

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМПЕРАТРИЦЫ ЕКАТЕРИНЫ II»

**ПРОГРАММА ПРОФИЛЬНОГО ОТБОРОЧНОГО ИСПЫТАНИЯ
(СОБЕСЕДОВАНИЕ)**

по специальности специализированного высшего образования

Химическая технология

2025

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Согласно Правилам приема на обучение по образовательным программам специализированного высшего образования «Инженерная компетенция» в Санкт-Петербургский горный университет (далее – Университет) в 2025 году (далее – Правила приема) выпускающими кафедрами Университета в форме собеседования проводится конкурсное испытание, соответствующее профилю выбранной для поступления специальности (далее – профильное отборочное испытание (собеседование)).

Профильное отборочное испытание (собеседование) проводится в очном формате. По решению Приемной комиссии Университета профильное отборочное испытание (собеседование) может быть проведено в дистанционном формате. Профильное отборочное испытание (собеседование) проводится на русском языке по программам, сформированным на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования программ бакалавриата.

Программа профильного отборочного испытания (собеседования) по специальности специализированного высшего образования **Химическая технология** утверждена на заседании кафедры химических технологий и переработки энергоносителей (протокол № 20 от 10.03.2025г.).

I. Содержание, структура и форма проведения вступительного испытания

Продолжительность профильного отборочного испытания (собеседование) в расчете на одного поступающего составляет **до 30 минут**.

Профильное отборочное испытание (собеседование) проводится в строгом соответствии с Правилами приема, расписанием консультаций и профильных отборочных испытаний, а также Порядком подачи и рассмотрения апелляций. Результаты профильного отборочного испытания (собеседования) публикуются на официальном сайте Университета.

Количество вопросов в экзаменационном билете на профильном отборочном испытании (собеседование) составляет **5 (пять)** (вопросы составляются на основании Раздела II настоящей программы). Количество дополнительных вопросов, задаваемых поступающему в ходе профильного отборочного испытания (собеседования) для оценки знания материала в рамках полученных в экзаменационном билете вопросов, определяется конкурсной комиссией.

Результат прохождения поступающим профильного отборочного испытания (собеседования) оформляется протоколом заседания конкурсной комиссии, в котором указывается оценка за испытание.

II. Темы и разделы, рассматриваемые в ходе вступительного испытания

1. Гидромеханические процессы и аппараты в химической технологии

Основные свойства жидкостей и газов. Плотность, удельный вес и удельный объем жидкостей и газов, их зависимость от давления и температуры. Динамическая вязкость, кинематическая вязкость. Гидростатическое давление в точке и его свойства. Уравнения гидростатики и аэростатики. Сообщающиеся сосуды и равновесия в них жидкостей и газов. Измерение давления сообщающимися сосудами. Избыточное давление, разрежение, вакуум. Единицы измерения давления. Закон Паскаля. Сила давления жидкости на плоскую и криволинейную стенки. Основные понятия гидродинамики. Расход жидкости. Понятие о потоках. Расход в сечении потока и средняя скорость в сечении. Понятие о напорах. Напоры покоящейся жидкости. Напоры движущейся жидкости. Уравнение неразрывности (сплошности). Уравнение энергии для потока сжимаемой жидкости. Уравнение турбины. Уравнение насоса. Диаграммы напоров. Безнапорное течение несжимаемой жидкости. Гидравлические сопротивления в трубопроводах и аппаратах. Определение расхода энергии на транспортирование жидкостей и газов по трубам. Истечение жидкостей и газов.

2. Тепловые процессы и аппараты в химической технологии

Способы переноса тепла: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение. Температурное поле, температурный градиент. Стационарные и нестационарные процессы. Тепловой поток. Передача тепла теплопроводностью. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплопроводность однослойных и многослойных стенок при установившемся тепловом потоке. Подобие тепловых процессов. Тепловое подобие. Общий вид критериальной зависимости при конвективном теплообмене. Критерии теплового подобия. Теплоотдача при естественной конвекции. Теплоотдача при вынужденной конвекции. Тепловое излучение. Излучательная, поглощательная, пропускная способности тела. Законы теплового излучения: Планка, Вина, Стефана-Больцмана. Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи. Теплопередача через плоские и цилиндрические стенки. Теплообменные аппараты: рекуператоры, регенераторы, аппараты смешительного типа. Основы их расчета.

3. Теоретические основы массообменных процессов

Общие признаки массообменных процессов. Основные законы массообмена. Молекулярная диффузия. Дифференциальное уравнение молекулярной диффузии. Дифференциальное уравнение конвективной и молекулярной диффузии. Основное уравнение массопередачи. Определение коэффициента массопередачи через коэффициенты массоотдачи. Средняя движущая сила диффузионного процесса и число единиц переноса. Материальный баланс массообменного процесса. Число теоретических тарелок. Правило фаз Гиббса. Законы Клапейрона-Менделеева, Дальтона, Рауля, Генри. Кривая равновесия, изобары, изотермы, энтальпийные диаграммы. Правило фаз и его применение к процессам массообмена. Насыщенные и перегретые пары. Уравнение состояния идеального газа. Определение давления насыщенных паров индивидуальных веществ и нефтепродуктов. Основные законы фазового равновесия. Классификация двухкомпонентных смесей жидкостей. Равновесные составы фаз. Расчет равновесных составов фаз при помощи констант фазового равновесия. Однократное испарение (конденсация). Многократное испарение и конденсация. Постепенное испарение (конденсация). Ректификация двухкомпонентных смесей. Принципиальное устройство ректификационной колонны. Материальный баланс ректификационной колонны. Тепловой баланс колонны. Уравнение рабочей линии. Расчет составов потоков в секции питания. Минимальные потоки орошения и паров. Определение числа теоретических тарелок графическим методом на диаграмме x — y . Графическое определение числа теоретических тарелок на энтальпийной диаграмме. Эффективность тарелки. Регулирование качества продуктов ректификации. Влияние давления на процесс ректификации.

4. Массообменные процессы и аппараты в химической технологии

Абсорбция. Равновесие в системе газ-жидкость. Материальный баланс абсорбции, уравнение рабочей линии. Классификация, устройство и основные конструкции абсорбционных аппаратов. Жидкостная экстракция. Равновесие в системах жидкость-жидкость. Равновесие в системе жидкость-пар. Простая и фракционная дистилляция (перегонка). Перегонка под вакуумом. Молекулярная дистилляция. Перегонка с водяным паром и в токе инертного носителя. Ректификация. Изображение процесса разделения бинарных смесей на диаграммах y - x и t - y - x . Принципиальная схема ректификационной установки. Изотермы экстракции в треугольных диаграммах. Материальный баланс. Выбор экстрагента. Методы экстракционного разделения.

Классификация, устройство и принцип действия экстракторов. Основные конструктивные типы экстракторов. Промышленные адсорбенты, их характеристики. Фазовое равновесие при адсорбции. Кинетические особенности процесса адсорбции. Типовые конструкции адсорберов периодического и непрерывного действия. Адсорберы с неподвижным, плотным движущимся и взвешенным слоем адсорбента. Десорбция, методы ее проведения. Принципиальные схемы адсорбционно-десорбционных установок. Ионообменные процессы. Иониты. Равновесие при ионном обмене. Кинетика ионного обмена. Ионообменные аппараты. Процессы растворения в системах твердое тело–жидкость. Растворение полностью растворимых веществ. Экстракция из твердых тел. Аппараты с неподвижным слоем твердого материала. Непрерывно действующие аппараты с механическим перемешиванием и со взвешенным слоем твердого материала. Физическая сущность процесса кристаллизации и области его применения. Равновесие при кристаллизации. Кинетика процесса кристаллизации. Способы проведения процессов кристаллизации. Устройство и принцип действия кристаллизаторов. Поверхностные и объемные кристаллизаторы. Кристаллизаторы с псевдоожиженным слоем кристаллов. Основные методы сушки. Конвективная сушка. Диаграмма состояния влажного атмосферного воздуха. Формы связи влаги с материалом. Равновесие фаз при сушке. Движущая сила сушки и способы ее выражения. Материальный и тепловой балансы. Изображение процесса теоретической и действительной сушки на $I - x$ диаграмме. Основные варианты конвективной сушки. Кинетика сушки. Устройство и принцип действия конвективных сушилок. Контактная сушка. Специальные виды сушки.

5. Теплоэнергетическая аппаратура в химической промышленности

Состав и роль теплоэнергетического оборудования химической промышленности. Современное состояние и роль энергосбережения на химических заводах. Виды и источники энергии в химической промышленности. Потребление воды. Насосное оборудование. Классификация насосов. Основные параметры, характеристики и показатели насосной установки. Поршневые, ротационные, центробежные, осевые, бесприводные насосы – основы теории, конструкция, характеристики, работа на сеть, область применения. Потребление воздуха. Его параметры. Источники воздухообеспечения переделов. Воздухоподающее оборудование. Классификации воздухоподающих машин. Основные параметры, характеристики и показатели воздухоподающих машин. Поршневые, ротационные, центробежные, осевые, бесприводные воздухоподающие машины – основы теории, конструкция, характеристики, работа на сеть, область

применения. Энергосбережение в печных установках. Характеристика статей расхода теплоты в тепловых балансах печей. Направление энергосбережения. Сокращение потерь теплоты во внешнюю среду.

6. Общая химическая технология

Механическая и химическая технологии. Производства неорганических и органических веществ. Основные технологические понятия и определения: производительность, интенсивность, расходные коэффициенты, степень превращения, выход продукта, селективность. Материальный и энергетический балансы химического производства.

Классификация химических реакций Факторы, влияющие на состояние равновесия. Сдвиг равновесия под влиянием температуры, давления, концентрации реагирующих веществ. Кинетика химико-технологических процессов. Влияние различных факторов на скорость химических процессов, протекающих на микроуровне. Типы химико-технологических процессов и способы их интенсификации. Гомогенные и гетерогенные процессы. Каталитические процессы. Общие закономерности каталитических реакций. Гетерогенный катализ. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций. Свойства и приготовление твердых катализаторов.

Классификации реакторов. Реакторы периодические. Реакторы непрерывного действия. Реактор идеального смешения. Реактор идеального вытеснения. Каскад реакторов. Полунепрерывные реакторы. Реакторы с различными тепловыми режимами.

Классификация топливно-энергетических ресурсов. Технологические характеристики топлива. Топливо-энергетический комплекс. Использование вторичных энергетических ресурсов. Основные направления повышения эффективности использования сырьевых и топливно-энергетических ресурсов.

III. Критерии оценивания поступающего

За каждый экзаменационный вопрос поступающему может быть выставлено не более **20 баллов** (общая максимальная сумма баллов за все экзаменационные вопросы в билете составляет **100 баллов**).

Оценка за каждый экзаменационный вопрос в экзаменационном билете выставляется конкурсной комиссией в следующем порядке:

Оценка за экзаменационный вопрос			
0% от максимального балла за вопрос (0 баллов)	50% от максимального балла за вопрос (10 баллов)	75% от максимального балла за вопрос (15 баллов)	100% от максимального балла за вопрос (20 баллов)
Поступающий не	Поступающий	Поступающий	Поступающий в

Оценка за экзаменационный вопрос			
0% от максимального балла за вопрос (0 баллов)	50% от максимального балла за вопрос (10 баллов)	75% от максимального балла за вопрос (15 баллов)	100% от максимального балла за вопрос (20 баллов)
знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	поверхностно знает материал основных разделов программы, допускает неточности в ответе на вопрос	хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос	полном объёме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос

IV. Рекомендованный библиографический список

Основная литература

1. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс : учебник : в 2 книгах / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.] ; под редакцией В. Г. Айнштейна. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.] : Книга 1 — 2019. — 916 с. — ISBN 978-5-8114-2975-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111193> (дата обращения: 18.01.2022).

2. Разинов, А. И. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / А. И. Разинов, А. В. Клинов, Г. С. Дьяконов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 688 с. — ISBN 978-5-8114-8504-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/193251> (дата обращения: 18.01.2022).

3. Фролов, В. Ф. Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии" : учебное пособие : [16+] / В. Ф. Фролов. — 4-е изд. — Санкт-Петербург : Химиздат, 2020. — 608 с.: ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98347> (дата обращения: 18.01.2022). — Библиогр.: с. 605-607. — ISBN 978-5-93808-348-7. — Текст : электронный.

4. Фролов, В. Ф. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии: примеры и задачи : учебное пособие / В. Ф. Фролов, П. Г. Романков, О. М. Флисюк. — 5-е изд. — Санкт-Петербург : Химиздат, 2020. — 544 с. : ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98345> (дата обращения: 18.01.2022). — ISBN 978-5-93808-349-4. — Текст : электронный.

5. Потехин, В.М. Химия и технология углеводородных газов и газового конденсата [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 568 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96863>. — Загл. с экрана.

6. Леонтьева, А.И. Общая химическая технология: учебное пособие /А. И. Леонтьева, К. В. Брянкин; Тамбовский государственный технический

университет. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2012. – Часть 1. – 108 с.

URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277815> (дата обращения: 18.06.2024). – Библиогр.: с. 106. – Текст : электронный.

7. Брянкин, К. В. Общая химическая технология: учебное пособие: в 2 частях / К. В. Брянкин, А. И. Леонтьева, В. С. Орехов; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2012. – Часть 2. – 172 с.

URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277912> (дата обращения: 18.06.2024). – Библиогр.: с. 168. – Текст : электронный.

8. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС: учебник / И.М. Кузнецова, Х.Э. Харлампики, В.Г. Иванов, Э.В. Чиркунов. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1479-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168657> (дата обращения: 18.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Капустин В.М. Сборник задач по технологии переработки нефти и газа, Часть 1. Первичная переработка нефти: Учебное пособие/В.М. Капустин, Д.Ю. Махин, Л.А. Смирнова, М.А. Ершов – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина 2020 – 222 с.

10. Практические задачи по технологии переработки нефти. Учебно-методическое пособие/ Ю.В. Кожевникова, Е.Ю. Сердюкова - М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина 2020 – 16 с.

11. Солодова Н.Л. Химическая технология производства топлив/ Н.Л. Солодова, Е.И. Черкасова, Е.А. Емельянычева, Н.А. Тереньева – КНИТУ, 2020. – 192 с.

12. Дерюгин, В. В. Тепломассообмен [Электронный ресурс]/ В. В. Дерюгин, В. Ф. Васильев, В. М. Уляшева. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 240 с. — Режим доступа:

<https://reader.lanbook.com/book/310160?demoKey=88b4c5d41d5f1a5731987e95fce1a8a8>

13. Митропов, В.В. Основы теории массообмена [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Митропов, В.В., О.Б. Цветков О.Б. – СПб: Университет ИТМО, 2019-126 с. — Режим доступа: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/2490.pdf>

Дополнительная литература

1. Пивоварова Н.А., Гетерогенный катализ в нефтегазопереработке: Учебное пособие / Н.А. Пивоварова, Л.Б. Кириллова, А.Ю. Морозов под ред. Н.А. Пивоваровой, Астраханский ГТУ, Издательство АГТУ 2015. – 196 с. - [<http://www.rucont.ru>].

2.Тараканов Г.В. Современные моторные топлива: учеб. пособие / Г.В. Тараканов; Астрахан. гос. техн. ун-т. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2010. – 164 с. [<http://www.rucont.ru>].

3.Черкасова Е.И. Процессы переработки углеводородного сырья/ Е.И. Черкасова, Н.Л. Солодова, Е.А. Емельянычева, Н.А. Тереньева, И.И. Салахов – РИЦ Школа, 2019. – 350 с.

4.Потехин, В.М. Химия и технология углеводородных газов и газового конденсата [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 568 с.