

**Северский технологический институт –**

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

**(СТИ НИЯУ МИФИ)**

**Кафедра «Химии и технологии материалов современной энергетики»**

ОДОБРЕНО  
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ  
протокол № 5 от 28.06.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ТЕХНОЛОГИЯ СВЕРХЧИСТЫХ ВЕЩЕСТВ**

СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Химическая технология материалов ядерного топливного цикла**

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) |
|---------|------------------|-------------------------|--------------|----------------------------|---------------------------|---|-----------|--|
| 7       | 3                | 108                     | 16           | 16                         | 32                        | 0   | 44        | Зач.                                   |
| Итого   | 3                | 108                     | 16           | 16                         | 32                        | 0   | 44        |  |

## Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Технология сверхчистых веществ» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики», образовательной программы «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».

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

**1) знать:**

З.1 основы технологии получения веществ высокой степени чистоты

**2) уметь:**

У.1 классифицировать вещества по степени чистоты

У.2 использовать знания об изотопной чистоте для решения профессиональных задач

У.3 использовать полученные навыки для изучения смежных дисциплин

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

В.1 применять полученные знания по особенностям поведения высокочистых веществ для управления технологическими процессами различной сложности

### 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Технология сверхчистых веществ» являются:

расширение представления о технологии получения веществ высокой степени чистоты в приложении к задачам атомной отрасли

Основными задачами дисциплины являются:

изучение связи между составом и свойствами веществ через изотопночистые химические соединения, рассматриваются основные понятия, связанные с получением о.с.ч. веществ (классификации веществ по чистоте и методам очистки, лимитируемые примеси)

### 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Технология сверхчистых веществ» (Б1.В.ДВ.5.2) -  
Общепрофессиональный модуль образовательной программы.

### 3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Универсальные и общепрофессиональные компетенции:

| Код и наименование компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции   |
|--|--|
| ОПК-1 Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности | З-ОПК-1 Знать: математический аппарат, физические и химические законы необходимые для решения профессиональных задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла, основные теоретические положения смежных естественнонаучных дисциплин<br>У-ОПК-1 Уметь: определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов математических и естественнонаучных дисциплин для решения профессиональных задач, применять полученные теоретические |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции   |
|--------------------------------|--|
|                                | знания и математический аппарат для самостоятельного освоения специальных разделов математики и естественнонаучных дисциплин, необходимых в профессиональной деятельности, применять знания математики и естественнонаучных дисциплин для анализа и обработки результатов химических экспериментов<br><b>В-ОПК-1</b> Владеть: навыками использования теоретических основ базовых разделов математики и естественнонаучных дисциплин при решении задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла |

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: научно-исследовательский</b>   |  |   |   |
| Анализ научно-технической литературы и проведение патентного поиска; Составление научно-технических отчетов и аналитических обзоров литературы; Проведение экспериментальных исследований в области технологии материалов современной энергетики | руды, концентраты и вторичное сырье, содержащие уран, цирконий, радиоактивные элементы, редкие металлы ядерного назначения, их химические соединения и материалы на их основе; природное и техногенное сырье, содержащее изотопы легких элементов; технологические процессы их извлечения, концентрирования и очистки; оборудование, приборы и методы обеспечения аналитического контроля проведения этих процессов в лабораторных и промышленных условиях; технологические процессы обращения с ОЯТ и РАО и методы обеспечения радиационной | <b>ПК-1</b> Способен самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей | <b>З-ПК-1</b> Знать: методики планирования эксперимента, стандартные методики проведения комплексных исследований в промышленных и лабораторных условиях, методики обработки и обобщения полученных результатов, методики установления адекватности и анализ исследуемой математической зависимости<br><b>У-ПК-1</b> Уметь: проводить все основные промышленные и лабораторные исследования в области химической технологии материалов современной энергетики с использованием современной аппаратуры, проводить предварительную оценку методов исследований, выбирать оптимальную методику, грамотно осуществлять исследование и самостоятельно обрабатывать<br><b>В-ПК-1</b> Владеть: современными тенденциями постановки и планирования эксперимента, последними научными достижениями в области проведения промышленных и лабораторных исследований с использованием новейшей аппаратуры, современными методами обработки полученных результатов и математического аппарата |

|  |   |  |   |
|--|---|--|---|
| 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 и реабилитации территорий, связанные с использованием ядерных объектов |  |   |

#### 4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Технология сверхчистых веществ» 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 специальности 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики», образовательной программе «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в зачетных единицах – 3, 108 час., обучение по дисциплине проходит в семестре 7.

Дисциплина (модуль) содержит разделы:

- раздел 1 – «Классификация веществ по чистоте»
- раздел 2 – «Методы получения особо чистых веществ»

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                            | Классификация веществ по чистоте | 8   | 8              | 8             | 25             | 3/Дск1, 7/Дск2, 9/ЛР1, 10/ЛР2, 4/ДЗ1, 8/ДЗ2 | 10/Кл1                         | 24                   |
| 2                            | Методы получения                 | 8   | 8              | 24            | 19             | 11/Дск3,                                    | 16/Кл2                         | 36                   |

|                            |                      |    |    |    |    |   |  |     |
|----------------------------|----------------------|----|----|----|----|---|--|-----|
|                            | особо чистых веществ |    |    |    |    | 15/Дск4,<br>11/ЛР3, 12/ЛР4,<br>14/ЛР5, 16/ЛР6,<br>10/ДЗ3, 12/ДЗ4,<br>14/ДЗ5, 16/ДЗ6 |  |     |
|                            | Зачет                |    |    |    |    |   |  | 40  |
| <b>Итого за 7 семестр:</b> |                      | 16 | 16 | 32 | 44 |   |  | 100 |

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

Таблица 2 – Соответствие содержания требуемым результатам обучения

| <b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>  | <b>Номера разделов</b> | <b>Аттестационные мероприятия</b>  |
|--|------------------------|--|
| – Знать: математический аппарат, физические и химические законы необходимые для решения профессиональных задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла, основные теоретические положения смежных естественнонаучных дисциплин ( <b>З-ОПК-1</b> )  | 1, 2                   | Дск1, Дск2, ЛР1, ЛР2, ДЗ1, ДЗ2, Кл1, Дск3, Дск4, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ДЗ3, ДЗ4, ДЗ5, ДЗ6, Кл2, Зачет (7 сем.) |
| – Уметь: определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов математических и естественнонаучных дисциплин для решения профессиональных задач, применять полученные теоретические знания и математический аппарат для самостоятельного освоения специальных разделов математики и естественнонаучных дисциплин, необходимых в профессиональной деятельности, применять знания математики и естественнонаучных дисциплин для анализа и обработки результатов химических экспериментов ( <b>У-ОПК-1</b> ) | 1, 2                   | Дск1, Дск2, ЛР1, ЛР2, ДЗ1, ДЗ2, Кл1, Дск3, Дск4, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ДЗ3, ДЗ4, ДЗ5, ДЗ6, Кл2, Зачет (7 сем.) |
| – Владеть: навыками использования теоретических основ базовых разделов математики и естественнонаучных дисциплин при решении задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла ( <b>В-ОПК-1</b> )   | 1, 2                   | Дск1, Дск2, ЛР1, ЛР2, ДЗ1, ДЗ2, Кл1, Дск3, Дск4, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ДЗ3, ДЗ4, ДЗ5, ДЗ6, Кл2, Зачет (7 сем.) |
| – Знать: методики планирования эксперимента, стандартные методики проведения комплексных исследований в промышленных и лабораторных условия, методики обработки и обобщения полученных результатов, методики установления адекватности и анализ исследуемой математической зависимости ( <b>З-ПК-1</b> )   | 1, 2                   | Дск1, Дск2, ЛР1, ЛР2, ДЗ1, ДЗ2, Кл1, Дск3, Дск4, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ДЗ3, ДЗ4, ДЗ5, ДЗ6, Кл2, Зачет (7 сем.) |

|  |      |  |
|--|------|--|
| – Уметь: проводить все основные промышленные и лабораторные исследования в области химической технологии материалов современной энергетики с использованием современной аппаратуры, проводить предварительную оценку методов исследований, выбирать оптимальную методику, грамотно осуществлять исследование и самостоятельно обрабатывать ( <b>У-ПК-1</b> ) | 1, 2 | Дск1, Дск2, ЛР1, ЛР2, ДЗ1, ДЗ2, Кл1, Дск3, Дск4, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ДЗ3, ДЗ4, ДЗ5, ДЗ6, Кл2, Зачет (7 сем.) |
| – Владеть: современными тенденциями постановки и планирования эксперимента, последними научными достижениями в области проведения промышленных и лабораторных исследований с использованием новейшей аппаратуры, современными методами обработки полученных результатов и математического аппарата ( <b>В-ПК-1</b> )   | 1, 2 | Дск1, Дск2, ЛР1, ЛР2, ДЗ1, ДЗ2, Кл1, Дск3, Дск4, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ДЗ3, ДЗ4, ДЗ5, ДЗ6, Кл2, Зачет (7 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 Классификация веществ по чистоте</b>  |                                     |
| <b>1.1 Влияние микропримесей на свойства веществ.</b> Понятие "примесночувствительное свойство" Три вида нормируемых примесей. Электрофизические, ядерные и другие свойства в зависимости от лимитируемых примесей. Изотопночувствительные свойства   | 4                                   |
| <b>1.2 Классификация веществ по чистоте.</b> Термодинамическая классификация веществ по чистоте. Вещества классифицируют по степени чистоты как растворы. Три категории: чистые (ч), чистые для анализа (чда), химически чистые (хч) относятся к категории реальных, а особо чистые (осч) вещества - к категории предельно разбавленных растворов Классы чистоты А,В,С. Международные и российские классификации веществ по чистоте                     | 4                                   |
| <i>Итого по разделу 1:</i>  | 8                                   |
| <b>Раздел 2 Методы получения особо чистых веществ</b>   |                                     |
| <b>2.1 Классификация способов получения высокочистых веществ.</b> Химические и физические, водные и безводные методы получения веществ высокой чистоты. Правила обращения с высокочистыми веществами. Аналитический контроль на разных стадиях синтеза чистых веществ   | 4                                   |
| <b>2.2 Характеристика водных и безводных методов получения особо чистых веществ.</b> Избирательное осаждение, водное гидрирование, химические и транспортные реакции. кристаллизационные методы. Сублимационная очистка, зонная плавка, возгонка. Хранение очищенных веществ. Правила транспортировки. «Чистые комнаты» и другое специальное оборудование. Специфика работы с изотопночистыми веществами. Получение радиоизотопов различного назначения | 4                                   |
| <i>Итого по разделу 2:</i>  | 8                                   |

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| Содержание разделов / тематика разделов            | Трудоемкость разделов/тем, ауд. час |
| <b>Всего по теоретическому разделу дисциплины:</b> | <b>16</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 Классификация веществ по чистоте</b>   |                                     |
| <b>1.1 Определение концентрации меди в растворе методом атомно-абсорбционной спектроскопии.</b>          | 4                                   |
| <b>1.2 Масс-хроматографического анализа спиртосодержащих жидкостей по программе «Хроматэк Аналитик».</b> | 4                                   |
| <i>Итого по разделу 1:</i>   | 8                                   |
| <b>Раздел 2 Методы получения особо чистых веществ</b>  |                                     |
| <b>2.1 Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ на спектрометре «Спектроскан».</b>                     | 4                                   |
| <b>2.2 Рентгенофазовый анализ нанопорошков.</b>  | 4                                   |
| <b>2.3 Сканирующая электронная спектроскопия фторидных материалов.</b>                                   | 6                                   |
| <b>2.4 Выездные занятия на базе исследовательского центра НИИ ОСТ СИБУРа.</b>                            | 10                                  |
| <i>Итого по разделу 2:</i>   | 24                                  |
| <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 Классификация веществ по чистоте</b>                        |                                     |
| <b>1.1 Классификация веществ по чистоте.</b>                            | 4                                   |
| <b>1.2 Примесночувствительные свойства.</b>                             | 4                                   |
| <i>Итого по разделу 1:</i>  | 8                                   |
| <b>Раздел 2 Методы получения особо чистых веществ</b>                   |                                     |
| <b>2.1 Получение о.с.ч. тетрафторида циркония методом сублимации.</b>   | 2                                   |
| <b>2.2 Нейтронно-активационный метод контроля микропримесей.</b>        | 2                                   |
| <b>2.3 Получение высокочистого фторида кремния.</b>                     | 2                                   |

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание | Трудоемкость разделов/тем, ауд. час |
| <b>2.4 Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества.</b>        | 2                                   |
| <i>Итого по разделу 2:</i>  | 8                                   |
| <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: IT-методы, Игра, 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: IT-методы, Работа в команде, Case-study, Обучение на основе опыта, Опережающая самостоятельная работа, Исследовательский метод.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Работа в команде, Case-study, Игра, Обучение на основе опыта, Опережающая самостоятельная работа, Исследовательский метод.

## 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   |
|-------------|---------------------|--|
| ОПК-1       | З-ОПК-1             | Дск1, Дск2, ЛР1, ЛР2, ДЗ1, ДЗ2, Кл1, Дск3, Дск4, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ДЗ3, ДЗ4, ДЗ5, ДЗ6, Кл2, Зачет (7 сем.) |
| ОПК-1       | У-ОПК-1             | Дск1, Дск2, ЛР1, ЛР2, ДЗ1, ДЗ2, Кл1, Дск3, Дск4, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ДЗ3, ДЗ4, ДЗ5, ДЗ6, Кл2, Зачет (7 сем.) |
| ОПК-1       | В-ОПК-1             | Дск1, Дск2, ЛР1, ЛР2, ДЗ1, ДЗ2, Кл1, Дск3, Дск4, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ДЗ3, ДЗ4, ДЗ5, ДЗ6, Кл2, Зачет (7 сем.) |
| ПК-1        | З-ПК-1              | Дск1, Дск2, ЛР1, ЛР2, ДЗ1, ДЗ2, Кл1, Дск3, Дск4, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ДЗ3, ДЗ4, ДЗ5, ДЗ6, Кл2, Зачет (7 сем.) |
| ПК-1        | У-ПК-1              | Дск1, Дск2, ЛР1, ЛР2, ДЗ1, ДЗ2, Кл1, Дск3, Дск4, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ДЗ3, ДЗ4, ДЗ5, ДЗ6, Кл2, Зачет (7 сем.) |
| ПК-1        | В-ПК-1              | Дск1, Дск2, ЛР1, ЛР2, ДЗ1, ДЗ2, Кл1, Дск3, Дск4, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ДЗ3, ДЗ4, ДЗ5, ДЗ6, Кл2,                |



|  |                |
|--|----------------|
|  | Зачет (7 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 Зачета.

#### Аттестация в 7 семестре:

| Вид контроля                    | Наименование видов контроля | Максимальная положительная оценка в баллах | Минимальная положительная оценка в баллах |
|---------------------------------|-----------------------------|--|---|
| <b>Текущая аттестация</b>       |                             |  |   |
| Дск1                            | Дискуссия                   | 2  | 1.2                                       |
| Дск2                            | Дискуссия                   | 2  | 1.2                                       |
| ЛР1                             | Лабораторная работа         | 3  | 1.8                                       |
| ЛР2                             | Лабораторная работа         | 3  | 1.8                                       |
| ДЗ1                             | Домашнее задание            | 2  | 1.2                                       |
| ДЗ2                             | Домашнее задание            | 2  | 1.2                                       |
| Кл1                             | Коллоквиум                  | 10   | 6   |
| Дск3                            | Дискуссия                   | 2  | 1.2                                       |
| Дск4                            | Дискуссия                   | 2  | 1.2                                       |
| ЛР3                             | Лабораторная работа         | 3  | 1.8                                       |
| ЛР4                             | Лабораторная работа         | 3  | 1.8                                       |
| ЛР5                             | Лабораторная работа         | 3  | 1.8                                       |
| ЛР6                             | Лабораторная работа         | 5  | 3   |
| ДЗ3                             | Домашнее задание            | 2  | 1.2                                       |
| ДЗ4                             | Домашнее задание            | 2  | 1.2                                       |
| ДЗ5                             | Домашнее задание            | 2  | 1.2                                       |
| ДЗ6                             | Домашнее задание            | 2  | 1.2                                       |
| Кл2                             | Коллоквиум                  | 10   | 6   |
| <b>Сумма:</b>                   |                             | <b>60</b>                                  | <b>36</b>                                 |
| <b>Промежуточная аттестация</b> |                             |  |   |
| Зачет                           |                             | <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 Зачета (7 семестр):**

- 1 Понятие "примесночувствительное свойство"
- 2 Три вида нормируемых примесей.
- 3 Электрофизические, ядерные и другие свойства в зависимости от лимитируемых примесей. Изотопночувствительные свойства
- 4 Термодинамическая классификация веществ по чистоте.
- 5 Вещества классифицируют по степени чистоты как растворы.
- 6 Три категории: чистые (ч), чистые для анализа (чда), химически чистые (хч) относятся к категории реальных, а особо чистые (осч) вещества - к категории предельно разбавленных растворов
- 7 Классы чистоты А,В,С. Международные и российские классификации веществ по чистоте
- 8 Химические и физические, водные и безводные методы получения веществ высокой чистоты.
- 9 Правила обращения с высокочистыми веществами.
- 10 Аналитический контроль на разных стадиях синтеза чистых веществ
- 11 Избирательное осаждение, водное гидрирование, химические и транспортные реакции.
- 12 Кристаллизационные методы.
- 13 Сублимационная очистка, зонная плавка, возгонка.
- 14 Хранение очищенных веществ. Правила транспортировки.
- 15 «Чистые комнаты» и другое специальное оборудование.
- 16 Специфика работы с изотопночистыми веществами.
- 17 Получение радиоизотопов различного назначения

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

### **8.1 Основная литература**

Л1.1 Ахметов Т. Г. Химическая технология неорганических веществ. Книга 2 [Электронный ресурс] / Ахметов Т. Г., Ахметова Р. Т., Гайсин Л. Г., Ахметова Л. Т. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 - 536 с.

### **8.2 Дополнительная литература**

Л2.1 Получение и анализ веществ особой чистоты = Reinststoffe in Wissenschaft und Technik: сборник статей: пер. с нем. / пер. с нем. под редакцией Е. А. Божевольнова - М.: Металлургия, 1968 - 246, [2] с.

Л2.2 Сборник технических условий на химические реактивы. Вып. 2: Неорганические реактивы: в 2-х вып. / под ред. Л. В. Бровкина, Д. В. Сибиряковой - М.: Химия, 1967-Вып. 2: Неорганические реактивы - 190, [2] с.

Л2.3 Юделевич И. Г. Химико-спектральный анализ веществ высокой чистоты [Текст] / И. Г. Юделевич, Л. М. Буянова, И. Р. Шелпакова; Академия наук СССР (АН СССР), Сибирское отделение (СО), Институт неорганической химии им. А. В. Николаева (ИНХ); под ред. Б. И. Пещевицкого - Новосибирск: Наука, 1980 - 223 с.

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

Э1 Института химии высокочистых веществ РАН, Нижний Новгород  
<http://www.ihP.S.nnov.ru>

Э2 Нанотехнологии <http://www.nanometer.ru>

## **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.

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 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. Студент должен оформить отчет по прилагаемой форме:

- 1) название работы;
- 2) цель работы;
- 3) краткие сведения из теории, схема установки и основные рабочие формулы;
- 4) результаты измерений, представленные в виде таблиц и графиков;
- 5) расчет искомой величины и ее значение;
- 6) расчет ошибки измерения;
- 7) окончательный результат, полученный после округления, с указанием абсолютной и относительной ошибок измерения;
- 8) выводы, заключение о достижении цели, поставленной данной работой, с анализом полученного результата.

**Промежуточная аттестация.** Для подготовки к промежуточной аттестации студенту необходимо проработать конспекты лекционных и практических занятий, подготовить ответы к вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию, при необходимости воспользоваться рекомендуемой литературой.

## **11 Учебно-методические рекомендации для преподавателей**

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

Самостоятельная работа студентов по данному курсу

- Проработка лекционного материала
- Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса
- Подготовка к лабораторным работам
- Оформление отчетов по лабораторным работам
- Подготовка к практическим занятиям, семинарам
- Подготовка к промежуточному контролю: Зачет (7 семестр)

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

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

\*\*\*

Автор(ы): О.А. Ожерельев