

**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 УРАНОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

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       | 5                | 180                     | 32           | 16                         | 16                        | 16  | 116       | Экз.                                   |
| 7       | 5                | 180                     | 32           | 16                         | 16                        | 18  | 116       | Экз., КП                               |
| Итого   | 10               | 360                     | 64           | 32                         | 32                        | 34  | 232       |  |

## **Аннотация**

Рабочая программа дисциплины «Процессы и аппараты урановых производств» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 14.03.02 «Ядерная физика и технологии», образовательной программы «Вывод из эксплуатации ядерно- и радиационно- опасных объектов».

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

### **1) знать:**

3.1 историю и перспективы развития атомной промышленности и технологии ядерного горючего;

3.2 структуру комплекса атомной промышленности;

3.3 добычу и переработку урановых руд до получения концентратов урановых соединений;

3.4 основные закономерности и расчетные зависимости, необходимые для расчета типовых и специальных процессов и аппаратов;

3.5 принципиальные схемы проведения основных и специальных процессов, их достоинства, недостатки, области применения;

3.6 устройство типовой аппаратуры, методы определения ее оптимальных размеров;

3.7 способы интенсификации процессов химической и специальной технологии;

### **2) уметь:**

У.1 разрабатывать технологию, процессы и аппараты атомной технологии;

У.2 осуществлять выбор типового оборудования для проведения процесса в заданных условиях;

У.3 рассчитать и спроектировать установки для проведения процессов химической и специальной технологии;

У.4 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 методами выбора технологии, процессов и оборудования спецпроизводства;

В.2 методами расчета процессов и аппаратов специальных технологий;

В.3 методами исследований процессов специальных технологий;

В.4 методами обработки экспериментальных данных;

В.5 методами проектирования оборудования специальных производств;

В.6 методами выполнения конструкторской документации проектируемого оборудования;

В.7 навыками работы на ЭВМ с использованием пакетов прикладных программ по расчету и конструированию оборудования.

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

Целями освоения дисциплины «Процессы и аппараты урановых производств» являются:

вооружение будущего бакалавра знаниями теоретических основ общих процессов химической и атомной 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.

Курс включает изучение моделирования процессов химической и атомной технологии, теории подобия, гидромеханических, тепловых и массообменных процессов, основных конструкций аппаратов и машин и методов их расчета.

Основными задачами дисциплины являются:

- ознакомление с технологиями, процессами и оборудованием основных процессов производства ядерного горючего;
- изучение теории основных процессов химической и атомной технологии, методов их анализа и расчета и определение оптимальных параметров;
- знакомство с конструкциями различных машин и аппаратов для осуществления основных процессов химической и атомной 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 урановых производств» (Б1.В.ДВ.5.2) - 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-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов | <p><b>З-УК-8</b> Знать: требования, предъявляемые к безопасности условий жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и пути обеспечения комфортных условий труда на рабочем месте</p> <p><b>У-УК-8</b> Уметь: обеспечивать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и комфортные условия труда на рабочем месте; выявлять и устранять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте</p> <p><b>В-УК-8</b> Владеть: навыками предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций (природного и техногенного происхождения) на рабочем месте</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;<br>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                         | Машины и оборудование атомной отрасли, ядерные, | <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 |

| Задача профессиональной деятельности (ЗПД)   | Объект или область знания  | Код и наименование профессиональной компетенции;<br>Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта) | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции  |
|--|--|--|--|
| 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 | физические установки и другие ядерно- и радиационно-опасные объекты, подлежащие выводу из эксплуатации; радиоактивные отходы |  | <b>У-ПК-6</b> уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины и обслуживание оборудования<br><b>В-ПК-6</b> владеть методами контроля, проверок и испытаний систем и навыками выявления неисправностей в работе оборудования |

#### 4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Процессы и аппараты урановых производств» 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 «Вывод из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в **зачетных единицах – 10, 360 час.**, обучение по дисциплине проходит в **семестре 6, 7.**

Дисциплина (модуль) содержит **разделы:**

- **раздел 1** – «Технология, процессы и оборудование получения концентратов урана»
- **раздел 2** – «Технология, процессы и оборудование получения концентратов урана»

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                            | Технология, процессы и оборудование получения концентратов урана | 32  | 16             | 16            | 80             | 1/КИ1, 2/КИ2, 3/КИ3, 5/КИ4, 6/КР1, 7/КИ5, 8/КИ6, 4/ЛР1, 8/ЛР2, 8/РГЗ1 |                                | 60                   |
|                              | Экзамен  |   |                |               | 36             |   |                                | 40                   |
| <b>Итого за 6 семестр:</b>   |  | 32  | 16             | 16            | 116            |   |                                | 100                  |
| <b>7 семестр (18 недель)</b> |  |   |                |               |                |   |                                |                      |
| 2                            | Технология, процессы и оборудование получения концентратов урана | 32  | 16             | 16            | 14             | 3/ЛР3, 7/ЛР4, 4/Зд1, 8/Зд2, 12/Зд3, 16/Зд4, 7/КИ7                     | 16/Т1                          | 60                   |
|                              | Курсовой проект  |   |                |               | 48             |   |                                |                      |
|                              | Экзамен  |   |                |               | 54             |   |                                | 40                   |
| <b>Итого за 7 семестр:</b>   |  | 32  | 16             | 16            | 116            |   |                                | 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 технические характеристики и принципы безопасного обслуживания технологического оборудования ( <b>З-ПК-6</b> ) | 1, 2            | КИ1, КИ3, КИ5, КИ6, ЛР1, ЛР2, РГЗ1, Экзамен (6 сем.), ЛР3, ЛР4, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, КИ7, Т1, Экзамен (7 сем.), Курсовой проект |
| – уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины и обслуживание оборудования ( <b>У-ПК-6</b> )             | 1, 2            | КИ4, КР1, КИ5, КИ6, ЛР1, ЛР2, РГЗ1, Экзамен (6 сем.), ЛР3, ЛР4, Зд4, КИ7, Т1, Экзамен (7 сем.), Курсовой проект                |

|   |      |   |
|---|------|---|
| – владеть методами контроля, проверок и испытаний систем и навыками выявления неисправностей в работе оборудования ( <b>В-ПК-6</b> )  | 1, 2 | КИ2, КР1, Экзамен (6 сем.), ЛР3, Зд2, Зд3, КИ7, Т1, Экзамен (7 сем.), Курсовой проект                                     |
| – Знать: требования, предъявляемые к безопасности условий жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и пути обеспечения комфортных условий труда на рабочем месте ( <b>З-УК-8</b> )   | 1, 2 | КИ2, КИ3, ЛР1, Экзамен (6 сем.), ЛР3, ЛР4, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, КИ7, Т1, Экзамен (7 сем.), Курсовой проект                 |
| – Уметь: обеспечивать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и комфортные условия труда на рабочем месте; выявлять и устранять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте ( <b>У-УК-8</b> ) | 1, 2 | КИ4, КР1, КИ5, КИ6, ЛР1, ЛР2, РГЗ1, Экзамен (6 сем.), ЛР3, ЛР4, Зд2, Зд3, Зд4, КИ7, Т1, Экзамен (7 сем.), Курсовой проект |
| – Владеть: навыками предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций (природного и техногенного происхождения) на рабочем месте ( <b>В-УК-8</b> )   | 1, 2 | КР1, КИ6, ЛР1, ЛР2, Экзамен (6 сем.), КИ7, Т1, Экзамен (7 сем.), Курсовой проект  |

## 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 Технология, процессы и оборудование получения концентратов урана</b>   |                                     |
| <b>1.1 Введение.</b> Предмет и задачи курса. Краткая история урано-вой промышленности. Области применения и свойства урана. Общая схема атомной промышленности. Состояние ядерной энергетики и сырьевой базы. Факторы, влияющие на конструкции аппаратов и машин, их эксплуатацию. Химическая, радиохимическая и ядерная безопасность при конструировании химической аппаратуры и ее обслуживании. | 4                                   |
| <b>1.2 Рудная подготовка .</b>   | 4                                   |
| <b>1.3 Выщелачивание.</b>  | 4                                   |
| <b>1.4 Сорбционная переработка урановых растворов .</b>  | 8                                   |
| <b>1.5 Экстракционная переработка урановых растворов.</b>  | 4                                   |
| <b>1.6 Осаждение химических концентратов из растворов .</b>  | 4                                   |
| <b>1.7 Получения урановых концентратов .</b>   | 4                                   |
| <i>Итого по разделу 1:</i>   |                                     |
|  | 32                                  |

| Содержание разделов / тематика разделов  | Трудоемкость разделов/тем, ауд. час |
|--|-------------------------------------|
| <b>Раздел 2 Технология, процессы и оборудование получения концентратов урана</b> |                                     |
| <b>2.1 Сорбционная переработка урановых растворов .</b>                          | 8                                   |
| <b>2.2 Экстракционная переработка урановых растворов.</b>                        | 8                                   |
| <b>2.3 Осаждение химических концентратов из растворов .</b>                      | 8                                   |
| <b>2.4 Получения урановых концентратов .</b>                                     | 8                                   |
| <i>Итого по разделу 2:</i>   | 32                                  |
| <b>Всего по теоретическому разделу дисциплины:</b>                               | <b>64</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 Технология, процессы и оборудование получения концентратов урана</b> |                                     |
| <b>1.1 Испытание дробильно-измельчающих машин.</b>                               | 8                                   |
| <b>1.2 Исследование гидродинамики и теплообмена в псевдоожиге.</b>               | 8                                   |
| <i>Итого по разделу 1:</i>   | 16                                  |
| <b>Раздел 2 Технология, процессы и оборудование получения концентратов урана</b> |                                     |
| <b>2.1 Исследование процесса конвективной сушки материалов.</b>                  | 8                                   |
| <b>2.2 Исследование процесса МКВ сушки материалов.</b>                           | 8                                   |
| <i>Итого по разделу 2:</i>   | 16                                  |
| <b>Всего по лабораторному практикуму дисциплины:</b>                             | <b>32</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 1 Технология, процессы и оборудование получения концентратов урана</b> |                                     |
| <b>1.1 Расчет процесса выщелачивания урановых руд и каскада пачуков.</b>         | 16                                  |
| <i>Итого по разделу 1:</i>   | 16                                  |
| <b>Раздел 2 Технология, процессы и оборудование получения концентратов урана</b> |                                     |
| <b>2.1 Сорбционная переработка урановых растворов .</b>                          | 4                                   |
| <b>2.2 Экстракционная переработка урановых растворов.</b>                        | 4                                   |
| <b>2.3 Осаждение химических концентратов из растворов .</b>                      | 4                                   |

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание | Трудоемкость разделов/тем, ауд. час |
| <b>2.4 Получения урановых концентратов .</b>                            | 4                                   |
| <i>Итого по разделу 2:</i>  | <i>16</i>                           |
| <b>Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины:</b>         | <b>32</b>                           |

### 5.5 Курсовое проектирование

В соответствии с рабочим учебным планом предусмотрено выполнить: Курсовой проект (7 семестр).

Курсовой проект включает в себя следующие этапы:

Этап 1. Выдача темы курсового проекта. Обзор справочной литературы.

Этап 2. Выполнение индивидуальной темы курсового проекта.

Этап 3. Подготовка и защита курсового проекта.

### 6 Образовательные технологии

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

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

При проведении практических занятий используются следующие образовательные технологии: Работа в команде, Проектный метод.

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

Общее число часов занятий, проводимых в интерактивной форме – 34 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              | КИ1, КИ3, КИ5, КИ6, ЛР1, ЛР2, РГ31, Экзамен (6 сем.), ЛР3, ЛР4, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, КИ7, Т1, Экзамен (7 сем.), Курсовой проект |
| ПК-6        | У-ПК-6              | КИ4, КР1, КИ5, КИ6, ЛР1, ЛР2, РГ31, Экзамен (6 сем.), ЛР3, ЛР4, Зд4, КИ7, Т1, Экзамен (7 сем.), Курсовой проект                |
| ПК-6        | В-ПК-6              | КИ2, КР1, Экзамен (6 сем.), ЛР3, Зд2, Зд3, КИ7, Т1, Экзамен (7 сем.), Курсовой проект  |
| УК-8        | З-УК-8              | КИ2, КИ3, ЛР1, Экзамен (6 сем.), ЛР3, ЛР4, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, КИ7, Т1, Экзамен (7 сем.), Курсовой проект                      |
| УК-8        | У-УК-8              | КИ4, КР1, КИ5, КИ6, ЛР1, ЛР2, РГ31, Экзамен (6 сем.), ЛР3, ЛР4, Зд2, Зд3, Зд4, КИ7, Т1, Экзамен (7 сем.), Курсовой проект      |



|      |        |  |
|------|--------|--|
| УК-8 | В-УК-8 | КР1, КИ6, ЛР1, ЛР2, Экзамен (6 сем.), КИ7, Т1, Экзамен (7 сем.), Курсовой проект |
|------|--------|--|

**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>       |                              |  |   |
| КИ1                             | Контроль по итогам           | 3  | 1.8                                       |
| КИ2                             | Контроль по итогам           | 3  | 1.8                                       |
| КИ3                             | Контроль по итогам           | 3  | 1.8                                       |
| КИ4                             | Контроль по итогам           | 3  | 1.8                                       |
| КР1                             | Контрольная работа           | 3  | 1.8                                       |
| КИ5                             | Контроль по итогам           | 3  | 1.8                                       |
| КИ6                             | Контроль по итогам           | 3  | 1.8                                       |
| ЛР1                             | Лабораторная работа          | 10   | 6   |
| ЛР2                             | Лабораторная работа          | 10   | 6   |
| РГЗ1                            | Расчетно-графическое задание | 19   | 11.4                                      |
| <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 7 семестре:

| Вид контроля                    | Наименование видов контроля | Максимальная положительная оценка в баллах | Минимальная положительная оценка в баллах |
|---------------------------------|-----------------------------|--|---|
| <b>Текущая аттестация</b>       |                             |  |   |
| ЛР3                             | Лабораторная работа         | 5  | 3   |
| ЛР4                             | 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                                       |
| КИ7                             | Контроль по итогам          | 4  | 2.4                                       |
| Т1                              | Тестирование                | 30   | 18  |
| <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 твердо 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 Область применения и свойства урана.
- 2 Общая схема атомной промышленности.
- 3 Состояние ядерной энергетики и сырьевой базы.
- 4 Факторы, влияющие на конструкции аппаратов и машин, их эксплуатацию.
- 5 Химическая, радиохимическая и ядерная безопасность при конструировании химической аппаратуры и ее обслуживании.
- 6 Оборудование механических процессов.
- 7 Гравитационное, радиометрическое, флотационное обогащение руд.
- 8 Кислотное выщелачивание. Карбонатное выщелачивание.
- 9 Методы выщелачивания.
- 10 Аппараты с механическим, пневмомеханическим, пневматическим и пульсационным перемешиванием.
- 11 Расчет каскада аппаратов выщелачивания.
- 12 Схема противоточной декантации.
- 13 Сгустители, отстойники, гидроциклоны.
- 14 Интенсификация работы отстойников.
- 15 Осаждение полиуранатов из очищенных растворов.
- 16 Переработка карбонатных растворов.
- 17 Агитаторы.
- 18 Расчет каскада осаждения.
- 19 Фильтры.
- 20 Центрифуги.

#### **Вопросы для Экзамена (7 семестр):**

- 1 Ионообменная сорбция.
- 2 Ионообменные смолы.
- 3 Применение ионитов для сорбции урана из растворов.

- 4 Сорбционные колонны с неподвижным слоем сорбента, их расчет.
- 5 Аппараты со взвешенным слоем сорбента.
- 6 Пачуки.
- 7 Пульсационные сорбционные колонны.
- 8 Реконструкция пачуков.
- 9 Экстракция.
- 10 Экстрагенты.
- 11 Схемы экстракционных процессов.
- 12 Горизонтальные смесительно-отстойные экстракторы.
- 13 Экстракторы ящичного типа, смесительно-отстойные пульсационные экстракторы.
- 14 Смесители-отстойники самотечного типа.
- 15 Смесители-отстойники с принудительной транспортировкой фаз.
- 16 Колонные экстракторы.
- 17 Колонные экстракторы с механическим, пневматическим, пульсационным перемешиванием.
- 18 Центробежные экстракторы.
- 19 Оборудование для сушки материалов.
- 20 Выбор сушилок и основы расчета.
- 21 Аппаратура для сушки аморфных и пастообразных материалов.
- 22 Ленточные, петлевые сушилки.
- 23 Барабанные вращающиеся печи.
- 24 Шнековые аппараты.
- 25 Шахтные печи.
- 26 Аппараты псевдооживленного слоя.
- 27 Пламенные реакторы.
- 28 Плазмотроны.

## **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 Судариков Б. Н. Процессы и аппараты урановых производств: учебное пособие для вузов / Б. Н. Судариков, Э. Г. Раков; под ред. Б. В. Громова - М.: Машиностроение, 1969 - 382, [2] с.

Л2.5 Карташов Е. Ю. Курсовое проектирование по процессам и аппаратам урановых производств: учебное пособие / Е. Ю. Карташов, 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 - 80 с.

Л2.6 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.

Л2.7 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.

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

Э1 <http://library.mephi.ru> - Распределенный сводный каталог библиотек институтов НИЯУ МИФИ;

Э2 <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека. Научная электронная библиоте-ка eLIBRARY.RU - это крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты бо-лее 12 млн научных статей и публикаций. На платформе eLIBRARY.RU доступны элек-тронные версии более 1400 российских научно-технических журналов, в том числе более 500 журналов в открытом доступе.

## **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: пометать 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.

**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
- Подготовка к лабораторным работам
- Оформление отчетов по лабораторным работам
- Выполнение расчетных работ
- 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.

- Подготовка к промежуточному контролю: Экзамен (7 семестр), Курсовой проект (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, 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): Л.Ф Зарипова