

Учреждение образования
«Белорусский государственный технологический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор БГТУ
Сакович А.А.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ
В МАГИСТРАТУРУ БГТУ
для специальности углубленного высшего образования
7-06-0711-01 Производство неорганических веществ и материалов**

Минск, 2025

Программа вступительных испытаний в магистратуру БГТУ по специальности 7-06-0711-01 «Производство неорганических веществ и материалов» разработана в соответствии с приказом ректора БГТУ от 14.02.2025 № 102 «Об организации проведения вступительных испытаний и дополнительных собеседований в 2025 году».

Программа составлена на основе: комплекта учебных программ по специальным дисциплинам, читаемым студентам специальности 6-05-0711-01 «Технология неорганических веществ», соответствующим специальности образовательной программы магистратуры 7-06-0711-01 «Производство неорганических веществ и материалов».

СОСТАВИТЕЛИ:

Гаврилюк А.Н. – доцент кафедры технологии неорганических веществ и общей химической технологии учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат технических наук, доцент;

Ещенко Л.С. – профессор кафедры технологии неорганических веществ и общей химической технологии учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», доктор технических наук.

Программа вступительных испытаний в магистратуру БГТУ по специальности 7-06-0711-01 «Производство неорганических веществ и материалов» рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры технологии неорганических веществ и общей химической технологии.

Протокол заседания кафедры №8 от 28.02.2025

Заведующий кафедрой
технологии неорганических веществ
и общей химической технологии,
канд. биол. наук, доцент

Е.А. Флюрик

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа вступительных испытаний в магистратуру БГТУ по специальности 7-06-0711-01 «Производство неорганических веществ и материалов» состоит из 2-х блоков: вступительное испытание и дополнительное собеседование.

Для получения углубленного высшего образования в БГТУ могут поступать лица, имеющие высшее образование, общее высшее или специальное высшее образование, подтвержденное соответствующим документом об образовании. Профили образования, направления образования, группы специальностей, специальности образовательной программы бакалавриата и непрерывной образовательной программы высшего образования ОКРБ 011-2022 «Специальности и квалификации» для освоения содержания образовательной программы магистратуры определяются в соответствии с Правилами приема лиц для получения углубленного высшего образования, утвержденными Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 01.09.2022 № 574.

Количество вступительных испытаний – 1.

Вступительные испытания проводятся по программе вступительных испытаний, разработанные кафедрой технологии неорганических веществ и общей химической технологии.

Форма проведения вступительного испытания – письменно-устная.

Вступительное испытание проводится для граждан Республики Беларусь. Дополнительное собеседование проводится для иностранных граждан.⁵

Критерии оценок вступительного испытания для получения углубленного высшего образования по специальности 7-06-0711-01 «Производство неорганических веществ и материалов»

Десятибалльная шкала в зависимости от величины балла и оценки включает следующие критерии:

10 баллов – ПРЕВОСХОДНО:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;

- точное использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;

- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;

- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им критическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин;

9 баллов – ОТЛИЧНО:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания;
- точное использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках программы вступительного испытания;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им критическую оценку;

8 баллов – ПОЧТИ ОТЛИЧНО:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме программы вступительного испытания;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках программы вступительного испытания;

7 баллов – ОЧЕНЬ ХОРОШО:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания;
- использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им критическую оценку;

6 баллов – ХОРОШО:

- достаточно полные и систематизированные знания в объеме программы вступительного испытания;
- использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках программы вступительного испытания;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им сравнительную оценку;

5 баллов – ПОЧТИ ХОРОШО:

- достаточные знания в объеме программы вступительного испытания;

- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках программы вступительного испытания;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им сравнительную оценку;

4 балла – УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО:

- достаточный объем знаний в рамках программы вступительного испытания;
- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку;

3 балла – ПОЧТИ УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО:

- достаточный объем знаний в рамках программы вступительного испытания;
- использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы без существенных логических ошибок;
- слабое владение инструментарием учебной дисциплины;

2 балла – НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО:

- фрагментарные знания в рамках программы вступительного испытания;
- неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых логических ошибок;

1 балл – НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО:

- отсутствие знаний и компетенции в рамках программы вступительного испытания;

0 баллов – НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО:

- отказ от ответа.

I. ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ.

Вступительное испытание по дисциплине специальности:

Технология неорганических веществ

Темы вступительных испытаний

Раздел 1. Технология серной кислоты

Свойства серной кислоты и масштабы её производства. Сырье для производства серной кислоты. Подготовка сырья. Получение самородной и газовой серы.

Свойства оксида серы (IV). Физико-химические основы процесса сжигания серы и сероводорода. Утилизация теплоты горения серосодержащего сырья. Устройство основных аппаратов.

Физико-химические основы окисления SO_2 . Характеристика катализаторов, применяемых для окисления сернистого газа. Выбор оптимального технологического режима окисления сернистого газа.

Абсорбция оксида серы (VI). Физико-химические основы процесса абсорбции оксида серы (VI). Очистка отходящих газов.

Физико-химические основы получения серной кислоты и олеума из самородной серы по короткой схеме. Технологическая схема.

Метод двойного контактирования. Технологические схемы производства серной кислоты из серы методом двойного контактирования

Физико-химические основы процесса получения серной кислоты из сероводорода методом мокрого катализа. Устройство аппаратов и технологическая схема. Получение улучшенных и специальных сортов серной кислоты. Разработка систем с применением давления. Применение кислорода в производстве серной кислоты.

Раздел 2. Технология связанного азота и азотных удобрений

Виды соединений азота и их роль в народном хозяйстве. Методы фиксации атмосферного азота. История развития и современное состояние азотной промышленности.

Теоретические основы конверсии природного газа водяным паром, кислородом и смесью окислителей. Технологические схемы процессов конверсии природного газа.

Теоретические основы конверсии CO водяным паром. Технологические схемы процессов конверсии оксида углерода.

Методы очистки газов от каталитических ядов в производстве аммиака. Теоретические основы, технологические схемы и аппаратное оформление процессов.

Физико-химические основы синтеза аммиака. Технологические схемы. Устройство основного оборудования.

Физико-химические основы производства азотной кислоты. Функциональная и технологическая схемы. Устройство основного оборудования.

Физико-химические основы производства аммонийной селитры. Технологические схемы. Устройство основного оборудования.

Свойства карбамида, его применение. Физико-химические основы производства карбамида. Функциональные и технологические схемы.

Раздел 3. Технология фосфорных и комплексных удобрений

Классификация удобрений по различным признакам, характеристика отдельных групп. Способы выражения состава минеральных удобрений.

Физические свойства минеральных удобрений. Понятие гигроскопичности, основные показатели и методы определения гигроскопичности. Слеживаемость, механизм слеживаемости, способы снижения слеживаемости удобрений. Гранулометрический состав минеральных удобрений. Прочность, виды прочности и их характеристика.

Сырье для получения фосфорных удобрений. Требования к качеству фосфатного сырья. Методы обогащения и переработки фосфатного сырья.

Теоретические основы производства экстракционной фосфорной кислоты. Способы получения экстракционной фосфорной кислоты. Технологические схемы.

Теоретические основы производства двойного суперфосфата. Технологические схемы.

Теоретические основы производства аммофоса и комплексных удобрений на его основе. Технологические схемы. Устройство основного оборудования.

Экологические проблемы при производстве фосфорной кислоты, фосфорных и комплексных удобрений и пути их решения.

Раздел 4 Технология калийных удобрений

Сырьевая база калийной промышленности. Подготовка калийных руд к обогащению. Обзор и сравнение методов обогащения калийных руд.

Физико-химические основы флотации растворимых солей. Реагенты для флотации калийных руд. Функциональные, технологические схемы производства KCl флотационным методом.

Физико-химические основы получения KCl галургическим методом. Функциональные, технологические схемы.

Способы получения бесхлорных калийных удобрений. Сульфат калия. Нитрат калия. Фосфаты калия.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Позин, М.Е. Физико-химические основы неорганической технологии / М.Е. Позин, Р.Ю. Зинюк. – Л.: Химия, 1985. – 383 с.
2. Химическая технология неорганических веществ: учебное пособие в 2 т. / под ред. Т. Г. Ахметова. – М.: Высш. школа, 2002. – Т. 1, 2.
3. Атрощенко, В.И. Технология связанного азота / В.И. Атрощенко. – Киев: Высш. школа, 1985. – 326 с.

4. Производство аммиака / под ред. В.П. Семенова. – М.: Химия, 1985. – 364 с.
5. Воробьев, Н.И. Технология связанного азота и азотных удобрений: тексты лекций по одноименному курсу для студентов очной и заочной форм обучения специальности 1-48 01 01 «Химическая технология неорганических веществ, материалов и изделий» специализации 1-48 01 01 01 «Технология минеральных удобрений, солей и щелочей» / Н. И. Воробьев. – Минск : БГТУ, 2011. – 195 с.
6. Производство аммиачной селитры в агрегатах большой единичной мощности / под ред. В.М. Олевского. – М.: Химия, 1990. – 285 с.
7. Горловский, Д.М. Технология карбамида / Д.М. Горловский, Л.Н. Альтшулер, В.И. Кучерявый. – Л.: Химия, 1981. – 319 с.
8. Васильев, Б.Т. Технология серной кислоты / Б.Т. Васильев, , М.И. Отвагина. – М.: Химия, 1985.
9. Амелин, А.Г. Технология серной кислоты / А.Г. Амелин. – М.: Химия, 1983. – 359 с.
10. Позин, М.Е. Технология минеральных удобрений / М.Е. Позин. – Л.: Химия, 1989. – 352 с.
11. Технология фосфорных и комплексных удобрений / под ред. С.Д. Эвенчика. – М.: Химия, 1987. – 463 с.
12. Воробьев, Н.И. Технология фосфорных и комплексных удобрений: тексты лекций по одноименному курсу для студентов специальности 1-48 01 01 «Химическая технология неорганических веществ, материалов и изделий» специализации 1-48 01 01 01 «Технология минеральных удобрений, солей и щелочей» очной и заочной форм обучения / Н. И. Воробьев. – Минск: БГТУ, 2015.
13. Технология калийных удобрений / В.В. Печковский [и др.]. – Минск: Высшая школа, 1978. – 299 с.
14. Вишняк, Б.А. Технология обогащения и автоматизация процессов калийных флотационных фабрик / Б.А. Вишняк, А.А. Поздеев, М.Р. Турко. – Пермь. 2011. – 176 с.
15. Дормешкин, О.Б. Производство водорастворимых бесхлорных комплексных удобрений / О.Б. Дормешкин, Н.И. Воробьев. – Минск: БГТУ, 2006. – 285 с.

II. ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ СОБЕСЕДОВАНИЕ.

Дополнительное собеседование проводится по учебной дисциплине:
Общая химическая технология

Темы дополнительного собеседования

1. Химико-технологическая система. Понятия: система, подсистема, элемент. Признаки ХТС как большой системы. Свойства ХТС: надежность, устойчивость, чувствительность, масштабируемость, экологичность. Иерархические уровни ХТС.

2. Структура ХТС. Функциональные и вспомогательные подсистемы ХТС и их характеристика.

3. Сырьё, классификация и запасы сырья. Методы обогащения и концентрирования сырья. Вторичные материальные ресурсы. Утилизация и переработка твердых отходов, сточных вод, газообразных выбросов.

4. Энергия и энергетические ресурсы. Тепловой коэффициент полезного действия.

5. Использование воды и воздуха в химической промышленности. Основы промышленной водоподготовки.

6. Качественные и количественные критерии оценки эффективности химического производства. Технологические показатели: степень превращения, выход, селективность, расходные коэффициенты, производительность, мощность. Экономические показатели: себестоимость продукта, приведенные затраты, срок окупаемости проекта, производительность труда. Эксплуатационные показатели: надежность и безопасность функционирования, управляемость. Социальные показатели: степень механизации и автоматизации, безопасность труда работников, экологическая безопасность. Основные принципы составления материальных и тепловых балансов химико-технологических систем, подсистем и отдельных процессов.

7. Классификация моделей химико-технологических систем. Химическая, функциональная, структурная, операторная, технологическая схемы. Типы технологических связей между элементами ХТС.

8. Термодинамический анализ. Связь константы равновесия с равновесной степенью превращения и свободной энергией Гиббса. Качественная оценка условий проведения процесса. Влияние температуры, давления, концентраций реагентов, наличия инертных примесей на смещение равновесия.

9. Использование законов химической кинетики при разработке технологических процессов. Кинетика простых гомогенных процессов. Влияние температуры и концентрации реагирующих веществ на скорость процесса. Кинетика сложных гомогенных процессов. Влияние температуры и концентраций исходных веществ на дифференциальную селективность. Кинетические уравнения.

10. Гетерогенные химические процессы. Диффузия в газовых, жидких, твердых средах. Взаимное влияние химической реакции и переноса массы на скорость гетерогенных процессов. Стадии гетерогенных процессов.

Лимитирующая стадия и ее определение. Области протекания(режимы) гетерогенных процессов.

11. Характеристика и классификация процессов, протекающих в системах «подвижное-неподвижное» (газ-твердое, жидкость-твердое) и «подвижное-подвижное» (газ-жидкость, жидкость-жидкость).-Кинетические модели процессов.

12. Факторы, влияющие на скорость гетерогенного химико-технологического процесса. Уравнение скорости гетерогенных процессов. Движущая сила процесса в системах «подвижное-неподвижное», «подвижное-подвижное» и способы ее увеличения. Поверхность раздела фаз, способы ее развития. Коэффициент скорости гетерогенного процесса. Пути интенсификации гетерогенных процессов.

13. Гетерогенный катализ на твердом катализаторе. Свойства и требования к промышленным катализаторам. Стадии гетерогенно-каталитических процессов и области их протекания.

14. Химические реакторы и их классификация. Классификация химических реакторов. Требования к химическим реакторам как основным элементам химико-технологической системы. Модели реакторов. Материальный баланс реакторов, работающих в стационарном и нестационарном режимах. Вывод характеристических уравнений для реакторов идеального смешения и вытеснения. Каскад реакторов. Аналитический и графический методы расчета реакторов.

15. Сравнение эффективности работы реакторов, описываемых различными моделями (идеального смешения, идеального вытеснения, каскада). Выбор оптимальной схемы и организации потока в реакторе. Выбор реактора в зависимости от селективности процесса.

16. Тепловые режимы работы реакторов. Уравнение теплового баланса для идеальных реакторов. Теплообмен в реакторах. Зависимость степени превращения от температуры в реакторе. Влияние параметров технологического режима на удельную производительность и устойчивую работу реакторов.

17. Промышленные реакторы. Основные типы реакторов для систем газ-твердое, жидкость-твердое, газ-жидкость и жидкость-жидкость. Реакторы для гетерогенно-каталитических процессов.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бесков, В.С. Общая химическая технология / В.С. Бесков. – М.: ИКЦ Академкнига, 2006. – 452 с.

2. Кутепов, А.М. Общая химическая технология / А.М. Кутепов, Т.И. Бондарева, М.Г. Беренгартен. – М.: ИКЦ Академкнига, 2007. – 528 с.

3. Основы химической технологии: учебник / под ред. И.П. Мухленова. – М.: Высшая школа, 1991. – 463 с.

4. Соколов, Р.С. Химическая технология: учебник в 2-х т. / Р.С. Соколов. – М.: Гуманитарный издательский центр «Владос», 2000. – Т. 1. – 338 с., Т. 2 – 407 с.

5. Ещенко, Л.С. Общая химическая технология. Расчеты химико-технологических процессов: учеб. пособие для студентов специальностей химико-технологического профиля / Л.С. Ещенко, В.А. Салоников. – Минск.: БГТУ, 2008. – 195 с.