

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
_____ А.Ю. Наливайко
«__» _____ 20__ г.

**Программа вступительного испытания по комплексному экзамену
для поступающих на обучение
по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров
в аспирантуре**

научная специальность:
2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий

Москва 2026

Введение

Программа вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности «2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий» разработана в соответствии с требованиями базовых учебных программ технических специальностей высших учебных заведений и паспортом научной специальности.

РАЗДЕЛ 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. На вступительное испытание поступающие допускаются при наличии документа, удостоверяющего личность и гражданство (паспорта), и расписки о подаче документов.

2. Форма проведения вступительного испытания: письменный комплексный междисциплинарный экзамен и устное собеседование по вопросам и реферату. Комплексный междисциплинарный экзамен включает следующие этапы:

- оценка уровня подготовленности, соответствующего научной специальности;
- оценка степени проработанности темы научно-исследовательской работы, планируемой к реализации в рамках программы обучения по научной специальности (реферат).

3. По результатам вступительного испытания поступающему по 100-балльной системе выставляется оценка от нуля до ста баллов. Минимально необходимое количество баллов по 100-балльной системе составляет 40 баллов, ниже которых вступительное испытание считается несданным. Итоговая оценка вступительного испытания определяется путем суммирования количества баллов, полученных по каждой части комплексного междисциплинарного экзамена. Максимальное количество баллов по каждой части экзамена представлено в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование	Максимальное кол-во баллов	Кол-во вопросов
1	Ответы на контрольные вопросы (письменно)	60	3
2	Собеседование по вопросам раздела 2 (устно)	20	-
3	Собеседование по реферату	20	-
Итого:		100	

4. Экзаменационный билет содержит 3 контрольных вопроса по дисциплинам, указанным в программе вступительного испытания в разделе 2. Собеседование проводится по вопросам раздела 2 и представленного реферата.

Ответ на каждый на вопрос комплексного междисциплинарного экзамена оценивается в соответствии со шкалой оценивания (таблица 2). Максимальная оценка за ответ на вопрос составляет 20 баллов. Время выполнения письменного задания составляет – 45 минут.

Таблица 2

Баллы	Критерий выставления оценки
16-20	Демонстрация отличных знаний по заданному вопросу. Умение иллюстрировать теоретические положения эскизами, графиками, формулами. Широкий кругозор по обсуждаемым вопросам.
12-15	Демонстрация твердых знаний по заданному вопросу. Наличие мелких неточностей в ответе и в иллюстративном материале.
8-11	Неплохое знание вопроса, но с заметными ошибками.
5-7	Слабое знание и понимание рассматриваемого вопроса, со значительными ошибками
0-4	Незнание и непонимание рассматриваемого вопроса.

5. Вступительные испытания проводятся в очном формате и с применением дистанционных технологий по расписанию приёмной комиссии университета, размещенному на официальном сайте университета.

Экзаменационная аудитория объявляется за 1 день до начала вступительного испытания в очном формате.

6. Вступительные испытания с применением дистанционных технологий проводятся на выделенном образовательном портале Московского Политеха (<https://online.mospolytech.ru>) (далее – LMS), на котором размещен онлайн-курс «ВИА2026_<Код и Наименование ООП>» для приема вступительного испытания (Например, «ВИА2026_ 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий»). Взаимодействие между участниками вступительных испытаний (председателем, членами комиссий и абитуриентами) осуществляется с применением дистанционных технологий и видеоконференцсвязи в системе МТС Линк, Zoom и пр. Ссылка на видеоконференцию размещается на онлайн-курсе на портале LMS. Конкретный вид используемого программного продукта будет указан приёмной комиссией.

7. Онлайн-курс «ВИА2026 <Код и Наименование ООП>», предназначенный для проведения ВИА, содержит разделы для загрузки письменных ответов и реферата, Программу вступительных испытаний по научной специальности, правила проведения ВИА, в т.ч. бланк согласия абитуриента о проведении видеофиксации хода испытаний.

8. Регистрация на портале ВИА и доступ к онлайн-курсу «ВИА2026 <Код и Наименование ООП>» осуществляется из личного кабинета абитуриента, сформированного при подаче документов в приемную комиссию Московского Политеха.

9. Ссылка для подключения к видеоконференции ВИА доступна абитуриенту в онлайн-курсе «ВИА2026 <Код и Наименование ООП>» после регистрации на портале ВИА.

10. Перед началом вступительного испытания, поступающим сообщается время и место получения информации о полученных результатах.

11. На вступительных испытаниях разрешается пользоваться: справочной литературой, представляемой комиссией. Запрещено пользоваться средствами связи.

12. Поступающий, нарушающий правила поведения на вступительном испытании, может быть снят со вступительных испытаний. Фамилия, имя, отчество снятого с испытаний поступающего и причина его снятия заносятся в протокол проведения вступительного испытания.

13. При проведении вступительного испытания уточняющие вопросы поступающих по содержанию экзаменационных вопросов принимаются председателем экзаменационной комиссии, в том числе по телефону и рассматриваются только в случае обнаружения опечатки или другой неточности какого-либо задания вступительного испытания. Председатель экзаменационной комиссии обязан отметить этот факт в протоколе проведения вступительного испытания. Экзаменационной комиссией будут проанализированы все замечания, при признании вопроса некорректным он засчитывается поступающему, как выполненный правильно.

14. Письменные ответы на вопросы оформляются на бланке формата А4 с указанием идентификационных данных абитуриента (Фамилия И.О., номер билета, номер вопроса). Бланк заполняется вручную, разборчивым почерком, ручкой чёрного цвета. Эскизы, схемы выполняются вручную, допускается применение чертёжных инструментов. Каждая страница, содержащая ответ, нумеруется и визируется абитуриентом.

По истечении времени, отведенного на выполнение письменного экзамена, поступающий загружает свой ответ в форме скан-документа (.pdf) или фотографии (.jpg) в онлайн-курсе «ВИА2026 <Код и Наименование ООП>» строго до времени, указанного экзаменационной комиссией.

Время выполнения письменных ответов по билету составляет – 45 минут, время для фотографирования (сканирования) ответов по билету и загрузки информации в систему LMS университета в соответствующем разделе - 20 минут. После указанного времени загрузка ответов будет заблокирована.

15. По окончании отведенного времени Поступающим сообщается время повторного подключения к видеоконференции для участия во втором этапе

вступительных испытаний - собеседовании по результатам письменного ответа профильной части билета и собеседование по реферату.

16. Перед прохождением собеседования на портале LMS в онлайн-курс «ВИА2026<Код и Наименование ООП>» в соответствующий раздел должен быть загружен реферат с визой поступающего в срок не позднее, чем за 1 сутки до начала вступительных испытаний.

17. По окончании вступительного испытания поступающий информируется комиссией о набранных баллах с учетом индивидуальных достижений.

18. Учет индивидуальных достижений осуществляется посредством начисления баллов за индивидуальные достижения, но не более 100 баллов за совокупность представленных индивидуальных достижений. Указанные баллы начисляются поступающему, представившему документы, подтверждающие получение результатов индивидуальных достижений, и включаются в сумму конкурсных баллов. Учет индивидуальных достижений осуществляется предметной комиссией в ходе проведения комплексного экзамена. Поступающий приносит копии материалов, подтверждающие индивидуальные достижения, на комплексный экзамен.

19. При приеме на обучение по программам аспирантуры университет учитывает следующие индивидуальные достижения:

а) общие индивидуальные достижения:

- публикации в изданиях, включенных в «Белый список» и индексируемые в базах данных «Web of ScienceCore Collection» или «Scopus» – 10 баллов за каждую публикацию;

- публикации в изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК для публикации основных научных результатов диссертаций («перечень ВАК»), а также авторские свидетельства на изобретения, патенты – 5 баллов за каждую публикацию, авторское свидетельство или патент;

- статьи, тексты, тезисы докладов, опубликованные в трудах международных или всероссийских симпозиумов, конференций, семинаров – 4 балла за каждую публикацию;

- прочие публикации – 2 балла за каждую публикацию;

- диплом победителя/призера/лауреата научно-исследовательского трека Всероссийского инженерного конкурса, полученный за последние два года, по профилю, соответствующему научной специальности, на которую абитуриент подал документы – 10 баллов;

- диплом победителя/призера/медалиста (бронзовый, серебряный, золотой) Всероссийской олимпиады студентов «Я – профессионал», полученный

за последние два года, по профилю, соответствующему научной специальности, на которую абитуриент подал документы – 5 баллов;

- дипломы победителей международных и всероссийских научных конкурсов, студенческих олимпиад и творческих фестивалей, тематика которых соответствует направленности подготовки (научной специальности) в аспирантуре – 3 балла за каждый диплом;

- дипломы победителей региональных конкурсов, студенческих олимпиад и творческих фестивалей, тематика которых соответствует направленности подготовки (научной специальности) в аспирантуре – 2 балла за каждый диплом;

- наличие удостоверения о сдаче кандидатских экзаменов (для лиц, сдавших кандидатские экзамены за рубежом – справки о наличии законной силы предъявленного документа о сдаче кандидатских экзаменов, выданной Министерством образования и науки Российской Федерации) – 2 балла;

- диплом магистра или специалиста с отличием – 10 баллов;

- рекомендательное письмо от потенциального научного руководителя / руководителя Центра компетенций Московского Политеха – 30 баллов;

б) целевые индивидуальные достижения:

- участие в мероприятиях по профессиональной ориентации (далее – профориентационные мероприятия), проводимых заказчиком целевого обучения – 1 балл за одно мероприятие, прошедшее в течение года до даты начала приема документов на программы аспирантуры.

20. В случае равенства прав (конкурсный балл, баллы предметов вступительных испытаний в соответствии с приоритетами, индивидуальных достижений) на поступление двух и более поступающих, претендующих на одно место, перечень зачисляемых лиц определяется приемной комиссией Университета на основании рассмотрения личных дел поступающих.

21. Поступающий, сдающий вступительные испытания дистанционно, также может быть досрочно удален из вебинарной комнаты в случае если обнаружится, что он находится в помещении не один и ему помогают третьи лица.

22. Поступающий, который планирует сдавать вступительные испытания дистанционно, должен быть обеспечен ПК с видеокамерой хорошего разрешения, микрофоном, и устойчивым интернет соединением, при этом если в процессе проведения испытаний у поступающего пропадает картинка или сигнал интернет соединения и оно будет разорвано, имеется не более 5 минут на повторное подключение, более этого времени испытание считается завершенным, поступающему ставится оценка по факту прошедшей беседы до времени отключения.

РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Программа вступительных испытаний по научной специальности «2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий» предусматривает комплексную оценку знаний и уровня подготовленности поступающего и включает следующие части:

- **Оценка уровня подготовленности по научной специальности «2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий».**

Вступительное испытание по научной специальности определяет, насколько свободно и глубоко лица, поступающие в аспирантуру, владеют теоретическими и практическими знаниями по профильным дисциплинам, которые в будущем могут стать основой их научной-исследовательской деятельности.

- **Оценка степени проработанности темы научно-исследовательской работы, планируемой к реализации в рамках программы обучения по научной специальности (реферат)**

В реферате излагаются основные положения развития научных исследований по одной из тем научной специальности «2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий», в том числе по теме, планируемой к выполнению диссертации.

2.1. Рекомендуемые разделы и темы программы вступительных испытаний

Тема 1. Основы гидромеханических процессов

Общие представления о жидкостях как сплошных средах. Идеальные и реальные жидкости. Капельные и упругие жидкости. Объемные и поверхностные силы, действующие на жидкость. Уравнение движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера). Уравнение движения вязкой несжимаемой жидкости (уравнение Навье-Стокса). Вязкостные свойства сплошных сред.

Методы теории подобия. Скорость осаждения твердых частиц под действием сил тяжести (отстаивание) и методы ее расчета. Конструкции отстойных аппаратов для разделения суспензий, эмульсий и очистки запыленных газов и методы их расчета.

Фильтрация суспензий и газов. Виды осадков и фильтрованных перегородок. Уравнение фильтрации для аппаратов с постоянным перепадом давлений и постоянной скоростью фильтрования. Аппараты для фильтрования и методы их расчета. Центробежное отстаивание и центробежное фильтрование.

Центробежный фактор разделения. Классификация центрифуг. Разделение суспензий и эмульсий в гидроциклонах. Очистка газов от пыли и центробежных пылеуловителей. Методы расчета аппаратов для разделения в поле центробежных сил. Электрофильтры, принцип работы, конструкции и методы их расчета.

Применение процессов перемешивания в жидких средах в химической технологии. Методы перемешивания сред. Силы, участвующие в процессе перемешивания. Типы перемешивающих устройств. Аппаратурное оформление и методы расчета процессов перемешивания. Эффективность и интенсивность перемешивания.

Основы гидравлического расчета химико-технологических аппаратов и трубопроводов. Типы насосов, вентиляторов и компрессоров, применяемых в химической технологии, их характеристики и методы расчета.

Тема 2. Процессы теплопереноса

Теплообмен между жидкостью (газом) и поверхностью. Безразмерная форма уравнения переноса теплоты и оценка порядка его членов. Толщина теплового пограничного слоя. Представление решения уравнения переноса теплоты в критериальной форме. Некоторые эмпирические соотношения для расчета коэффициентов теплоотдачи при сохранении агрегатного состояния теплоносителя. Теплоотдача с изменением агрегатного состояния теплоносителя. Кипение жидкостей. Конденсация пара.

Основы переноса теплоты излучением. Методы интенсификации процессов теплоотдачи. Теплоотдача через плоские (одно- и многослойные) стенки при постоянных температурах теплоносителей. Определение движущей силы теплопередачи для тепловых случаев движения теплоносителей в теплообменниках (прямоток, противоток, перекрестный ток, смешанный ток). Классификация промышленных теплоносителей, их сравнительные характеристики и области применения. Схема нагревательных установок. Теплообменные аппараты, их классификации. Устройство типовых теплообменных аппаратов: с трубчатыми поверхностями теплообмена, с плоскими поверхностями, аппараты с очищаемой в процессе работы поверхностью теплообмена, градирни, конденсаторы смешения, регенеративные теплообменники и др.

Расчет основных размеров и рациональных режимов работы теплообменников при их проектировании. Расчет выпарных аппаратов. Классификация процесса выпаривания, основные виды выпарных установок. Элементы расчета выпарных аппаратов: материальный и тепловой балансы процесса выпаривания. Определение температурных потерь и расчет

температуры кипения растворов. Способы распределения полезной разности температур по корпусам и оптимизация числа корпусов в многокорпусных выпарных установках. Методы интенсификации процессов выпаривания. Выпаривание с применением теплового насоса.

Применение процессов получения искусственного холода в химической технологии и их классификация. Теоретические основы получения искусственного холода. Холодильные агенты, их характеристики и области применения. Парокомпрессионные установки.

Тема 3. Массообменные процессы

Классификация массообменных процессов химической технологии, как методов разделения многокомпонентных систем. Роль массообменных процессов в решении задачи охраны окружающей среды. Общие сведения о процессах переноса массы. Основные понятия. Механизмы переноса. Общие уравнения переноса вещества в многофазных многокомпонентных средах, начальные и граничные условия. Существующие подходы к описанию массообменных процессов в дисперсных системах, основанные на рассмотрении элементарных актов массообмена.

Инженерные методы расчета массообменных процессов и аппаратов химической технологии. Расчет размеров массообменных аппаратов с непрерывным контактом фаз на основе коэффициентов массопередачи, высоты единицы переноса (ВЕР), высоты эквивалентной теоретической тарелки (ВЭТТ). Расчет размеров массообменных аппаратов со ступенчатым контактом фаз. Равновесие жидкость-пар идеальных смесей. Закон Рауля. Расчет равновесия неидеальных смесей в системе жидкость-пар. Константа фазового равновесия, летучесть, их связь с коэффициентами активности. Равновесие в системах жидкость-газ. Закон Генри. Равновесие в многокомпонентных системах. Равновесие в системах с химическим взаимодействием.

Равновесие в системах жидкость-жидкость. Коэффициент распределения, коэффициент селективности, их расчет по величинам коэффициентов активности. Общая характеристика процесса абсорбции и области ее промышленного применения. Аппаратурное оформление абсорбционно-десорбционных процессов. Методы десорбции. Методы интенсификации абсорбционных процессов. Общая характеристика процесса. Виды процессов ректификации и дистилляции и области их применения. Принципиальная схема ректификационных установок. Аппаратурное оформление процесса ректификации. Расчет бинарной ректификации в колонне непрерывного и периодического действия. Расчет ректификации многокомпонентных смесей. Математическое описание процесса. Специальные методы процесса

ректификации: азеотропная, экстрактивная, ректификация с химическим взаимодействием.

Методы интенсификации процесса ректификации. Способы разделения, основанные на различном составе жидкости и пара. Общая характеристика процесса экстракции и области его промышленного применения. Массообмен между каплей и потоком жидкости при различных числах Рейнольдса и Пекле. Влияние внешнего физического воздействия на массообмен между каплей и окружающей жидкостью. Технологические схемы процесса экстракции (схема с противоточным движением фаз, с перекрестным движением фаз, с рециркуляцией части растворителя). Аппаратурное оформление процесса экстракции. Графический расчет экстракции. Методы интенсификации процесса экстракции. Общая характеристика процесса сушки и области его промышленного применения. Виды высушиваемых материалов, используемых в химической и смежных отраслях промышленности. Классификация процессов сушки. Равновесие в системах капиллярно-пористый влажный материал – сушильный агент. Движущие силы обуславливающие перенос вещества и теплоты в капиллярно-пористых влажных материалах. Экстремальные методы исследования процесса сушки. Аппаратурное оформление процесса сушки твердых, дисперсных, пастообразных, жидких и др. материалов. Методы расчета сушильных аппаратов. Методы интенсификации процессов сушки.

Общая характеристика процесса адсорбции и области его применения. Описание явления адсорбции на молекулярном уровне: Изотермы адсорбции. Процессы переноса в зерне адсорбента. Аппаратурное оформление процесса адсорбции. Теоретический анализ и расчет процесса адсорбции в стационарном, движущемся и взвешенном слоях. Методы интенсификации процесса адсорбции.

Общая характеристика процесса растворения и области его промышленного применения. Кинетика растворения одиночной частицы, массовое растворение. Аппаратурное оформление процесса растворения. Методы расчета аппарата для растворения твердых материалов при различной гидродинамической структуре потоков. Методы интенсификации процесса растворения.

Общая характеристика процесса кристаллизации и области его промышленного применения. Основные равновесные состояния, используемые при расчете процесса кристаллизации. Диаграмма состояния раствор (расплав, пар) – кристаллическая фаза для однокомпонентных и многокомпонентных смесей. Образование зародышей. Термодинамические основы образования кристаллической фазы. Механизм зародышеобразования (гомогенное, гетерогенное зародышеобразование, эпитаксия). Теория кинетики зародышеобразования. Кинетические теории роста кристаллов. Тепло-

массообмен растущего кристалла с окружающим потоком раствора. Методы интенсификации процесса кристаллизации. Общая характеристика процесса ионного обмена и область его промышленного применения. Равновесие в бинарных и многокомпонентных системах при ионном обмене. Процессы переноса в зерне ионита. Механизм и особенности переноса вещества при ионном обмене. Постановка и решение внешнедиффузионной и внутридиффузионной задачи и ионного обмена.

Технологические схемы установок для осуществления процесса ионного обмена. Аппаратное оформление процессов ионного обмена. Расчет процесса ионного обмена в стационарном, движущемся и взвешенном слоях. Методы интенсификации процесса ионного обмена. Общая характеристика мембранных процессов и области их промышленного применения. Механизм массопереноса в мембранных процессах. Массоперенос в мембранах. Массоперенос в фазе раствора, контактирующего с мембраной. Концентрационная поляризация. Способы снижения концентрационной поляризации. Влияние внешних факторов (давление, температура, концентрация, акустических колебаний и т.д.) на мембранные процессы. Типы мембран. Конструкции мембранных аппаратов. Методы расчета мембранных процессов и аппаратов. Пути интенсификации мембранных процессов.

Тема 4. Химические процессы

Кинетика химических процессов. Методы расчета химических реакторов идеального перемешивания гомогенных сред. Методы расчета реакторов идеального вытеснения. Методы расчета реакторов с гетерогенными связями

2.2. Перечень выносимых на вступительные испытания вопросов

- 1) Скорость осаждения твердых частиц под действием сил тяжести и методы ее расчета.
- 2) Классификация основных процессов химической технологии.
- 3) Классификация массообменных процессов химической технологии, как методов разделения многокомпонентных систем.
- 4) Уравнение неразрывности. Уравнение движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера) и его частные случаи.
- 5) Метод теории подобия.
- 6) Гидродинамика неподвижных и псевдооживленных слоев.
- 7) Представление решения уравнения переноса теплоты в критериальной форме.

- 8) Скорость осаждения твердых частиц под действием сил тяжести (отстаивание) и методы ее расчета.
- 9) Теплоотдача с изменением агрегатного состояния теплоносителя. Кипение жидкостей. Конденсация пара.
- 10) Общая характеристика процесса абсорбции и области ее промышленного
- 11) применения.
- 12) Фильтрование суспензий и газов. Виды осадков и фильтровальных перегородок.
- 13) Определение движущей силы теплопередачи для типовых случаев движения теплоносителей в теплообменниках (прямоток, противоток, перекрестный ток, смешанный ток).
- 14) Принципиальная схема непрерывно действующей ректификационной установки.
- 15) Центробежное отстаивание и центробежное фильтрование. Фактор разделения.
- 16) Расчет выпарных аппаратов. Классификация процессов выпаривания, основные типы выпарных аппаратов.
- 17) Принципиальная схема периодически действующей ректификационной установки.
- 18) Применение процессов перемешивания в жидких средах в химической технологии. Методы перемешивания сред.
- 19) Элементы расчета выпарных аппаратов: материальный и тепловой балансы процесса выпаривания.
- 20) Расчет бинарной ректификации в колонне непрерывного действия.
- 21) Основы гидравлического расчета химико-технологических аппаратов и трубопроводов.
- 22) Способы распределения полезной разности температур по корпусам и оптимизация числа корпусов в многокорпусных выпарных установках.
- 23) Расчет бинарной ректификации в колонне периодического действия.
- 24) Применение процессов получения искусственного холода в химической технологии и их классификация.
- 25) Общая характеристика процесса экстракции и области его применения.
- 26) Идеальные и реальные жидкости. Капельные и упругие жидкости. Объемные и поверхностные силы, действующие на жидкость.
- 27) Теплообмен между жидкостью (газом) и поверхностью.
- 28) Технологические схемы процесса экстракции (схема с противоточным движением фаз, с перекрестным движением фаз).

- 29) Уравнение движения вязкой несжимаемой жидкости (уравнение Навье-Стокса).
- 30) Основы переноса теплоты излучением. Теплоотдача при одновременном действии механизмов конвекции и излучения.
- 31) Общая характеристика процесса сушки и области его промышленного применения.
- 32) Теплообмен в дисперсных средах газ-твердые тела: в стационарном, движущемся, псевдооживленном, фонтанирующих слоях.
- 33) Классификация процессов сушки.
- 34) Общая характеристика процесса адсорбции и области его применения.
- 35) Разделение газовых неоднородных систем путем мокрой очистки.
- 36) Теплообменные аппараты, их классификация. Расчет основных размеров и оптимальных режимов работы теплообменников при их проектировании.
- 37) Общая характеристика процесса кристаллизации и области его применения.
- 38) Электрофильтры и методы их расчета.
- 39) Выпаривание с применением теплового насоса.
- 40) Общая характеристика процесса ионного обмена и область его применения.
- 41) Метод анализа размерности.

2.3. Учебно-методическое обеспечение

- 1) Процессы и аппараты химической технологии. Явления переноса, макрокинетика, подобие, моделирование, проектирование: В 5 т. Т 1. Основы теории процессов химической технологии/Д.А. Баранов, А.В. Вязьмин, А.А. Гухман и др.; Под ред. А.М. Кутепова. – М.: Логос, 2000. – 480 с.
- 2) Процессы и аппараты химической технологии. Явления переноса, макрокинетика, подобие, моделирование, проектирование: В 5 т. Т.2. Механические и гидромеханические процессы/ Д.А. Баранов, В.Н. Блиничев, А.В. Вязьмин и др.; Под ред. А.М. Кутепова. – М.: Логос, 2001. – 600 с.
- 3) Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1973. – 752 с.
- 4) Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1987. – 496 с.

- 5) Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М., Курочкина М.И. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии. – С-Пб.: Химия, 1993. – 496 с.
- 6) Скобло А.И., Молоканов Ю.К., Владимиров А.И., Щелкунов В.А. Процессы и аппараты нефте- и газопереработки и нефтехимии. – М.: ООО «НедраБизнесцентр», 2000. – 677 с.
- 7) Гухман А.А. Введение в теорию подобия. – М.: Высшая школа, 1973. – 296 с.
- 8) Кутателадзе С.С. Анализ подобия в теплофизике. – Новосибирск: Наука, 1982. – 280 с.
- 9) Кутепов А.М., Латкин А.С. Вихревые процессы для модификации дисперсных систем. – М: Наука, 199. – 250 с.
- 10) Жужиков В.А. Фильтрование. Теория и практика разделения суспензий. – М.: Химия, 1980. – 400 с. 11. Соколов В.И. Центрифугирование. – М.: Химия, 1976. – 407 с.

РАЗДЕЛ 3. РЕФЕРАТ

Реферат выполняется лицами, поступающими в аспирантуру, с целью предварительной оценки их возможной склонности к научной работе. Тема реферата выбирается самостоятельно исходя из научных интересов поступающего и предполагаемого направления научного исследования в рамках выбранной научной специальности, либо из предлагаемого кафедрами примерного перечня тем.

Реферат должен содержать введение, основную часть, заключение, список использованной литературы.

Во введении освещается актуальность темы (научной проблемы), цели и задачи работы.

Основная часть должна раскрывать теоретические основы темы, вклад российских и зарубежных ученых в ее разработку, наиболее важные проблемы, выявленные в ходе научного исследования, собственную позицию автора по излагаемым вопросам, а также содержать практические материалы: опыт конкретных предприятий и организаций, соответствующую статистику, аналитические данные и др. по теме научного исследования. Таблицы, графики, диаграммы выполняются автором самостоятельно (сканирование не допускается).

В заключении автор должен обобщить результаты научного исследования, сформулировать предложения и выводы. Обязательным условием выполнения реферата является самостоятельность, научный подход и творческая направленность излагаемых вопросов.

Объем реферата - 20-25 стр. (шрифт 14 Times New Roman, полуторный интервал). Оформление реферата должно соответствовать стандартам: поля - 20 мм – левое, верхнее, нижнее; правое – 10 мм. Образец оформления титульного листа реферата представлен в Приложении А. В части неуказанных требований к оформлению реферата руководствоваться ГОСТ 7.32.-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

В числе использованной литературы должны быть работы отечественных и зарубежных авторов, статьи периодических изданий, Интернет ресурсы, нормативные документы. Используемые источники обязательно должны содержать работы за последние 3-5 лет.

На реферат в обязательном порядке предоставляется отзыв, подписанный потенциальным научным руководителем лица, поступающего в аспирантуру, или мотивированное заключение кафедры, профильной по выбранной научной специальности, и подписанное заведующим кафедрой и назначенным ведущим специалистом по теме исследования.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Образец титульного листа реферата
по специальности для поступления
в аспирантуру Университета

Фамилия, имя, отчество автора

Р Е Ф Е Р А Т

для поступления в аспирантуру по научной специальности

(код и наименование научной специальности)

на тему:

Москва 20__