная спектроскопия: основы теории и практика: учебное пособие / под ред. Ф. Ф. Литвина. — Москва: ИНФРА-М, 2022. — 263 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1445. - ISBN 978-5-16-005727-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1816818> (дата обращения: 09.04.2025). – Режим доступа: по подписке.
5. Колпакова, Н. А. Общие вопросы электрохимического анализа: учебное пособие / Н. А. Колпакова. — 2-е изд., испр. и доп. — Томск: ТПУ, 2022. — 174 с. — ISBN 978-5-4387-1095-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/332405> (дата обращения: 09.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### 1.4.3. Органическая химия

1. Петров А.А. Органическая химия: учебник / А.А.Петров, Х.В.Бальян, А.Т.Трощенко; под ред. М.Д.Стадничука // 5-е изд., перераб и доп.. – Москва: Альянс, 2012. – 623 с.: - Библиогр.: с. 598
2. Смит, В. А. Основы современного органического синтеза : учебное пособие / В. А.

- Смит, А. Д. Дильман. — 5-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 753 с. — ISBN 978-5-00101-761-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135517>. Режим доступа : по подписке.
- Щеголев, А. Е. Органическая химия. Механизмы реакций : учебное пособие для вузов / А. Е. Щеголев, Н. М. Чернов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 132 с. — ISBN 978-5-507-44174-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/215771> (дата обращения: 11.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
  - Реутов, О. А. Органическая химия : в 4 ч. Ч. 1. Ч. 1 / Реутов О. А., Курц А. Л., Бутин К. П. // 9-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 570 с. — Допущено Министерством образования Российской Федерации в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению и специальности «Химия». — Книга из коллекции Лаборатория знаний - Химия. — ISBN 978-5-906828-42-2. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/166749>
  - Травень, Валерий Федорович. Органическая химия : учебное пособие для вузов: в 3 т. / В. Ф. Травень. — Москва : Лаборатория знаний, 2016. Т. 1. — 2016. — 368 с.: ил. — Библиогр.: с. 365-366. — ISBN 978-5-00101-023-4.

#### 1.4.4. Физическая химия

- Свиридов, В. В. Физическая химия: Учебное пособие для вузов / В. В. Свиридов, А. В. Свиридов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 600 с. — ISBN 978-5-8114-9174-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187778> (дата обращения: 09.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- Каляева, Н. А. Химическая термодинамика: учебное пособие для вузов / Н. А. Каляева, О. В. Василюк. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 156 с. — ISBN 978-5-507-49592-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/422570> (дата обращения: 09.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- Тимакова, Е. В. Физическая химия. Электрохимические системы: учебное пособие / Е. В. Тимакова, А. А. Казакова. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2020. - 116 с. - ISBN 978-5-7782-4237-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1869091> (дата обращения: 09.04.2025). — Режим доступа: по подписке.
- Химическая кинетика: учебно-методическое пособие / А. В. Крылов, С. С. Москвичев, М. А. Шпынева [и др.]. — Москва: РТУ МИРЭА, 2024. — 54 с. — ISBN 978-5-7339-2393-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/464687> (дата обращения: 09.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- Онучак, Л. А. Фазовое и химическое равновесие. Теория и задачи: практикум: учебное пособие / Л. А. Онучак, Ю. Г. Кураева, Е. А. Колосова. — Самара: Самарский университет, 2023. — 96 с. — ISBN 978-5-7883-2003-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/406706> (дата обращения: 09.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.