

**Кафедра «Машины и аппараты химических и атомных производств»**

ОДОБРЕНО  
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ  
протокол № 5 от 28.06.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ВВЕДЕНИЕ В ЯДЕРНУЮ ТЕХНОЛОГИЮ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ  
ПРОЦЕССЫ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА)**

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

**14.03.02 Ядерные физика и технологии**

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Вывод из эксплуатации ядерно- и радиационно- опасных объектов**

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)
6	4	144	32	16	16	16	80	Экз.
Итого	4	144	32	16	16	16	80	

## **Аннотация**

Рабочая программа дисциплины «Введение в ядерную технологию (Технологические процессы ядерного топливного цикла)» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 14.03.02 «Ядерные физика и технологии», образовательной программы «Выход из эксплуатации ядерно- и радиационно- опасных объектов».

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

### **1) знать:**

3.1 технологии получения соединений урана, плутония и редких элементов, металлов и сплавов на их основе и их применение в атомной промышленности;

3.2 технологическое оборудование, водящее в состав атомных станций, а также применяемое на предприятиях ЯТЦ разного профиля, их конструкции и конструктивные особенности;

### **2) уметь:**

У.1 составлять технологические схемы переработки урансодержащего сырья, и сырья, содержащего редкие элементы, применяемые на предприятиях ЯТЦ;

У.2 самостоятельно делать расчет, а также выбор оборудования для осуществления технологических операций;

У.3 понимать, объяснять и проводить физико-химические обоснования основных процессов, используемых при переработке различного вида сырья до получения готовой продукции;

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

В.1 технологическими приемами проведения основных операций по переработке уран- и материалов, содержащих редкие элементы, с получением чистых соединений, металлов и сплавов;

В.2 основами расчета оборудования, используемого на предприятиях ЯТЦ.

## **1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Введение в ядерную технологию (Технологические процессы ядерного топливного цикла)» 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 и атомной технологии, в развитии самостоятельного творческого инженерного мышления, определяющего профиль специалиста.

Основными задачами дисциплины являются:

формирование у будущих бакалавров современного мировоззрения в области химии, технологий и оборудования предприятий ЯТЦ, предполагающего не только знание основ химической технологии в области переработки материалов, используемых на этих предприятиях, аппаратного оформления того или иного процесса, но и понимание необходимости усовершенствования этих процессов и оборудования.

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Введение в ядерную технологию (Технологические процессы ядерного топливного цикла)» (Б1.В.ОД.1.9) - Профессиональный модуль образовательной программы.

## 3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

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: производственно-технологический</b>			
Участие в мероприятиях по оценке ядерной и радиационной безопасности, экологического мониторинга и контроля; радиационного обследования ядерно- и радиационно-опасных объектов, подлежащих выводу из эксплуатации; участие в процессах вывода из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов	Машины и оборудование атомной отрасли, ядерные, физические установки и другие ядерно- и радиационно-опасные объекты, подлежащие выводу из эксплуатации; радиоактивные отходы	<b>ПК-6</b> Способен к контролю соблюдения технологической дисциплины и обслуживания оборудования	<b>З-ПК-6</b> знать технические характеристики и принципы безопасного обслуживания технологического оборудования <b>У-ПК-6</b> уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины и обслуживание оборудования <b>В-ПК-6</b> владеть методами контроля, проверок и испытаний систем и навыками выявления неисправностей в работе оборудования
Участие в мероприятиях по оценке ядерной и радиационной безопасности, экологического мониторинга и контроля; радиационного обследования ядерно- и радиационно-опасных объектов, подлежащих выводу из эксплуатации; участие в процессах вывода из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов	Машины и оборудование атомной отрасли, ядерные, физические установки и другие ядерно- и радиационно-опасные объекты, подлежащие выводу из эксплуатации; радиоактивные отходы	<b>ПК-8</b> Способен к оценке ядерной и радиационной безопасности и контролю за соблюдением экологической безопасности	<b>З-ПК-8</b> Знать методы оценки ядерной и радиационной безопасности, контроля за соблюдением экологической безопасности <b>У-ПК-8</b> Уметь оценивать ядерную и радиационную безопасность, проводить контроль за соблюдением экологической безопасности <b>В-ПК-8</b> Владеть навыками оценки ядерной, радиационной и экологической безопасности

## 4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Введение в ядерную технологию (Технологические процессы ядерного топливного цикла)» 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 14.03.02 «Ядерные физика и технологии», образовательной программе «Выход из эксплуатации ядерно- и радиационно- опасных объектов».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в зачетных единицах – 4, 144 час., обучение по дисциплине проходит в семестре 6.

Дисциплина (модуль) содержит **разделы:**

- **раздел 1** – «Особенности переработки ядерного горючего»
- **раздел 2** – «Проект БРЕСТ-ОД-300»
- **раздел 3** – «Утилизация РАО»

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>6 семестр (16 недель)</b>								
1	Особенности переработки ядерного горючего	6		4	12	9/ЛР1	9/Т1	13
2	Проект БРЕСТ-ОД-300	14	16	8	21	13/ЛР2, 1/Зд1, 2/Зд2, 3/Зд3, 4/Зд4, 6/Зд5, 8/Зд6	13/КР1	37
3	Утилизация РАО	12		4	11	15/ЛР3	16/Т2	10
	Экзамен				36			40
<b>Итого за 6 семестр:</b>		<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>80</b>			<b>100</b>

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 технические характеристики и принципы безопасного обслуживания технологического оборудования ( <b>З-ПК-6</b> )	1, 2, 3	ЛР1, Т1, ЛР2, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, КР1, ЛР3, Т2, Зкзамен (6 сем.)
– уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины и обслуживание оборудования ( <b>У-ПК-6</b> )	1, 2, 3	ЛР1, Т1, ЛР2, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, КР1, ЛР3, Т2, Зкзамен (6 сем.)
– владеть методами контроля, проверок и испытаний систем и навыками выявления неисправностей в работе оборудования ( <b>В-ПК-6</b> )	1, 2, 3	ЛР1, Т1, ЛР2, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, КР1, ЛР3, Т2, Зкзамен (6 сем.)
– Знать методы оценки ядерной и радиационной безопасности, контроля за соблюдением экологической безопасности ( <b>З-ПК-8</b> )	1, 2, 3	ЛР1, Т1, ЛР2, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, КР1, ЛР3, Т2, Зкзамен (6 сем.)
– Уметь оценивать ядерную и радиационную безопасность, проводить контроль за соблюдением экологической безопасности ( <b>У-ПК-8</b> )	1, 2, 3	ЛР1, Т1, ЛР2, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, КР1, ЛР3, Т2, Зкзамен (6 сем.)
– Владеть навыками оценки ядерной, радиационной и экологической безопасности ( <b>В-ПК-8</b> )	1, 2, 3	ЛР1, Т1, ЛР2, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, КР1, ЛР3, Т2, Зкзамен (6 сем.)

## 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 Особенности переработки ядерного горючего</b>	
<b>1.1 Основные проблемы ядерной энергетики.</b>	2
<b>1.2 Основные требования, предъявляемые к новым проектам Атомной энергетике.</b>	4
<i>Итого по разделу 1:</i>	6
<b>Раздел 2 Проект БРЕСТ-ОД-300</b>	
<b>2.1 Преимущества технологии естественной безопасности.</b>	2
<b>2.2 Замкнутый топливный цикл БРЕСТ-ОД-300.</b>	4
<b>2.3 Технология получения смешанного монокристаллического карботермическим методом.</b>	2

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>2.4 Технология синтеза смешанного нитрида из исходных металлов.</b>	2
<b>2.5 Фторидная переработка отработанного уран -плутониевого топлива.</b>	4
<i>Итого по разделу 2:</i>	<i>14</i>
<b>Раздел 3 Утилизация РАО</b>	
<b>3.1 Обоснование необходимости очистки радиоактивно-заряженных вод.</b>	12
<i>Итого по разделу 3:</i>	<i>12</i>
<b>Всего по теоретическому разделу дисциплины:</b>	<b>32</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 Особенности переработки ядерного горючего</b>	
<b>1.1 Определение основных показателей выпарного аппарата.</b>	4
<i>Итого по разделу 1:</i>	<i>4</i>
<b>Раздел 2 Проект БРЕСТ-ОД-300</b>	
<b>2.1 Расчёт производства плавиковой кислоты во вращающейся шахтной печи.</b>	8
<i>Итого по разделу 2:</i>	<i>8</i>
<b>Раздел 3 Утилизация РАО</b>	
<b>3.1 Определение показателей смешивания в псевдооживленном слое материала.</b>	4
<i>Итого по разделу 3:</i>	<i>4</i>
<b>Всего по лабораторному практикуму дисциплины:</b>	<b>16</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 2 Проект БРЕСТ-ОД-300</b>	
<b>2.1 Определение времени сушки различных материалов.</b>	2
<b>2.2 Определение коэффициента теплоотдачи.</b>	2

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>2.3 Определение истинного теплового потока и поверхности теплопередачи.</b>	2
<b>2.4 Расчет изоляции.</b>	2
<b>2.5 Конструктивный расчет.</b>	4
<b>2.6 Прочностной расчет.</b>	4
<i>Итого по разделу 2:</i>	<i>16</i>
<b>Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины:</b>	<b>16</b>

### 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: Методы проблемного обучения, Обучение на основе опыта, Исследовательский метод.

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

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

Общее число часов занятий, проводимых в интерактивной форме – 16 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-6	З-ПК-6	ЛР1, Т1, ЛР2, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, КР1, ЛР3, Т2, Зкзамен (6 сем.)
ПК-6	У-ПК-6	ЛР1, Т1, ЛР2, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, КР1, ЛР3, Т2, Зкзамен (6 сем.)
ПК-6	В-ПК-6	ЛР1, Т1, ЛР2, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, КР1, ЛР3, Т2, Зкзамен (6 сем.)
ПК-8	З-ПК-8	ЛР1, Т1, ЛР2, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, КР1, ЛР3, Т2, Зкзамен (6 сем.)
ПК-8	У-ПК-8	ЛР1, Т1, ЛР2, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, КР1, ЛР3, Т2, Зкзамен (6 сем.)
ПК-8	В-ПК-8	ЛР1, Т1, ЛР2, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, КР1, ЛР3, Т2, Зкзамен (6 сем.)

**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 6 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
<b>Текущая аттестация</b>			
ЛР1	Лабораторная работа	5	3
Т1	Тестирование	8	4.8
ЛР2	Лабораторная работа	5	3
Зд1	Задание (задача)	4	2.4
Зд2	Задание (задача)	4	2.4
Зд3	Задание (задача)	4	2.4
Зд4	Задание (задача)	4	2.4
Зд5	Задание (задача)	4	2.4
Зд6	Задание (задача)	4	2.4
КР1	Контрольная работа	8	4.8
ЛР3	Лабораторная работа	5	3
Т2	Тестирование	5	3
<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 бальной 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 (6 семестр):

- 1 Введение, основные понятия, применяемые в химической технологии
- 2 Основные проблемы ядерной энергетики
- 3 Основные требования, предъявляемые к новым проектам Атомной энергетике
- 4 Преимущества технологии естественной безопасности
- 5 Проект БРЕСТ-ОД-300
- 6 Замкнутый топливный цикл
- 7 Экономическая целесообразность
- 8 Технология получения уран-плутониевого топлива
- 9 Технология получения смешанного монокрида карботермическим методом
- 10 Технология синтеза смешанного нитрида из исходных металлов.
- 11 Технология изготовления топливных сердечников из смешанного монокрида.
- 12 Фторидная переработка отработанного уран - плутониевого топлива
- 13 Технологическая схема фторирования таблеток топлива в аппарате со стационарным слоем
- 14 Технологическая схема переработки и регенерации нитридного уран-плутониевого топлива
- 15 Описание работы аппаратурно-технологической схемы
- 16 Получение фтороводорода высокой чистоты
- 17 Физические и химические свойства фтороводорода
- 18 Способ разложения плавикового шпата фосфорной кислотой, пиролиз в смеси с SiO<sub>2</sub>
- 19 Получение фтороводорода сернокислотным разложением плавикового шпата
- 20 Материалы для аппаратуры, предназначенной для работы с фтороводородом и плавиковой кислотой
- 21 Свойства азота. Физические и химические свойства.
- 22 Методы получения жидкого азота Метод мембранного воздухоразделения
- 23 Метод адсорбционного воздухоразделения
- 24 Очистка воздуха от пыли, влаги, двуокиси углерода и ацетилена
- 25 Обоснование необходимости очистки радиоактивно-заряженных вод
- 26 Развитие техники обезвреживания жидких отходов среднего и низкого уровня активности
- 27 Сброс радиоактивных отходов в открытые водоемы
- 28 Биологические методы очистки
- 29 Соосаждение
- 30 Дистилляция (выпаривание)
- 31 Ионный обмен
- 32 Вымораживание
- 33 Пенная флотация
- 34 Электролиз
- 35 Цементирование
- 36 Включение в асфальт, битум и пластики
- 37 Сброс отходов в грунт
- 38 Захоронения в полости земли и отработанные соляные рудники
- 39 Захоронение в глубинные геологические формации
- 40 Аппаратурно-технологическая схема каталитического сжигания органических ЖРО в псевдооживленном слое катализатора

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**

### **8.1 Основная литература**

Л1.1 Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов / А. Г. Касаткин - М.: Альянс, 2014 - 750, [2] с.

Л1.2 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.

Л1.3 Сваровский А. Я. Обращение с отработавшим ядерным топливом АЭС в России [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Я. Сваровский; Федеральное агентство по образованию, Северский технологический институт - филиал НИЯУ МИФИ ; под ред. В. П. Пищулина - Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2011 - 115, [1] 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 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.

Л2.3 Поникаров И. И. Конструирование и расчет элементов химического оборудования / И. И. Поникаров, С. И. Поникаров - М.: Альфа-М, 2010 - 379, [5] с.

Л2.4 Процессы и аппараты химической технологии: учебник и практикум для академического бакалавриата: в 5-ти частях / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент; под редакцией Ю. А. Комиссарова - Москва: Юрайт, 2019Ч. 1: Ч. 1 - 216 с.

Л2.5 Процессы и аппараты химической технологии: учебник и практикум для академического бакалавриата: в 5-ти частях / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент; под редакцией Ю. А. Комиссарова - Москва: Юрайт, 2019Ч. 2: Ч. 2 - 227 с.

Л2.6 Процессы и аппараты химической технологии: учебник и практикум для академического бакалавриата: в 5-ти частях / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент; под редакцией Ю. А. Комиссарова - Москва: Юрайт, 2019Ч. 3: Ч. 3 - 246 с.

Л2.7 Процессы и аппараты химической технологии: учебник и практикум для академического бакалавриата: в 5-ти частях / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент; под редакцией Ю. А. Комиссарова - Москва: Юрайт, 2019Ч. 4: Ч. 4 - 323 с.

Л2.8 Процессы и аппараты химической технологии: учебник и практикум для академического бакалавриата: в 5-ти частях / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент; под редакцией Ю. А. Комиссарова - Москва: Юрайт, 2019Ч. 5: Ч. 5 - 208 с.

Л2.9 Пищулин В. П. Исследование гидродинамических явлений и теплообмена при псевдооживлении зернистого материала [Электронный ресурс]: практическое руководство / 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, 2012 - 34 с.

Л2.10 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.

## 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 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
- Выполнение индивидуальных заданий
- Подготовка к практическим занятиям, семинарам
- Подготовка к промежуточному контролю: Экзамен (6 семестр)

В течение 6 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.

\*\*\*

Автор(ы): Е.Ю. Карташов