

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«АНГАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

Н.В. Истомина

27.09 2019 г.

**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
НА НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ  
КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ  
18.06.01 «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»**

Ангарск, 2019

Вступительные испытания в аспирантуру предназначены для определения теоретической и практической подготовленности магистра или специалиста к выполнению профессиональных задач, установленных федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению 18.06.01 «Химическая технология» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. № 883.

Специалист или магистр, поступающий в аспирантуру по направлению 18.06.01 «Химическая технология», должен быть подготовлен к решению задач в области будущей профессиональной деятельности.

Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу аспирантуры по направлению подготовки 18.06.01 «Химическая технология» включает:

- методы, способы и средства получения веществ и материалов с помощью физических, физико-химических и химических процессов, производство на их основе изделий различного назначения;
- физико-химические методы обработки материалов;
- создание, внедрение и эксплуатация производств основных неорганических веществ, строительных материалов, продуктов основного и тонкого органического синтеза, полимерных материалов, продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива, лекарственных препаратов, энергонасыщенных материалов и изделий на их основе;
- подготовка кадров высшего профессионального образования в области химической технологии.

Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие программу аспирантуры:

- научно-исследовательская деятельность в области химической технологии;
- преподавательская деятельность по образовательным программам высшего профессионального образования

В соответствии с направленностью программы подготовки в основу данной программы вступительных испытаний положены наиболее значимые вопросы дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии».

# ВОПРОСЫ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

для поступления в аспирантуру по направлению  
18.06.01 «Химическая технология», направленность программы  
05.17.08 «Процессы и аппараты химической технологии»

## ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

### I. Гидростатика

1. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера.
2. Основное уравнение гидростатики и его практическое применение.

### II. Гидродинамика

1. Дифференциальные уравнения движения Эйлера. Уравнение Бернулли, примеры использования его в инженерных расчётах.
2. Закон внутреннего трения Ньютона. Уравнение Навье-Стокса для несжимаемой жидкости.
3. Основы теории подобия, гидродинамическое подобие. Критерии гидродинамического подобия. Теоремы подобия. Физическое моделирование гидромеханических процессов.
4. Гидравлические сопротивления при движении жидкости в трубопроводах и аппаратах. Расчёт гидравлического сопротивления сети.
5. Движение тел в жидкостях. Движение жидкостей через неподвижные слои зернистых материалов.
6. Гидродинамика псевдооживленных слоев зернистых материалов.
7. Барботаж газа. Пленочное течение жидкостей.
8. Перемешивание в жидких средах. Пневматическое и механическое перемешивание. Перемешивание с помощью насосов. Устройство мешалок.
9. Перемещение жидкостей. Классификация насосов, основные параметры насосов. Напор насоса и высота всасывания. Поршневые, центробежные насосы, насосы других типов. Совместная работа насоса и трубопроводной сети, определение рабочих точек насоса.
10. Разделение неоднородных (гетерогенных) систем. Отстаивание, скорость свободного и стесненного осаждения. Отстойники.
11. Центрифугирование. Центробежная сила и фактор разделения. Устройство и расчет центрифуг.
12. Фильтрование, способы фильтрования. Фильтровальные перегородки. Устройство и расчет фильтров.
13. Гравитационная очистка газов. Очистка газов под действием центробежных сил. Очистка газов фильтрованием.

## ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ

1. Основы теории теплообмена.
2. Способы передачи теплоты. Движущая сила теплообменных процессов. Тепловые балансы.
3. Уравнения теплоотдачи и теплопередачи. Коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи.
4. Передача тепла теплопроводностью. Уравнения Фурье, коэффициент теплопроводности. Теплопроводность плоских, цилиндрических и сферических стенок.
5. Конвективный теплообмен. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена и преобразование его с помощью теории подобия. Определяемые и определяющие критерии конвективного теплообмена.
6. Тепловое излучение. Законы теплового излучения.
7. Теплопередача через плоские и цилиндрические стенки. Расчет коэффициента теплопередачи. Средняя разность температур теплоносителей.
8. Нагревание водой, водяным паром и высокотемпературными теплоносителями. Охлаждение до обыкновенных и низких температур.
9. Особые случаи теплообмена: теплообмен при конденсации пара, теплообмен при кипении жидкости.
10. Типы теплообменных аппаратов. Устройство и порядок расчёта рекуперативных подогревателей, холодильников, испарителей, конденсаторов.
11. Выпаривание. Способы выпаривания. Однокорпусные выпарные установки. Материальный и тепловой балансы, расчет поверхности нагрева. Полезная разность температур, температурные потери. Многокорпусные выпарные установки (МВУ). Материальный и тепловой балансы МВУ. Общая (суммарная) полезная разность температур в МВУ и ее распределение по корпусам. Устройство и расчет выпарных установок.

## МАССООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

### I. Общие понятия

1. Классификация массообменных процессов. Движущая сила массообменных процессов. Выражение движущих сил процессов массопередачи.
2. Фазовое равновесие. Законы Генри, Рауля, Дальтона и использование их при расчёте равновесия между жидкостью и газом (паром).
3. Энергия Гиббса и использование её при описании фазового равновесия в системах жидкость–газ и жидкость–жидкость.



4. Молекулярная и конвективная диффузия. Закон Фика. Дифференциальное уравнение диффузии в неподвижной среде. Коэффициенты молекулярной диффузии и зависимость их от температуры и давления.
5. Конвективный массообмен. Дифференциальное уравнение конвективного массообмена и преобразование его с помощью теории подобия. Критерии подобия.
6. Модели процессов массообмена (плёночная модель, модель проникания, модель диффузионного пограничного слоя).
7. Уравнения массоотдачи и массопередачи, коэффициенты массоотдачи и массопередачи. Число единиц переноса и высота единицы переноса. Понятие теоретической ступени. Расчёт основных размеров массообменных аппаратов.

## **II. Абсорбция**

1. Равновесие между фазами при абсорбции. Материальный и тепловой баланс процесса. Уравнение рабочей линии. Расход абсорбента.
2. Устройство и режимы работы абсорбционных аппаратов. Расчет насадочных и тарельчатых абсорберов.

## **III. Дистилляция и ректификация.**

1. Равновесие в системах жидкость-пар.
2. Закон Рауля, идеальные, реальные и азеотропные смеси.
3. Дистилляция, принципиальная схема и материальный баланс.
4. Непрерывно и периодически действующие ректификационные установки. Материальный баланс, уравнения рабочих линий.
5. Минимальное и действительное флегмовые числа. Тепловой баланс ректификационной колонны.
6. Ректификация многокомпонентных смесей. Устройство и расчет ректификационных колонн.

## **IV. Жидкостная экстракция.**

1. Равновесие в системе жидкость-жидкость. Треугольная диаграмма. Одноступенчатая экстракция, материальный баланс.
2. Многоступенчатая противоточная экстракция, материальный баланс.
3. Устройство экстракторов. Выбор экстрагента.
4. Схема экстракционных установок.

## **V. Сушка конвективная и контактная.**

1. Выражение движущей силы процесса сушки. Материальный и тепловой балансы конвективных и контактных сушилок. Расчёт сушилок на основе по-

нения “напряжение по влаге”. Конструкции конвективных и контактных сушилок.

#### **VI. Процессы растворения и кристаллизации.**

1. Равновесие при кристаллизации. Скорость процессов кристаллизации. Влияние условий кристаллизации на свойства кристаллов. Устройство кристаллизаторов и их расчёт.

#### **VII. Массообмен через полупроницаемые перегородки (мембраны).**

1. Физико-химические основы мембранных процессов. Обратный осмос, ультра- и микрофльтрация.
2. Виды мембран.
3. Материальный баланс баромембранных процессов, расчет рабочей поверхности мембран. Мембранные аппараты: с плоскими, трубчатыми и рулонными мембранными элементами.