Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 07.10.2023 11:59:52
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

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

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана
_____/А.С. Соколов/
«30» мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы технологии производства

Направление подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль
Безопасность технологических процессов и производств

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
очная

Москва, 2023 г.

Разработчик(и):

Профессор каф. «АОиАТП имени профессора М.Б. Генералова»

к.х.н., проф.  /М.Г. Беренгартен/

Согласовано:
И.о. зав. каф. «АОиАТП имени профессора М.Б. Генералова»
к.т.н.  /А.С.Соколов/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине.....4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....4
3. Структура и содержание дисциплины.....5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение.....8
5. Материально-техническое обеспечение.....10
6. Методические рекомендации.....10
7. Фонд оценочных средств.....12

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Основы технологии производства» следует отнести следующие:

- ознакомление студентов с основными понятиями химической технологии отрасли,
- понимание структуры химико-технологического процесса,
- понимание принципов использования сырья и энергии в технологии отрасли,
- ознакомление с основными особенности технологических процессов отрасли.

К основным задачам освоения дисциплины «Основы технологии производства» следует отнести:

- изучение основных показателей эффективности химико-технологического процесса;
- применение системного подхода к моделированию химико-технологических процессов и химических реакторов;
- применение основных законов химической термодинамики и химической кинетики при разработке технологических процессов с целью рационального использования материальных и энергетических ресурсов;
- изучение особенностей основных химических производств отрасли;
- изучение экологических аспектов химической технологии отрасли.

Обучение по дисциплине «Основы технологии производства» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	ИУК-2.1. Формулирует совокупность задач в рамках поставленной цели проекта, решение которых обеспечивает ее достижение ИУК-2.2. Определяет связи между поставленными задачами, основными компонентами проекта и ожидаемыми результатами его реализации ИУК-2.3. Выбирает оптимальные способы планирования, распределения зон ответственности, решения задач, анализа результатов с учетом действующих правовых норм, имеющихся условий, ресурсов и ограничений, возможностей использования
ОПК-1. Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека;	ИОПК-1.1. Умеет применять соответствующий физико-математический аппарат при решении профессиональных задач ИОПК-1.2. Умеет применять методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы технологии производства» относится к числу учебных дисциплин обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и входит в образовательную программу подготовки бакалавров по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность», профиль «Безопасность технологических процессов и производств».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Основы технологии производства» составляет 3 зачетных(е) единиц(ы) (108 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры 7
1	**Аудиторные занятия**	**54**	54
	В том числе:		
1.1	Лекции	36	36
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18
1.3	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**		
	В том числе:	**54**	54
2.1	Реферат		
2.2	Самостоятельная работа		
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**экзамен**	экзамен
	Итого	**108**	108

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Тема 1. Введение. Основные термины и определения		2				
2	Тема 2. Основные характеристики, показатели качества и параметры управления химико-технологичес-		2	2			6

	кими процессами						
3	Тема 3. Материальные и энергетические расчёты в химической технологии		2	2			6
4	Тема 4. Применение основных закономерностей химической термодинамики и химической кинетики в химической технологии		4	4			12
5	Тема 5. Моделирование химических реакторов		14	6			12
6	Тема 6. Важнейшие химические производства		10	4			16
7	Тема 7. Экологические аспекты химической технологии		2				2
Итого		**108**	**36**	**18**			**54**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Основные термины и определения

Химическая технология как наука.

Этапы развития химической технологии

Состояние химической отрасли промышленности в настоящее время и перспективы развития

Тема 2. Основные характеристики, показатели качества и параметры управления химико-технологическими процессами

Основные показатели и параметры протекания химико-технологических процессов (ХТП).

Показатели качества протекания ХТП. Степень превращения. Выход продукта. Селективность.

Удельные материальные, энергетические и эксплуатационные затраты.

Взаимосвязь между показателями качества протекания ХТП и их роль в формировании экономических показателей производства.

Параметры управления и физико-механические характеристики ХТП: температура, давление, концентрация реагентов, продолжительность взаимодействия, применение катализаторов и ингибиторов, тип и конструкция реактора.

Тема 3. Материальные и энергетические расчёты в химической технологии

Материальные и тепловые балансы как основа для оценки затрат на сырье, топливо и электроэнергию при производстве химических продуктов.

Принципы составления материальных и энергетических балансов химического реактора и ХТП в целом.

Тема 4. Применение основных закономерностей химической термодинамики и химической кинетики в химической технологии

Химическое равновесие.

Принцип Ле-Шателье. Управление состоянием равновесия на примере единичной химической реакции.

Скорость химической реакции.

Влияние температуры, давления и состава реакционной смеси на скорость реакции.

Закономерности реальной кинетики. Управление скоростью химической реакции с учётом закономерностей реальной кинетики.

Тема 5. Моделирование химических реакторов

Уравнение материального баланса химического реактора.

Модели реакторов с идеальной структурой потока

Модели реакторов с неидеальной структурой потока (ячеечная и диффузионная).

Уравнение теплового баланса химического реактора.

Температурная устойчивость реактора.

Постановка задачи оптимизации режимов работы реактора. Критерии оптимальности.

Оптимальный температурный режим и способы его осуществления в промышленном реакторе. Методы приближения к оптимальному температурному режиму в единичном реакторе.

Гетерогенные процессы химической технологии Основные стадии протекания ХТП. Понятия о лимитирующих стадиях. Внешнедиффузионная область протекания гетерогенного процесса. Внутреннедиффузионная область протекания гетерогенного процесса. Кинетическая область протекания гетерогенного процесса.

Гетерогенно-каталитические процессы и их модели.

Тема 6. Важнейшие химические производства

Производство синтез-газа из различного углеводородного сырья.

Основные производства на основе синтез-газа.

Производство водорода.

Синтез аммиака.

Производство азотной кислоты

Контактное производство серной кислоты.

Водородная энергетика.

Тема 7. Экологические аспекты химической технологии

Очистка промышленных газовых выбросов и жидких стоков.

Традиционные и современные передовые технологии: транспорт; водородная, атомная и теплоэнергетики

Влияние выбора технологии на экологические показатели

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Тема 1. Определение технологических критериев эффективности ХТП

Тема 2. Составление материальных и энергетических балансов ХТП

Тема 3. Составление кинетических уравнений различных типов реакций.

Определение равновесной степени превращения. Расчет скорости химических превращений.

Тема 4. Расчет химических реакторов на основе моделей с идеальной и с неидеальной структурой потока

Тема 5. Анализ технологических схем основных крупнотоннажных химических производств

3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

4.2 Основная литература

1. Харлампиди Х.Э. Общая химическая технология. Методология проектирования химикотехнологических процессов [Электронный ресурс] Издание: 2-е изд., перераб. Издательство: "Лань", 2013. - 448 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=32826
2. Кузнецова И.М., Харлампиди Х. Э. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС. - 2-е изд., перераб. - СПб.: Лань, 2014. - 384 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45973
3. Закгейм А. Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химикотехнологических процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ю. Закгейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Логос, 2012. - 304 с. - http://znanium.com/bookread.php?book=468690

4.3 Дополнительная литература

4.4 Электронные образовательные ресурсы

ЭОР не разработан.

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Не предусмотрено.

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. «Электронный читальный зал– БиблиоТех» https://technolog.bibliotech.ru/

5. Материально-техническое обеспечение

Проведение лекций осуществляется в общеуниверситетских аудиториях, где предусмотрена демонстрация фильмов, слайдов или использование раздаточных материалов.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу «Основы технологи производства» необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и самостоятельных занятий – обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий

достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа.

Преподаватель, принимающий зачёт или экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Работа студента направлена на:

- изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям и выполнение практических работ.
- подготовка и выполнение тестирования с использованием общеобразовательного портала

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником.

Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого семестра и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Не следует откладывать работу также из-за нерабочего настроения или отсутствия вдохновения. Настроение нужно создавать самому. Понимание необходимости выполнения работы, знание цели, осмысление перспективы благоприятно влияют на настроение.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой. Научиться работать с книгой – важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности представлены в таблице.

Перечень обязательных работ, выполняемых в течение семестра по дисциплине «Основы технологии производства»

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Самостоятельная работа	Представить две самостоятельных работы по выбранной тематике с оценкой преподавателя «зачтено».

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.2.1. Шкала оценивания самостоятельной работы

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все требования к написанию и защите самостоятельной работы: обозначена проблема, сделан краткий анализ различных точек зрения, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению.
Не зачтено	Имеются существенные отступления от требований к работе. Тема не раскрыта.

7.2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	Отлично	Хорошо	Удовлетвори-тельно	Неудовлетвори-тельно
знать: основную терминологию химической технологии сырьевую и энергетическую базу химической промышленности типовые процессы химической технологии параметры управления химическим реактором и химико-	Обучающийся Устанавливает взаимосвязь между терминами химической технологии, перечисляет методы энерго- и ресурсосбережения в химической промышленности. Имеет представления о последних достижениях в химической технологии	Обучающийся Безошибочно использует терминологию Рассказывает о методах подготовки сырья для дальнейшего использования Перечисляет основные этапы получения важнейших химических продуктов Соотносит параметры	Обучающийся Незначительно путается в основной терминологии Перечисляет основные источники сырья и энергии для важнейших химических производств Перечисляет основные химические производства Перечисляет основные	Отсутствуют знания по перечисленным позициям

технологической системы в целом.	Имеет представление о характере изменения управляющих параметров в зависимости от изменения условий проведения процесса	управления и области протекания химикотехнологического процесса	параметры управления реактором и ХТС в целом	
уметь: идентифицировать область протекания химикотехнологического процесса изменять значения термодинамических характеристик в требуемом направлении рассчитывать скорость процесса в кинетической и диффузионной областях	Обучающийся анализирует тенденции в изменении области протекания химикотехнологического процесса рассчитывает равновесный состав реакционной смеси для многомаршрутного процесса в широком диапазоне значений управляющих параметров рассчитывает основные показатели технологической эффективности	Обучающийся Объясняет выбор методологии определения области протекания химикотехнологического процесса Рассчитывает равновесный состав реакционной смеси для единичной реакции в широком диапазоне значений управляющих параметров Без ошибок рассчитывает наблюдаемую скорость процесса	Обучающийся По характеру изменения скорости процесса определяет область протекания химикотехнологического процесса Рассчитывает равновесный состав реакционной смеси для единичной реакции при заданных значениях управляющих параметров Рассчитывает наблюдаемую скорость процесса, но допускает незначительные ошибки	Отсутствуют умения по перечисленным позициям
владеть: методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса	Обучающийся Способен построить стратегию управления реактором при изменении внешних условий Демонстрирует приёмы оптимизации работы реактора по технико-экономическим показателям	Обучающийся Прогнозирует изменение оптимальных показателей при изменении управляющих параметров Выполняет процедуру определения рационального температурного режима работы реактора	Обучающийся Определяет оптимальные показатели функционирования реактора Выполняет процедуру определения управляющих технологических параметров, обеспечивающих заданную производительность реактора	Обучающийся не владеет перечисленными методами

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

7.3.1.1. Темы самостоятельных работ по дисциплине «Основы технологии производства»:

1. Производство синтез-газа для промышленных процессов методом газификации угля
2. Производство синтез-газа для промышленных процессов методом паровоздушной конверсии природного газа
3. Обоснование циклической схемы производства таких продуктов, как аммиак и метанол
4. Производство концентрированной азотной кислоты методом концентрирования слабой кислоты
5. Производство концентрированной азотной кислоты методом прямого синтеза под давлением
6. Экологические проблемы производства слабой азотной кислоты под давлением
7. Экологические проблемы производства аммиака под средним давлением
8. Экологические проблемы производства синтез-газа паровоздушной конверсией метана
9. Экологические проблемы коксования угля
10. Однопараметрическая диффузионная модель реактора вытеснения
11. Основные теории гетерогенного катализа
12. Основные свойства гетерогенных катализаторов
13. Конструкция аппаратов для проведения гетерогенных процессов в системе «газ-твердое»
14. Конструкция аппаратов для проведения гетерогенных процессов в системе «газ-жидкость»
15. Конструкции каталитических реакторов
16. Получение биотоплива из растительного сырья
17. Возможности использования возобновляемых источников энергии в химической промышленности

7.3.2. Промежуточная аттестация

7.3.2.1. Вопросы к экзамену «Основы технологии производства»:

1. Влияние температуры на величину дифференциальной селективности при проведении параллельных реакций
2. Обоснование необходимости применения циклической схемы (схемы с рециклом) при синтезе аммиака.
3. Критерии эффективности технологического процесса – селективность при проведении сложных реакций
4. Стадия окисления аммиака при производстве слабой азотной кислоты.
5. Принципы классификации химических реакторов
6. Гидроочистка нефтепродуктов
7. Скорость химических реакций. Закон действующих масс.
8. Стадия паровой конверсии CO при производстве синтез-газа для синтеза аммиака
9. Понятие об оптимальном температурном режиме и способам приближения к нему
10. Основные этапы подготовки сырой нефти к переработке

11. Химический процесс – основные характерные признаки. Основные составляющие части химического процесса
12. Стадия абсорбции триоксида серы при производстве серной кислоты
13. Проточный реактор идеального смешения в стационарном режиме
14. Анализ технологической схемы ДКДА (двойное контактирование – двойная абсорбция) производства серной кислоты
15. Использование основных термодинамических закономерностей при проектировании химико-технологических процессов
16. Стадия абсорбции нитрозных газов при производстве слабой азотной кислоты
17. Основные принципы моделирования химических и химико-технологических процессов
18. Стадия паро-воздушной конверсии метана в шахтном реакторе при производстве синтез-газа для синтеза аммиака
19. Скорость сложных реакций. Правила составления кинетических уравнений
20. Стадия окисления нитрозных газов при производстве слабой азотной кислоты
21. Анализ применения принципа Ле-Шателье при выборе технологического режима
22. Сероочистка природного газа при производстве синтез-газа для синтеза аммиака.
23. Критерии эффективности технологического процесса - степень превращения
24. Анализ технологической схемы производства синтез-газа для синтеза аммиака методом паровоздушной конверсии природного газа
25. Критерии эффективности технологического процесса – выход продукта
26. Очистка синтез-газа от диоксида углерода при производстве синтез-газа для синтеза аммиака
27. Реактор идеального смешения в периодическом режиме
28. Паровая конверсия метана в производстве технологического газа для синтеза аммиака.
29. Реактор идеального вытеснения в стационарном режиме
30. Очистка природного газа от соединений серы в процессе получения азотоводородной смеси для синтеза аммиака.
31. Структура уравнения теплового баланса химического реактора
32. Паровая конверсия CO в производстве технологического газа для синтеза аммиака.
33. Модели описания гетерогенного процесса в системе «газ-твердое». Основные стадии процесса по модели с фронтальным перемещением зоны реакции