

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Ивановский государственный политехнический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям



В.Е. Румянцева

«02»

03

2026 года

## **ПРОГРАММА**

**вступительного испытания для поступающих в аспирантуру**

### **2.6. Химические технологии и технологии материалов**

*шифр и наименование группы научных специальностей*

#### **2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий**

*шифр и наименование научной специальности*

## **1. Общие положения**

Программа вступительного испытания для поступающих на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее – аспирантура) разработана с учетом паспорта научной специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий.

Целью вступительного испытания является определение уровня подготовки поступающих и оценки их способности для дальнейшего обучения по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре в соответствии с установленными федеральными государственными требованиями к структуре программ аспирантуры, условиям их реализации, срокам освоения этих программ, с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов.

Программа разработана кафедрой естественных наук и техносферной безопасности.

## **2. Требования к уровню подготовки поступающих**

В программу вступительного испытания включены базовые вопросы, которыми должен владеть специалист или магистр для успешного освоения программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий. Поступающий должен знать основные теоретические сведения в области научной специальности, их практическое применение, методы решения поставленных задач, владеть профессиональной терминологией.

Поступающие в ИВГПУ сдают экзамен по научной специальности.

Экзамен содержит 2 задания – тестовое из 20 вопросов и 1 открытый вопрос в виде эссе на одну из тем, представленных ниже.

Не менее чем за 2 дня до начала вступительного экзамена поступающий должен сдать реферат. Вступительный реферат является самостоятельной работой, содержащей обзор состояния сферы предполагаемого исследования.

Предлагаемые темы представлены в настоящей программе перед списком литературы.

Тематика реферата для поступления в аспирантуру может быть выбрана в индивидуальном порядке, но обязательно согласована с предполагаемым научным руководителем по выбранной для обучения в аспирантуре специальности.

Объем реферата составляет 20-25 страниц печатного текста. В реферате автор должен продемонстрировать четкое понимание проблемы, знание дискуссионных вопросов, связанных с ней, умение подбирать и анализировать фактический материал, умение сделать из него обоснованные выводы, наметить перспективу дальнейшего исследования.

Реферат должен содержать:

- титульный лист (автор, тема реферата, наименование научной специальности, год);

- содержание;
- введение (постановка проблемы);
- основная часть: 1 раздел - обзор исследований по данной проблематике, 2 раздел - результаты исследований автора по указанной теме, возможные направления дальнейших исследований;
- заключение;
- список использованной литературы;
- приложения (если есть необходимость).

Реферат представляется в печатном виде, сброшюрованный, на листах формата А4 (21 см х 29,7 см), поля: верхнее – 2 см, нижнее – 2 см, левое – 3 см, правое – 1 см), шрифт Times New Roman, размер шрифта 14 pt, межстрочный интервал 1,5. Библиографические ссылки в тексте оформляются в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2008. Нумерация страниц в нижним правом углу. На титульном листе номер страницы не ставят. Реферат в обязательном порядке проходит проверку на выявление неправомерных заимствований. Справку о проверке текста на антиплагиат прикладывают в конце реферата.

Реферат проверяет предполагаемый научный руководитель.

### 3. Форма проведения вступительного испытания

Вступительное испытание проводится с использованием дистанционных технологий на портале Цифровой Политех <https://moodle.ivgpu.ru/>.

Вступительное испытание проводится на русском языке.

Требования к проведению вступительного испытания определены Правилами приема на обучение по программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре ИВГПУ.

### 4. Рейтинговая шкала

Результат вступительного испытания оценивается по **100-балльной шкале**, при которой оценка **40 баллов** является минимальным количеством баллов, подтверждающим успешное прохождение вступительного испытания согласно Правилам приема.

Сумма баллов за тестовое задание составляет 40 баллов, эссе – 20 баллов, реферат – 10 баллов, общая сумма баллов за личные достижения (портфолио) – 30 баллов.

### 5. Критерии оценивания

оценочные средства	критерии оценивания – баллы рейтинга			
	Текущий контроль			
Реферат	8-10	6-7	4-5	0-3
	Материал изложен в полном объеме.	Материал изложен в	Материал изложен не в	Материал изложен не в

	Раскрыта актуальность рассматриваемой темы, ее новизна. Поступающий представил логичную структуру реферата, аргументированные и структурированные выводы	полном объеме, но есть несущественные неточности в обосновании актуальности и новизны. Поступающий не совсем точно сформулировал выводы	полном объеме, есть несущественные замечания к обоснованию актуальности, новизны и направлений развития согласно выбранной темы	полном объеме, есть существенные замечания к обоснованию актуальности рассматриваемой темы, обоснованию новизны. Поступающий не смог аргументировать выводы
Портфолио	24-30	18-23	12-17	0-11
	<i>Промежуточный контроль</i>			
Экзамен в виде тестового задания	32-40	24-31	16-23	0-15
	Получены верные ответы на 80-100% вопросов тестового задания	Получены верные ответы на 60-79% вопросов	Получены верные ответы на 40-59%	Получены верные ответы менее 40% вопросов
Эссе	16-20	12-15	8-11	0-7
	Получен полный ответ на поставленный вопрос. Ответ последователен, логичен, продемонстрирована способность грамотно излагать материал и отвечать на дополнительные вопросы по заданной тематике	Ответ имеет незначительные неточности. Частично или не в полном объеме получены ответы на дополнительные вопросы	Ответ неточный. Ответы на дополнительные вопросы не получены	Получен неполный ответ, допущены значительные ошибки
Итоговая оценка	80-100	60-79	40-59	0-39
	отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно

### **ПЕРЕЧЕНЬ ТЕСТОВЫХ ВОПРОСОВ ДЛЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

1. Какой критерий характеризует режим движения жидкости?
  - А) Рейнольдса +
  - Б) Эйлера
  - В) Фруда
  - Г) гомохронности
  
2. Что характеризует критерий гомохронности?
  - А) отношение сил давления и сил инерции в потоке

- Б) отношение сил инерции и сил тяжести в потоке
- В) отношение сил инерции и сил вязкого трения в потоке, характеризует гидродинамический режим движения жидкости
- Г) изменение скорости потока в пространстве и времени при неустановившемся движении жидкости +

3. Что характеризует критерий Эйлера?

- А) отношение сил давления и сил инерции в потоке +
- Б) отношение сил инерции и сил тяжести в потоке
- В) отношение сил инерции и сил вязкого трения в потоке
- Г) изменение скорости потока в пространстве и времени при неустановившемся движении жидкости

4. Что характеризует критерий Рейнольдса?

- А) отношение сил давления и сил инерции
- Б) отношение сил инерции и сил тяжести
- В) отношение сил инерции и сил вязкого трения +
- Г) соотношение силы веса и силы давления

5. Дайте определение естественной конвекции:

- А) перенос теплоты с помощью электромагнитных волн, обусловленных только температурой и оптическими свойствами среды
- Б) перенос тепла вследствие беспорядочного (теплового) движения микрочастиц, непосредственно соприкасающихся друг с другом
- В) перенос теплоты за счет перемещения жидкости или газа, вызванного разностью плотностей в различных точках пространства вследствие различия температур +
- Г) перенос теплоты за счет перемещения потоков жидкости или газа, происходящего вследствие затраты механической энергии

6. Что характеризует критерий Нуссельта?

- А) подобие процессов теплопереноса на границе между стенкой и потоком жидкости +
- Б) соотношение сил вязкого трения и подъемной силы, описывает режим свободного движения теплоносителя
- В) физико-химические свойства теплоносителя и является мерой подобия температурных и скоростных полей в потоке
- Г) соотношение сил тяжести и сил вязкого трения в потоке

7. Что характеризует критерий Прандтля?

- А) подобие процессов теплопереноса на границе между стенкой и потоком жидкости
- Б) подобия неустановившихся процессов теплообмена
- В) физико-химические свойства теплоносителя и является мерой подобия температурных и скоростных полей в потоке +

Г) соотношение сил тяжести и сил вязкого трения в потоке

8. Что характеризует критерий Фурье?

А) подобие процессов теплопереноса на границе между стенкой и потоком жидкости

Б) подобия неустановившихся процессов теплообмена +

В) физико-химические свойства теплоносителя и является мерой подобия температурных и скоростных полей в потоке

Г) соотношение сил тяжести и сил вязкого трения в потоке

9. Что характеризует критерий Грасгофа?

А) подобие процессов теплопереноса на границе между стенкой и потоком жидкости

Б) подобия неустановившихся процессов теплообмена

В) физико-химические свойства теплоносителя и является мерой подобия температурных и скоростных полей в потоке

Г) соотношение сил вязкого трения и подъемной силы, описывает режим свободного движения теплоносителя +

10. Что такое турбулентная диффузия?

А) процесс переноса вещества за счет перемещения его макроскопических объемов, обусловленный скоростью движущегося потока

Б) процесс переноса распределяемого вещества, обусловленный беспорядочным движением микрочастиц

В) конвективный перенос вещества под действием турбулентных пульсаций +

Г) процесс переноса вещества из ядра потока к границе раздела фаз или от границы раздела фаз в ядро потока

### **ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЭССЕ**

1. Основные задачи кинетики массообменных процессов.
2. Основные модели механизмов массопереноса на границе раздела фаз.
3. Уравнение массоотдачи и коэффициенты массоотдачи.
4. Проблемные вопросы создания замкнутых и малоотходных экологически чистых технологических производств.
5. Проблемы масштабного перехода, интенсификации, и увеличение мощности аппаратов.
6. Развитие методов математического моделирования применительно к задачам анализа и синтеза химико-технологических систем.
7. Современные виды аппаратов для процессов разделения неоднородных систем.
8. Принципы составления технологических схем.
9. Аппаратурное оформление процессов сушки и обжига.
10. Перспективы развития теплообменной аппаратуры.

## ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ ТЕМ ДЛЯ РЕФЕРАТОВ

1. Факторы, определяющие скорость химико-технических процессов, протекающих в гомо- и гетерогенных средах. Роль концентрации реагентов, температуры, давления и обновления поверхности реагирующих фаз на скорость протекания технологических процессов.
2. Влияние гидродинамической обстановки и турбулентности реагирующей смеси на скорость технологических процессов.
3. Функциональные материалы в химической технологии: катализаторы, абсорбенты, мембраны, фильтрующие составы, сенсоры, электроды и т.п. Металлические и неметаллические материалы, особенности их защиты от коррозии.
4. Тепловые процессы в химической технологии. Общая характеристика процессов теплообмена. Основное уравнения теплопередачи.
5. Абсорбция. Физические основы. Равновесие в системе газ-жидкость. Материальный и тепловой баланс абсорбционных процессов, их кинетические закономерности.
6. Общие сведения о химических реакторах. Классификация реакторов и режимов их работы. Требования, предъявляемые к химическим реакторам. Уравнения материального баланса для элементарного объема проточного реактора.
7. Реакторы идеального смешения (РИС) периодического (РИС-П) и непрерывного (РИС-Н) действия; их математические модели. Характеристические уравнения периодических и непрерывных реакторов в стационарном режиме.
8. Кинетические закономерности основных процессов химической технологии. Понятие движущей силы ХТП.
9. Задачи и основные стадии научно-исследовательской, опытно-производственной и проектной работы в химической промышленности. Особенности изучения промышленных химико-технологических процессов по сравнению с лабораторными исследованиями.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г. Касаткин. – М.: ООО «ИД Альянс», 2009. 753 с.
2. Процессы и аппараты химической технологии: учеб. пособие для вузов / [А.А. Захарова, Л.Т. Бахшиева, Б.П. Кондауров и др.]; под ред. А.А. Захаровой. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 528 с.
3. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: учебник
4. для вузов: в 2 ч. Ч.2: Массообменные процессы и аппараты / Ю. И. Дытнерский.– М.: Химия, 1992. - 384с.
5. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: учебник
6. для вузов: в 2 ч. Ч.1: Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты / Ю. И. Дытнерский. – М.: Химия, 1992. - 416с.