

Северский технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(СТИ НИЯУ МИФИ)

Кафедра «Машины и аппараты химических и атомных производств»

ОДОБРЕНО
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ
протокол № 5 от 28.06.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Автоматизация технологических процессов и производств в химико-
технологической и энергетической отраслях**

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость, ЗЕ	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	В форме практической подготовки / в интерактивной форме, час.	СРС, час.	Форма(ы) контроля (Э, З, ДифЗ, КР, КП)
5	3	108	32	16	16	0	44	Зач.
Итого	3	108	32	16	16	0	44	

Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», образовательной программы «Автоматизация технологических процессов и производств в химико-технологической и энергетической отраслях».

В результате освоения дисциплины, у выпускника должны быть сформированы следующие результаты обучения (РО):

1) **знать:**

3.1 принцип устройства типовых аппаратов и машин, используемых для проведения химических процессов;

3.2 виды ремонтных работ, назначение и состав системы ППР;

3.3 правила техники безопасности при монтаже и ремонте в действующих и строящихся объектах, систему оформления допусков к работам;

3.4 виды, методы и приемы испытаний оборудования и установок, а также применяемые приборы и устройства;

3.5 правила и порядок приемки оборудования и производств в эксплуатацию;

2) **уметь:**

У.1 составлять планы организации работ по эксплуатации и ремонту;

У.2 назначать способы и приборы для проведения выверки и испытаний оборудования на основе требований проекта и норм

3) **владеть или быть в состоянии продемонстрировать:**

В.1 навыками оформления технической документации на эксплуатацию и ремонт.

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий» являются:

- формирование у студентов определенного комплекса теоретических знаний и практических навыков, которые могут быть использованы при разработке систем автоматизации технологических процессов и производств в любых отраслях химической технологии,

- развитие самостоятельного творческого инженерного мышления, определяющего профиль специалиста.

Основными задачами дисциплины являются:

- ознакомление студентов с теорией основных процессов химической технологии и конструктивным исполнением типовой химической аппаратуры;

- ознакомление студентов с возможностью развития физических и технологических процессов в аварийных ситуациях;

- ознакомление с системой ППР

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Процессы и аппараты химических технологий» (Б1.В.ОД.1.9) -
Профессиональный модуль образовательной программы.

3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Универсальные и общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора 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	<p>З-УК-2 Знать: виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность</p> <p>У-УК-2 Уметь: проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения; анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; использовать нормативно-правовую документацию в сфере профессиональной деятельности</p> <p>В-УК-2 Владеть: методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта, навыками работы с нормативно-правовой документацией</p>

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический			
Разработка технических решений по исключению случаев неисправности оборудования АСУ ТП и повышению надежности его работы при дальнейшей эксплуатации. Подготовка предложений по техническому перевооружению и перспективному развитию АСУ ТП на основе оценки технического состояния оборудования. Контроль ввода в работу оборудования АСУ ТП. Сопровождение и	Системы автоматизации производственных и технологических процессов изготовления продукции различного назначения, а также системы контроля качества продукции, управления и диагностики производственного оборудования. Нормативная документация. Технические средства управления основного и вспомогательного	ПК-3 Способен осуществлять работы по обеспечению надежного функционирования обслуживаемого оборудования автоматизированных систем управления технологическим процессом	<p>З-ПК-3 Знать: основные режимы работы обслуживаемого оборудования, нормативно-техническую документацию, технические, технологические и экологические требования</p> <p>У-ПК-3 Уметь: осуществлять работу по обеспечению надежного функционирования обслуживаемого оборудования</p> <p>В-ПК-3 Владеть: методами и оборудованием для своевременного обеспечения надежного функционирования обслуживаемого оборудования</p>

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
обслуживание прикладного программного обеспечения для систем автоматизации производственных и технологических процессов.	производства. Программное, информационное и техническое обеспечение.		

4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий» отражен в Рабочей программе воспитания в Северском технологическом институте – филиале федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (<http://www.ssti.ru/education.html>/Информация по образовательным программам).

5 Структура и содержание учебной дисциплины

5.1 Основные разделы дисциплины, трудоемкость и виды учебной работы

Настоящая рабочая программа составлена для формы обучения «очная» по направлению 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», образовательной программе «Автоматизация технологических процессов и производств в химико-технологической и энергетической отраслях».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в зачетных единицах – 3, 108 час., обучение по дисциплине проходит в семестре 5.

Дисциплина (модуль) содержит разделы:

- раздел 1 – «Гид-ромеханические и тепло-вые процессы»
- раздел 2 – «Массообменные и механические процессы»

Трудоемкость, формы и график контроля по разделам дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Трудоемкость, формы и график контроля отдельных разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час				Аттестационные мероприятия		Макс. балл за раздел
		Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Самост. работа	Текущий контроль (нед/форма)	Аттестация раздела (нед/форма)	
5 семестр (18 недель)								
1	Гид-ромеханические и тепло-вые процессы	16	16	10	32	10/ЛР1, 13/ЛР2, 16/Зд1		35

2	Массообменные и механические процессы	16		6	12	16/ЛР3	16/Т1	25
	Зачет							40
Итого за 5 семестр:		32	16	16	44			100

В таблице 2 представлено соответствие содержания каждого раздела и результатов обучения, что позволяет оценить их вклад в достижение целей курса.

Таблица 2 – Соответствие содержания требуемым результатам обучения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Номера разделов	Аттестационные мероприятия
– Знать: основные режимы работы обслуживаемого оборудования, нормативно-техническую документацию, технические, технологические и экологические требования (З-ПК-3)	1, 2	ЛР1, ЛР2, ЛР3, Зачет (5 сем.)
– Уметь: осуществлять работу по обеспечению надежного функционирования обслуживаемого оборудования (У-ПК-3)	1, 2	ЛР1, ЛР2, ЛР3, Т1, Зачет (5 сем.)
– Владеть: методами и оборудованием для своевременного обеспечения надежного функционирования обслуживаемого оборудования (В-ПК-3)		Зачет (5 сем.)
– Знать: виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность (З-УК-2)	1, 2	Т1
– Уметь: проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения; анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; использовать нормативно-правовую документацию в сфере профессиональной деятельности (У-УК-2)	1, 2	ЛР1, ЛР2, ЛР3
– Владеть: методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта, навыками работы с нормативно-правовой документацией (В-УК-2)	1, 2	ЛР1, ЛР2, ЛР3

5.2 Содержание лекционного курса дисциплины

Содержание лекционного курса дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 3 – Содержание и трудоемкость лекционного курса по разделам в целом по дисциплине

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Гид-ромеханические и тепло-вые процессы	
1.1 Гидромеханические процессы . Классификация процессов. Общие принципы рас-чето	2
1.2 Гидромеханические процессы . Перемещение жидкостей (насосы), перемещение газов (компрессоры)	2
1.3 Гидромеханические процессы . Разделение неоднородных систем	2
1.4 Гидромеханические процессы . Перемешивание в жидких средах. Конструкции мешалок	2
1.5 Тепловые процессы. Основы теплопередачи	2
1.6 Тепловые процессы. Нагревание. Конструкции теплообменников	2
1.7 Тепловые процессы. Охлаждение и конденсация	2
1.8 Тепловые процессы. Выпаривание	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	<i>16</i>
Раздел 2 Массообменные и механические процессы	
2.1 Массообменные процессы. Основы массопередачи	2
2.2 Массообменные процессы. Абсорбция. Конструкции абсорберов	2
2.3 Массообменные процессы. Ректификация.	2
2.4 Массообменные процессы. Экстракция. Конструкции экстракторов	2
2.5 Массообменные процессы. Сушка. Конструкции сушилок	2
2.6 Механические процессы . Измельчение, классификация и смешение твердых зернистых материалов	2
2.7 Ремонтные работы и система ППР.	1
2.8 Ремонтные работы и система ППР. Подготовка оборудования к ремонту. Безопас-ность при монтаже и ремонте	1
2.9 Ремонтные работы и система ППР. Испытание и приемка в эксплуатацию	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	<i>16</i>
Всего по теоретическому разделу дисциплины:	32

5.3 Содержание лабораторного практикума

В таблице 4 представлено содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины.

Таблица 4 – Содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Гид-ромеханические и тепло-вые процессы	
1.1 Испытание центробежного насоса.	4
1.2 . Исследование процесса теплопередачи в кожухотрубчатом теплообменнике .	6
<i>Итого по разделу 1:</i>	<i>10</i>

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 2 Массообменные и механические процессы	
2.1 Изучение процесса ректификации бинарной смеси.	6
<i>Итого по разделу 2:</i>	6
Всего по лабораторному практикуму дисциплины:	16

5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Тематика практических / семинарских занятий и их трудоемкость представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Тематика и трудоемкость практических / семинарских занятий

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Гидромеханические и тепло-вые процессы	
1.1 Расчет кожухотрубчатого теплообменника.. Тепловой баланс теплообменника: определение тепловой нагрузки	2
1.2 Расчет кожухотрубчатого теплообменника.. Определение коэффициента теплоотдачи от пара к стенке	2
1.3 Расчет кожухотрубчатого теплообменника.. Определение коэффициента теплоотдачи от стенки к раствору	1
1.4 . Расчет кожухотрубчатого теплообменника.. Определение истинного теплового потока и поверхности теплопередачи	1
1.5 Расчет кожухотрубчатого теплообменника.. Расчет изоляции	2
1.6 Расчет кожухотрубчатого теплообменника.. Конструктивный расчет.	2
1.7 Расчет кожухотрубчатого теплообменника.. Гидравлический расчет	2
1.8 Расчет кожухотрубчатого теплообменника.. Прочностной расчет	2
1.9 Расчет кожухотрубчатого теплообменника.. Подбор стандартных штуцеров, фланцев, крышек. Выполнение эскиза аппарата.	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	16
Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины:	16

5.5 Курсовое проектирование

Курсовая работа/проект в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрены.

6 Образовательные технологии

При проведении лекций используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Case-study.

При проведении лабораторных работ используются следующие образовательные технологии: Работа в команде, Обучение на основе опыта, Поисковый метод, Исследовательский метод.

При проведении практических занятий используются следующие образовательные технологии: Обучение на основе опыта, Проектный метод, Поисковый метод.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Опережающая самостоятельная работа.

7 Аннотация фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационные мероприятия
ПК-3	З-ПК-3	ЛР1, ЛР2, ЛР3, Зачет (5 сем.)
ПК-3	У-ПК-3	ЛР1, ЛР2, ЛР3, Т1, Зачет (5 сем.)
ПК-3	В-ПК-3	Зачет (5 сем.)
УК-2	З-УК-2	Т1
УК-2	У-УК-2	ЛР1, ЛР2, ЛР3
УК-2	В-УК-2	ЛР1, ЛР2, ЛР3

Шкалы оценки образовательных достижений. Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего (**60 баллов**) и промежуточного контроля (**40 баллов**). Для допуска к промежуточному контролю по дисциплине студенту в течение календарного модуля необходимо набрать не менее 60% баллов при условии сдачи **всех** дисциплинарных разделов. Раздел считается сданным, если выполнены все виды контроля и набрано по ним не менее 60 % баллов от максимального по разделу.

В соответствии с учебным планом промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме Зачета.

Аттестация в 5 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
Текущая аттестация			
ЛР1	Лабораторная работа	10	6
ЛР2	Лабораторная работа	10	6
Зд1	Задание (задача)	15	9
ЛР3	Лабораторная работа	10	6
Т1	Тестирование	15	9
Сумма:		60	36
Промежуточная аттестация			
Зачет		40	24
Итого:		100	60

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов по дисциплине	100–90	89–85	84–75	74–70	69–65	64–60	ниже 60
Оценка (ECTS)	A	B	C	D		E	F
Оценка по 4-х	отлично	хорошо			удовлетворительно		неудовлетворительно

бальной шкале	(отл.)	(хор.)	(удовл.)	(неуд.)
Зачет	Зачтено			Не зачтено

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Вопросы для Зачета (5 семестр):

- 1 Классификация основных процессов химической технологии.
- 2 Общие принципы расчета химических аппаратов и машин.
- 3 Первая, вторая и третья теоремы подобия.
- 4 Гидродинамическое подобие.
- 5 Классификация неоднородных систем.
- 6 Методы разделения неоднородных систем.
- 7 Материальный расчет процесса.
- 8 Отстаивание.
- 9 Скорость стесненного осаждения.
- 10 Производительность отстойника.
- 11 Конструкция отстойников.
- 12 Фильтрация. Общие сведения.
- 13 Уравнения фильтрации при постоянной разности давлений, при постоянной скорости процесса и при постоянных разности давлений и скорости процесса.
- 14 Определение постоянных в уравнениях фильтрации.
- 15 Конструкции фильтров: нутч-фильтры; фильтр-прессы; патронные фильтры; барабанные вакуум-фильтры; дисковые вакуум-фильтры; ленточные вакуум-фильтры.
- 16 Центрифугирование. Физическая сущность процесса.
- 17 Расчет скорости осаждения в поле центробежных сил.
- 18 Классификация центрифуг.
- 19 Конструкции центрифуг (центрифуга фильтрующего типа; осадительная центрифуга со шнековой выгрузкой осадка).
- 20 Гидроциклоны.
- 21 Перемешивание в жидкой среде.
- 22 Механическое перемешивание.
- 23 Расчет мощности, потребляемой на перемешивание.
- 24 Устройство мешалок (лопастные; пропеллерные; турбинные; специальные).
- 25 Пневматическое перемешивание.
- 26 Пульсационное перемешивание.
- 27 Расчет теплообменной аппаратуры.
- 28 Теплопередача при постоянных температурах для цилиндрических стенок.
- 29 Теплопередача при переменных температурах теплоносителя.

- 30 Уравнение теплопередачи при параллельном токе теплоносителей.
- 31 Выбор взаимного направления движения теплоносителей.
- 32 Определение температуры стенок.
- 33 Определение потерь тепла в окружающую среду.
- 34 Источники тепла и методы нагревания. Общие сведения.
- 35 Нагревание водяным паром. Нагревание острым паром. Нагревание глухим паром. Отвод конденсата и неконденсирующихся газов.
- 36 Нагревание топочными газами.
- 37 Нагревание горячей водой.
- 38 Нагревание минеральным маслом.
- 39 Нагревание высокотемпературными органическими теплоносителями.
- 40 Нагревание расплавленными солями.
- 41 Нагревание электрическим током.
- 42 Электрические нагреватели прямого действия.
- 43 Электрические нагреватели косвенного действия.
- 44 Индукционный нагрев.
- 45 Диэлектрический нагрев.
- 46 Дуговые печи.
- 47 Расчет теплообменника.
- 48 Конструкции теплообменных аппаратов.
- 49 Кожухотрубчатые теплообменники.
- 50 Одноходовые теплообменники.
- 51 Многоходовые теплообменники.
- 52 Теплообменники с компенсаторами температурных удлинений.
- 53 Теплообменники типа «труба в трубе».
- 54 Змеевиковые теплообменники.
- 55 Оросительные теплообменники.
- 56 Пластинчатые теплообменники.
- 57 Пути интенсификации работы теплообменного оборудования.
- 58 Охлаждение и конденсация.
- 59 Хладагенты.
- 60 Расчет поверхностных конденсаторов.
- 61 Конденсация смешением.
- 62 Мокрый прямоточный барометрический конденсатор.
- 63 Выпаривание. Общие сведения.
- 64 Однокорпусные выпарные установки.
- 65 Материальный баланс.
- 66 Тепловой баланс.
- 67 Полезная разность температур.
- 68 Температурные потери.
- 69 Многокорпусное выпаривание.
- 70 Прямоточные установки.
- 71 Противоточные установки.
- 72 Предел числа корпусов при многократном выпаривании.
- 73 Материальный баланс.
- 74 Тепловой баланс.
- 75 Распределение полезной разности температур по корпусам.
- 76 Схема расчета многокорпусной выпарной установки.
- 77 Типы выпарных аппаратов.
- 78 Змеевиковые аппараты.
- 79 Аппараты с внутренней нагревательной камерой и центральной циркуляционной трубой.

- 80 Аппараты с подвесной нагревательной камерой.
- 81 Аппараты с выносной циркуляционной трубой.
- 82 Аппараты с выносной греющей камерой.
- 83 Аппараты с вынесенной зоной кипения.
- 84 Пленочные выпарные аппараты.
- 85 Аппараты с принудительной циркуляцией.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

8.1 Основная литература

Л1.1 Дытнерский Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии: учебник : в 2 ч. / Ю. И. Дытнерский - Москва: Альянс, 2015Ч. 1: Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты: Ч. 1: Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты [Текст] - 400 с.

Л1.2 Дытнерский Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии: учебник : в 2 ч. / Ю. И. Дытнерский - Москва: Альянс, 2015Ч. 2: Массообменные процессы и аппараты: Ч. 2: Массообменные процессы и аппараты [Текст] - 368 с.

Л1.3 Иоффе И. Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии [Текст]: учебник для техникумов / И. Л. Иоффе - Москва: Альянс, 2015 - 352 с.

Л1.4 Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов / А. Г. Касаткин - М.: Альянс, 2014 - 750, [2] с.

Л1.5 Павлов К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учебное пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков; под ред. П. Г. Романкова - М.: Альянс, 2013 - 576 с.

8.2 Дополнительная литература

Л2.1 Копырин А. А. Технология производства и радиохимической переработки ядерного топлива [Текст]: учебное пособие для вузов / А. А. Копырин, А. И. Карелин, В. А. Карелин - М.: АтомЭнергоИздат, 2006 - 573, [3] с.

Л2.2 Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: учебник для вузов / В. Г. Айнштейн [и др.]; под ред. В. Г. Айнштейна - М.: Физматкнига, Кн. 1: Кн. 1 - 911 с.

Л2.3 Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: учебник для вузов / В. Г. Айнштейн [и др.]; под ред. В. Г. Айнштейна - М.: Физматкнига, Кн. 2: Кн. 2 - с. 891-1758.

Л2.4 Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию: учебное пособие для вузов / Г. С. Борисов [и др.]; под ред. Ю. И. Дытнерского - М.: Альянс, 2010 - 493, [1] с.

Л2.5 Зарипова Л. Ф. Анализ процесса перемешивания: руководство к лабораторной работе / Л. Ф. Зарипова, В. П. Пищулин; Министерство науки и высшего образования РФ. ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Северский технологический институт НИЯУ МИФИ - Северск: Издательство СТИ НИЯУ МИФИ, 2022 - 15 с.

Л2.6 Зарипова Л. Ф. Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л. Ф. Зарипова; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Северский технологический институт - филиал НИЯУ МИФИ (СТИ НИЯУ МИФИ) - Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2013 - 57 с.

Л2.7 Зарипова Л. Ф. Расчет агитаторов: учебное пособие / Л. Ф. Зарипова, В. П. Пищулин; Министерство науки и высшего образования РФ. ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Северский технологический институт

НИЯУ МИФИ, Кафедра машин и аппаратов химических и атомных производств (МАХАП) - Северск: Издательство СТИ НИЯУ МИФИ, 2021 - 57

Л2.8 Зарипова Л. Ф. Расчет колонного насадочного абсорбера [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л. Ф. Зарипова, В. П. Пищулин; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Северский технологический институт - филиал НИЯУ МИФИ (СТИ НИЯУ МИФИ) - Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2017 - 40 с.

Л2.9 Пищулин В. П. Курсовое проектирование по процессам и аппаратам химической технологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. П. Пищулин; Министерство науки и высшего образования РФ. ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Северский технологический институт НИЯУ МИФИ - Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2019 - 71 с.

Л2.10 Пищулин В. П. Расчет выпарного аппарата [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. П. Пищулин, Л. Ф. Зарипова, Е. А. Олимпиева; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Северский технологический институт - филиал НИЯУ МИФИ (СТИ НИЯУ МИФИ) - Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2018 - 58 с.

9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины приведено на сайте СТИ НИЯУ МИФИ <http://www.ssti.ru/objects.html>

10 Учебно-методические рекомендации для студентов

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и внеаудиторная работа студентов, выполняемая по заданию преподавателя и под его методическим руководством, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы студентов является приобретение новых знаний, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов.

Лекции. Рекомендации по написанию конспекта лекций: кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения: помечать основные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь (тезаурис). Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на следующем занятии или консультации.

Практические занятия. Для подготовки к практическому занятию, необходимо повторить теоретический материал по теме с использованием лекций и рекомендуемой литературы.

На занятии желательно иметь конспект лекций (или учебник, учебное пособие), чтобы самостоятельно или с сокурсниками и преподавателем сориентироваться на каждую тему решаемой задачи, поставленной проблемы и пр.

При решении задач:

1) нужно обосновать каждый этап решения, исходя из теоретических положений дисциплины. Если студент видит несколько путей решения, то он должен сравнить их и выбрать из них самый лучший;

2) решения задач и примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных;

3) рисунки (графики) можно выполнять от руки, но аккуратно и в соответствии с данными условиями;

4) решение каждой задачи должно доводиться до ответа, требуемого условием, и по возможности в общем виде с выводом формулы. Полученный ответ следует проверять способами, вытекающими из существа данной задачи.

При обсуждении основных положений и выводов, объяснении явлений и фактов, ответа на поставленные вопросы:

1) вырабатываются умения и навыки использовать приобретенные знания для различного рода ораторской деятельности;

2) выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументированно и не должно сводиться к простому воспроизведению текста, не допускается и простое чтение конспекта. Необходимо, чтобы выступающий проявлял собственное отношение к тому, о чем он говорит, высказывал свое личное мнение, понимание, обосновывал его и мог сделать правильные выводы из сказанного. При этом студент может обращаться к записям конспекта и лекций, непосредственно к первоисточникам, использовать знание художественной литературы и искусства, факты и наблюдения современной жизни и т. д.

Лабораторные работы. Подготовка к лабораторной работе включает в себя работу с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, подготовку ответов к контрольным вопросам для допуска к выполнению лабораторной работы, написание отчета.

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях института.

Прежде чем начать занятия в данной лаборатории студент знакомится с правилами техники безопасности, о чем расписывается в журнале. В лабораториях кафедры запрещается находиться в верхней одежде. На рабочем столе должно находиться только необходимое оборудование и приборы для записей и расчетов. Запрещается класть на рабочий стол сумки, пакеты, шапки и другие посторонние предметы. Студент приступает к выполнению лабораторной работы только после ознакомления с описанием работы и подготовки к ней. Запрещается включать какие-либо приборы или без предварительной проверки их преподавателем или лаборантом. После окончания работы студент должен сдать лаборанту выданные принадлежности, привести в порядок рабочее место, получить отметку в журнале о выполнении работы, предъявив для этого полученные результаты преподавателю.

Не начинайте выполнение опыта пока не уясните себе полностью его цель, метод и не составите план проведения опыта. Так как время проведения опыта ограничено учебными часами, отведенными на него, то всю подготовку необходимо провести самостоятельно до занятий.

Для записи результатов измерения в отчете должны быть заранее подготовлены таблицы, включающие как сами измерения, так и их погрешности.

К следующему занятию студент готовит очередную работу и предъявляет отчет о работе, выполненной на предыдущем занятии. Работа считается окончательно сданной после защиты отчета. Студент должен оформить отчет по прилагаемой форме:

1) название работы;

2) цель работы;

3) краткие сведения из теории, схема установки и основные рабочие формулы;

4) результаты измерений, представленные в виде таблиц и графиков;

5) расчет искомой величины и ее значение;

6) расчет ошибки измерения;

7) окончательный результат, полученный после округления, с указанием абсолютной и относительной ошибок измерения;

8) выводы, заключение о достижении цели, поставленной данной работой, с анализом полученного результата.

Промежуточная аттестация. Для подготовки к промежуточной аттестации студенту необходимо проработать конспекты лекционных и практических занятий, подготовить

ответы к вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию, при необходимости воспользоваться рекомендуемой литературой.

11 Учебно-методические рекомендации для преподавателей

На лекционных, практических, лабораторных занятиях студентам сообщаются новые сведения, систематизируется и обобщается накопленный запас знаний, формируются на этой основе познавательные и профессиональные интересы. Преподаватель, проводя занятия, должен стремиться увлечь студентов, активно воздействовать на их эмоции, вызвать интерес к учебному предмету, стремление постоянно пополнять знания.

Самостоятельная работа студентов по данному курсу

- Проработка лекционного материала
- Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса
- Подготовка к лабораторным работам
- Оформление отчетов по лабораторным работам
- Подготовка к практическим занятиям, семинарам
- Подготовка к промежуточному контролю: Зачет (5 семестр)

В течение 5 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Зачету по дисциплине. Студент на Зачете должен показать знание программного материала, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагать, уметь тесно увязывать теорию с практикой, использовать в ответе материал рекомендуемой литературы.

Автор(ы): Л.Ф. Зарипова