

**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 ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

**18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической  
технологии, нефтехимии и биотехнологии**

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Машины и аппараты химических производств**

Форма обучения: очно-заочная

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)
7	4	144	8	0	8	8	128	Экз.
8	5	180	0	16	0	0	164	Экз., КП
Итого	9	324	8	16	8	8	292	

## Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», образовательной программы «Машины и аппараты химических производств».

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

### 1) **знать:**

- 3.1 принципы физического моделирования процессов;
- 3.2 основные уравнения движения газов и жидкостей;
- 3.3 основы теории массообмена;
- 3.4 методы расчета высокоэффективных тепло- и массообменных аппаратов;
- 3.5 физическую сущность механизмов и макрокинетику основных процессов;
- 3.6 принципы математического описания явлений переноса;
- 3.7 основные закономерности и расчетные зависимости, необходимые для расчета типовых процессов и аппаратов;
- 3.8 принципиальные схемы проведения основных процессов, их достоинства, недостатки, области применения;
- 3.9 устройство типовой аппаратуры, методы определения ее оптимальных размеров;
- 3.10 способы интенсификации процессов химической технологии;

### 2) **уметь:**

- У.1 определить характер движения жидкостей и газов;
- У.2 основные характеристики химических процессов тепло- и массообменных передач;
- У.3 рассчитывать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса;
- У.4 осуществлять выбор типового оборудования для проведения процесса в заданных условиях;
- У.5 рассчитать и спроектировать установки для проведения процессов химической технологии;
- У.6 сформулировать проблемы, возникающие при аппаратурном оформлении технологических процессов, а также поставить задачу исследований, необходимых для создания новых аппаратов или модернизации существующих;

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

- В.1 навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности;
- В.2 методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкций, определение технологических и экономических показателей работы аппаратов;
- В.3 методами выбора оборудования;
- В.4 методами расчета процессов и аппаратов химических технологий;
- В.5 методами исследований процессов химических технологий;
- В.6 методами обработки экспериментальных данных;
- В.7 методами проектирования оборудования химических производств;
- В.8 методами выполнения конструкторской документации проектируемого оборудования;
- В.9 навыками работы на ЭВМ с использованием пакетов прикладных про-грамм по расчету и конструированию оборудования.

## 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» являются:

вооружение будущего бакалавра знаниями теоретических основ общих процессов химической технологии, типов конструкции машин и аппаратов и методов расчета отдельных аппаратов, умением видеть перспективы развития и совершенствования технологических процессов и аппаратурного оформления, принимать самостоятельные решения по расчету и проектированию аппаратуры.

Основными задачами дисциплины являются:

- ознакомление с методами физического и математического моделирования основных процессов;
- изучение теории основных процессов химической технологии, методов их анализа и расчета и определение оптимальных параметров;
- знакомство с конструкциями различных машин и аппаратов для осуществления основных процессов химической технологии, тенденциями их совершенствования и создания новых;
- изучение применения теоретических положений к конкретным методам расчета отдельных аппаратов, их оптимальному проектированию.

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

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

## 3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Универсальные и общепрофессиональные компетенции:

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>
<b>УК-2</b> Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	<b>З-УК-2</b> Знать: виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность <b>У-УК-2</b> 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 <b>В-УК-2</b> Владеть: методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта, навыками работы с нормативно-правовой документацией

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
<b>тип задач профессиональной деятельности: технологический</b>			
1. обеспечение безопасной эксплуатации и технического обслуживания оборудования; 2. проведение регламентных работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования; 3. участие в осуществлении мероприятий по охране труда и окружающей среды на основе требований промышленной безопасности и других нормативных документов. 4. обеспечение заданных параметров технологических процессов и качества продукции 5. анализ технологических процессов с целью оптимизации работы оборудования	- промышленные установки, включая системы автоматизированного управления; - системы автоматизированного проектирования; - сооружения очистки сточных вод и газовых выбросов, переработки отходов, утилизации теплоэнергетических потоков и вторичных материалов; - методы и средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от антропогенного воздействия; - действующие многоассортиментные производства химической и смежных отраслей промышленности.	<b>ПК-1.3</b> способен анализировать технологический процесс для оптимизации работы оборудования химических, радиохимических, специальных и нефтехимических производств	<b>З-ПК-1.3</b> Знать: методы анализа технологических процессов <b>У-ПК-1.3</b> Уметь: применять методы анализа технологических процессов для оптимизации работы оборудования химических, радиохимических, специальных и нефтехимических производств <b>В-ПК-1.3</b> Владеть: современными методами инженерных расчетов, в том числе, с применением ЭВМ

#### 4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» 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 «очно-заочная» по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», образовательной программе «Машины и аппараты химических производств».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в **зачетных единицах – 9, 324 час.**, обучение по дисциплине проходит в **семестре 7, 8.**

Дисциплина (модуль) содержит **разделы:**

- **раздел 1** – «Гидромеханические и тепловые процессы»
- **раздел 2** – «Массообменные и механические процессы»
- **раздел 3** – «Гидромеханические и тепловые 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)	
<b>7 семестр (18 недель)</b>								
1	Гидромеханические и тепловые процессы	4		4	23	13/ЛР1		20
2	Массообменные и механические процессы	4		4	69	17/ЛР2	17/КР1	40
	Экзамен				36			40
<b>Итого за 7 семестр:</b>		8		8	128			100
<b>8 семестр (15 недель)</b>								
3	Гидромеханические и тепловые процессы		16		10	15/Зд1	15/КР2	60
	Курсовой проект				118			
	Экзамен				36			40
<b>Итого за 8 семестр:</b>			16		164			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: методы анализа технологических процессов ( <b>3-ПК-1.3</b> )	1, 2, 3	ЛР1, ЛР2, КР1, Экзамен (7 сем.), Зд1, КР2, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект

– Уметь: применять методы анализа технологических процессов для оптимизации работы оборудования химических, радиохимических, специальных и нефтехимических производств (У-ПК-1.3)	1, 2, 3	ЛР2, КР1, Экзамен (7 сем.), Зд1, КР2, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
– Владеть: современными методами инженерных расчетов, в том числе, с применением ЭВМ (В-ПК-1.3)	1, 2, 3	ЛР1, ЛР2, КР1, Экзамен (7 сем.), Зд1, КР2, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
– 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, 3	КР1, Зд1, КР2, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
– 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, 3	ЛР1, ЛР2, КР1, Экзамен (7 сем.), Зд1, КР2, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
– 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	

## 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
<b>Раздел 1 Гидромеханические и тепловые процессы</b>	
<b>1.1 Разделение неоднородных систем.</b> Классификация неоднородных систем. Методы разделения. Материальный баланс процесса. Отстаивание. Скорость свободного и стесненного осаждения. Расчет отстойника. Конструкции отстойников. Фильтрация. Скорость процесса. Уравнения фильтрации. Определение постоянных в уравнении фильтрации. Конструкции фильтров. Центрифугирование. Расчет скорости осаждения в поле центробежных сил. Очистка газов. Способы очистки, аппаратура.	1
<b>1.2 Перемешивание в жидких средах и псевдооживление твердого зернистого материала.</b> Механическое перемешивание. Конструкции мешалок. Пневматическое и пульсационное перемешивание. Псевдооживление твердого зернистого материала.	1
<b>1.3 Нагревание. Охлаждение. Конденсация.</b> Источники тепла методы нагрева. Конструкции теплообменников. Конденсаторы смешения, поверхностные конденсаторы, расчет.	1

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>1.4 Выпаривание.</b> Материальный и тепловой баланс однокорпусной выпарки. Конструкции выпарных аппаратов. Многокорпусное выпаривание. Схемы установок. Распределение полезной разности температур по корпусам.	1
<i>Итого по разделу 1:</i>	4
<b>Раздел 2 Массообменные и механические процессы</b>	
<b>2.1 Основы массопередачи.</b> Способы выражения состава фаз. Равновесие при массопередаче. Кривая равновесия. Материальный баланс массообменных процессов. Скорость массообмена. Подобие процессов переноса массы. Уравнение массопередачи. Выражение коэффициентов массопередачи через коэффициенты массоотдачи. Средняя движущая сила процесса массопередачи. Определение основных размеров массообменных аппаратов.	0.5
<b>2.2 Ректификация.</b> Равновесие между фазами. Материальный баланс колонны. Уравнения рабочих линий верхней и нижней части колонны. Построение рабочих линий. Минимальное, рабочее, оптимальное флегмовое число. Тепловой баланс колонны. Специальные виды перегонки.	1
<b>2.3 Абсорбция.</b> Равновесие между фазами. Материальный баланс процесса. Тепловой баланс. Схемы абсорбции. Конструкции абсорберов.	0.5
<b>2.4 Экстракция.</b> Равновесие между фазами. Требования к экстрагенту. Материальный баланс процесса.	1
<b>2.5 Сушка.</b> Виды сушки. Баланс влаги в высушиваемом материале. Контактная сушка: тепловой баланс. Конвективная сушка: основные параметры влажного газа, I-x диаграмма Рамзина, баланс влаги в сушильном агенте. Тепловой баланс конвективной сушилки. Изображение процесса теоретической и действительной сушки на I-x диаграмме. Кинетика сушки.	1
<i>Итого по разделу 2:</i>	4
<b>Всего по теоретическому разделу дисциплины:</b>	<b>8</b>

### 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
<b>Раздел 1 Гидромеханические и тепловые процессы</b>	
<b>1.1 Исследование процесса перемешивания.</b>	4
<i>Итого по разделу 1:</i>	4
<b>Раздел 2 Массообменные и механические процессы</b>	
<b>2.1 Сушка.</b>	4
<i>Итого по разделу 2:</i>	4
<b>Всего по лабораторному практикуму дисциплины:</b>	<b>8</b>

## 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
<b>Раздел 3 Гидромеханические и тепловые процессы</b>	
<b>3.1 Расчет кожухотрубчатого теплообменника.</b>	16
<i>Итого по разделу 3:</i>	<i>16</i>
<b>Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины:</b>	<b>16</b>

## 5.5 Курсовое проектирование

В соответствии с рабочим учебным планом предусмотрено выполнить: Курсовой проект (8 семестр).

Курсовой проект включает в себя проектирование оборудования по вариантам.

## 6 Образовательные технологии

При проведении лекций используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Case-study, Обучение на основе опыта.

При проведении лабораторных работ используются следующие образовательные технологии: Работа в команде, Исследовательский метод.

При проведении практических занятий используются следующие образовательные технологии: Проектный метод, Поисковый метод.

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

Общее число часов занятий, проводимых в интерактивной форме – 8 час.

## 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-1.3	З-ПК-1.3	ЛР1, ЛР2, КР1, Экзамен (7 сем.), Зд1, КР2, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
ПК-1.3	У-ПК-1.3	ЛР2, КР1, Экзамен (7 сем.), Зд1, КР2, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
ПК-1.3	В-ПК-1.3	ЛР1, ЛР2, КР1, Экзамен (7 сем.), Зд1, КР2, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
УК-2	З-УК-2	КР1, Зд1, КР2, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект
УК-2	У-УК-2	ЛР1, ЛР2, КР1, Экзамен (7 сем.), Зд1, КР2, Экзамен (8 сем.), Курсовой проект

УК-2	В-УК-2	
------	--------	--

**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 Экзамена.

#### Аттестация в 7 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
<b>Текущая аттестация</b>			
ЛР1	Лабораторная работа	20	12
ЛР2	Лабораторная работа	20	12
КР1	Контрольная работа	20	12
<b>Сумма:</b>		<b>60</b>	<b>36</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>			
Экзамен		<b>40</b>	<b>24</b>
<b>Итого:</b>		<b>100</b>	<b>60</b>

#### Аттестация в 8 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
<b>Текущая аттестация</b>			
Зд1	Задание (задача)	45	27
КР2	Контрольная работа	15	9
<b>Сумма:</b>		<b>60</b>	<b>36</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>			
Экзамен		<b>40</b>	<b>24</b>
<b>Итого:</b>		<b>100</b>	<b>60</b>

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 балльной шкале	отлично (отл.)	хорошо (хор.)		удовлетворительно (удовл.)		неудовлетворительно (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 Экзамена (7 семестр):**

- 1 Предмет и задачи курса ПАХТ. Классификация основных процессов.
- 2 Общие принципы расчёта аппаратов. Последовательность расчётов, материальный и тепловой баланс.
- 3 Гидромеханические процессы. Классификация неоднородных систем и методы их разделения.
- 4 Отстаивание. Особенности расчета, материальный баланс отстаивания. Конструкции отстойников.
- 5 Фильтрация. Особенности расчета.
- 6 Классификация фильтров. Схема работы фильтров: рукавный фильтр, барабанный и ленточные вакуум – фильтры.
- 7 Центрифугирование. Особенности расчета и классификация центрифуг.
- 8 Принцип работы осадительных и фильтрующих центрифуг. Фильтрующая центрифуга с гравитационной выгрузкой осадка. Автоматическая фильтрующая центрифуга с ножевым съемом осадка.
- 9 Очистка газов. Распространенные способы очистки газовых сред.
- 10 Перемешивание. Методы перемешивания. Механические мешалки, для жидких и газожидкостных сред.
- 11 Барботажное перемешивание, перемешивание в потоке неподвижными турбулизаторами. Циркуляционное перемешивание.
- 12 Тепловые процессы. Общие сведения. Тепловой поток, основное уравнение теплопередачи, коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи.
- 13 Рекуперативные теплообменные аппараты. Конструкции и принцип работы кожухотрубчатых теплообменников различной конструкции.
- 14 Особенности расчета теплообменников.
- 15 Нагревающие агенты. Способы нагревания. Охлаждающие агенты. Способы охлаждения.
- 16 Выпаривание. Конструкции выпарных аппаратов. Тепловой и материальный расчет аппаратов данного типа.
- 17 Массообменные процессы. Основы теории массообмена. Схема массообменного процесса, кривая равновесия и рабочая линия.
- 18 Уравнение массотдачи и массопередачи.
- 19 Расчет основных размеров для аппаратов с непрерывным и ступенчатым контактом фаз.
- 20 Абсорбция. Конструкция абсорберов.
- 21 Перегонка и ректификация. Кривая равновесия.
- 22 Экстракция, сущность процесса. Стадии экстракции. Конструкции экстракторов. Кривая равновесия процесса экстракции.
- 23 Сушка, движущая сила процесса. Область применения. Равновесие в процессах сушки. Статика и кинетика сушки.

- 24 Материальный и тепловой баланс сушки.
- 25 Основные параметры влажного воздуха: влагосодержание, энтальпия, относительная влажность и т.д. Виды связи влаги с материалом.
- 26 Диаграмма влажного воздуха, изображение на ней процессов сушки.
- 27 Основные виды сушильного оборудования: вальцовая сушилка, ленточная сушилка, распылительная сушилка, сушилка с псевдоожиженным слоем высушиваемого зернистого материала.
- 28 Специальные виды сушки. Терморadiационные, высокочастотные, сублимационные сушилки.

#### **Вопросы для Экзамена (8 семестр):**

- 1 Материальный расчет
- 2 Тепловой расчет
- 3 Конструктивный расчет
- 4 Прочностной расчет

### **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 Пищулин В. П. Расчет рабочего флегмового числа : методическое пособие / В. П. Пищулин, Л. Ф. Зарипова; 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, 2023 - 34 с.

### **8.3 Информационно-образовательные ресурсы**

Э1 Айнштейн, В. Г. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс: в 2 книгах : / Айнштейн В.Г., Захаров М.К., Носов Г.А. — Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2014 .— ISBN 978-5-9963-2214-5 .—

Э2 Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию [Электронный ресурс] : Учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов / Г. С. Борисов, В. П. Брыков, Ю. И. Дытнерский и др. ; Под ред. Ю. И. Дытнерского .— М. : Химия, 1991

Э3 Лашинский, Александр Александрович. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры [Сопротивление материалов] : справочник / А. А. Лашинский, А. Р. Толчинский .— 4-е изд., стер., перепечатка со второго издания 1970 г. — М. : Альянс, 2013 .— 752 с.

Э4 Пищулин, Владимир Петрович. Курсовое проектирование по процессам и аппаратам химической технологии [Текст] : учебное .— Северск : Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2011 .— 67, [1] с. : ил. — Библиогр.: с. 24-27.

Э5 Издание на др. носителе: Курсовое проектирование по процессам и аппаратам химической технологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. П. Пищулин ; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Северский технологический институт - филиал НИЯУ МИФИ (СТИ НИЯУ МИФИ) .— 1 компьютерный файл (pdf; 1574 KB) .— Северск : Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2011 .— 67, [1] с. : ил

## **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 (тезаурус). 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 обсуждении основных положений и выводов, объяснении явлений и фактов, ответа на поставленные вопросы:

1) вырабатываются умения и навыки использовать приобретенные знания для различного рода 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 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.

**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 промежуточному контролю: Экзамен (7 семестр)

В течение 7 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Экзамену по дисциплине. Студент на Экзамене 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.

– Подготовка к промежуточному контролю: Экзамен (8 семестр), Курсовой проект (8 семестр)

В течение 8 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Экзамену, защите КП по дисциплине. Студент на Экзамене, защите КП 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): С.А. Ткачук