

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

РАДИОХИМИЯ

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)
6	3	108	16	16	16	16	60	Зач.
7	5	180	16	32	32	20	100	Экз.
Итого	8	288	32	48	48	36	160	

Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Радиохимия» 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:**

3.1 кинетические закономерности радиоактивного распада генетически связанных радионуклидов, включая активационные процессы и процессы эволюции продуктов деления ядер

3.2 химию основных радиоактивных элементов ЯТЦ

3.3 основные пути получения радионуклидов, методы выделения, разделения и концентрирования радионуклидов

3.4 физико-химические особенности состояния и поведения микрокомпонентов радионуклидов в водных растворах

3.5 физико-химические особенности межфазного распределения радионуклидов

3.6 химию "горячих" атомов

2) **уметь:**

У.1 самостоятельно делать выбор средств детектирования любых радионуклидов

У.2 приготовить препарат, произвести соответствующие измерения с помощью радиометрических средств и произвести статистическую обработку результатов измерений методами математической статистики

У.3 понимать и объяснять особенности физико-химического поведения радионуклидов в технологических или природных системах, включая процессы, происходящие в ядерных реакторах

У.4 понимать и объяснять основные закономерности межфазного распределения радионуклидов и особенности процессов изотопного обмена

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

В.1 навыки самостоятельной работы в радиохимической лаборатории с соблюдением правил и норм радиационной безопасности

В.2 методами оценки накопления продуктов распада и трансурановых соединений в различных материалах

В.3 навыками обработки, анализа и осмысления результатов радиохимического выделения элементов и их радиометрического измерения

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Радиохимия» являются:

дать студентам систематические знания в области химии радиоактивных изотопов, веществ и законов их физико-химического поведения, а также химии ядерных превращений и сопутствующих им физико-химических процессов. Глубокое усвоение основ общей радиохимии необходимо для изучения специальных технологических курсов и в дальнейшей практической деятельности химика – технолога.

Основными задачами дисциплины являются:

- получение студентами знаний в области химии радиоактивных изотопов, веществ и законов их физико-химического поведения, а также химии ядерных превращений и сопутствующих им физико-химических процессов;

- освоение студентами теоретических знаний в области общей и прикладной радиохимии;

- привитие студентам навыков работы с радиоактивными веществами.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Радиохимия» (Б1.Б.3.15) - Общепрофессиональный модуль образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин естественно-научного, общепрофессионального и профессионального модулей по программам подготовки специалитета.

Данная дисциплина является базой для изучения дисциплин «Радиохимическая переработка ОЯТ», «Технология переработки отходов предприятий ЯТЦ», "Технология керамического топлива", "Технология природного урана и тория", "Оборудование производств редких элементов", "Современные проблемы ядерных технологий", "Дозиметрия и основы радиационной безопасности", "Законодательство в области использования атомной энергии", выполнения ВКР, НИР, а также при практической работе выпускников по специальности.

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 У-ОПК-1 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 В-ОПК-1 Владеть: навыками использования теоретических основ базовых разделов математики и естественнонаучных дисциплин при решении задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла
ОПК-2 Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование в профессиональной и научно-исследовательской деятельности	З-ОПК-2 Знать: современное технологическое и аналитическое оборудование применяемое в атомной отрасли, способы его использования при проведении научных исследований У-ОПК-2 Уметь: обоснованно выбирать технологическое и аналитическое оборудование для решения задач своей профессиональной деятельности; уметь анализировать полученные результаты научных исследований В-ОПК-2 Владеть: навыками работы на современном технологическом и аналитическом оборудовании и проведения с

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	его использованием научных исследований
ОПК-3 Способен проводить научные исследования и анализ полученных результатов	З-ОПК-3 Знать: организационные принципы и основные этапы проведения научно-исследовательских работ У-ОПК-3 Уметь: проводить предварительную оценку методов исследований, выбирать оптимальную методику исследований и аналитическое оборудование, осуществлять исследование и самостоятельно обрабатывать его результаты В-ОПК-3 Владеть: навыками проведения научных исследований с использованием современного технологического и аналитического оборудования

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

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский			
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 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	ПК-1 Способен самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей	З-ПК-1 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 У-ПК-1 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 В-ПК-1 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; 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 «Радиохимия» 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 – 8, 288 час., обучение по дисциплине проходит в семестре 6, 7.

Дисциплина (модуль) содержит разделы:

- раздел 1 – «Радиоактивность»
- раздел 2 – «Химия актиноидов»
- раздел 3 – «Методы выделения и разделения радионуклидов»
- раздел 4 – «Получение и применение радиоактивных изотопов»

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	Лаб. работы	Самост. работа	Текущий контроль (нед/форма)	Аттестация раздела (нед/форма)	
6 семестр (18 недель)								
1	Радиоактивность	4	6	12	24	10/ЛР1, 12/ЛР2,	14/КР1	33

						14/ЛР3, 14/ЛР4, 3/Зд1, 5/Зд2		
2	Химия актиноидов	12	10	4	36	16/ЛР5, 9/Зд3, 11/Зд4, 11/Зд5, 13/Зд6, 15/Зд7	16/КР2	27
	Зачет							40
Итого за 6 семестр:		16	16	16	60			100
7 семестр (18 недель)								
3	Методы выделения и разделения радионуклидов	12	22	8	34	1/ЛР6, 3/ЛР7, 2/Зд8, 3/Зд9, 5/Зд10, 7/Зд11, 8/Зд12, 10/Зд13, 11/Зд14	12/КР3	26
4	Получение и применение радиоактивных изотопов	4	10	24	30	7/ЛР8, 11/ЛР9, 15/ЛР10, 13/Дкл1, 15/Дкл2, 16/Дкл3	16/КР4	34
	Экзамен				36			40
Итого за 7 семестр:		16	32	32	100			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: 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 (З-ОПК-1)	1, 2, 3, 4	Зд1, Зд2, КР1, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, Зд7, КР2, Зачет (6 сем.), Зд8, Зд9, Зд10, Зд11, Зд12, Зд13, Зд14, КР3, КР4, Экзамен (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 (У-ОПК-1)	1, 2, 3, 4	Зд1, Зд2, КР1, ЛР5, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, Зд7, КР2, Зачет (6 сем.), Зд8, Зд9, Зд10, Зд11, Зд12, Зд13, Зд14, КР3, Дкл1, Дкл2, Дкл3, КР4, Экзамен (7 сем.)

– Владеть: навыками использования теоретических основ базовых разделов математики и естественнонаучных дисциплин при решении задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла (В-ОПК-1)	1, 2, 3, 4	ЛР3, ЛР4, Зд1, Зд2, КР1, ЛР5, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, Зд7, КР2, Зачет (6 сем.), Зд8, Зд9, Зд10, Зд11, Зд12, Зд13, Зд14, КР3, Дкл1, Дкл2, Дкл3, КР4, Экзамен (7 сем.)
– Знать: современное технологическое и аналитическое оборудование применяемое в атомной отрасли, способы его использования при проведении научных исследований (З-ОПК-2)	1, 3	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, Зачет (6 сем.), ЛР6, ЛР7
– Уметь: обоснованно выбирать технологическое и аналитическое оборудование для решения задач своей профессиональной деятельности; уметь анализировать полученные результаты научных исследований (У-ОПК-2)	1, 3	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, Зачет (6 сем.), ЛР6, ЛР7
– Владеть: навыками работы на современном технологическом и аналитическом оборудовании и проведения с его использованием научных исследований (В-ОПК-2)	1, 3	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, Зачет (6 сем.), ЛР6, ЛР7
– Знать: организационные принципы и основные этапы проведения научно-исследовательских работ (З-ОПК-3)	1, 2, 3, 4	ЛР1, ЛР2, КР1, ЛР5, КР2, Зачет (6 сем.), ЛР6, ЛР7, КР3, КР4, Экзамен (7 сем.)
– Уметь: проводить предварительную оценку методов исследований, выбирать оптимальную методику исследований и аналитическое оборудование, осуществлять исследование и самостоятельно обрабатывать его результаты (У-ОПК-3)	2, 3	ЛР5, КР2, Зачет (6 сем.), ЛР6, ЛР7, КР3, Экзамен (7 сем.)
– Владеть: навыками проведения научных исследований с использованием современного технологического и аналитического оборудования (В-ОПК-3)	2, 3	ЛР5, КР2, Зачет (6 сем.), ЛР6, ЛР7, КР3, Экзамен (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 (З-ПК-1)	1	ЛР1, ЛР2, Зд1, Зд2, КР1, Зачет (6 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 (У-ПК-1)	1, 2, 3	ЛР3, ЛР4, КР1, ЛР5, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, Зд7, КР2, Зачет (6 сем.), ЛР6, ЛР7, КР3, Экзамен (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 (В-ПК-1)	4	ЛР8, ЛР9, ЛР10, Дкл1, Дкл2, Дкл3, КР4, Экзамен (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
Раздел 1 Радиоактивность	
1.1 Радиоактивность. Природные и искусственные радиоактивные элементы. Нуклид. Атомное ядро. Радиоактивность. Дефект массы. Типы распада. Природные и искусственные радиоактивные элементы. Ряды распада. Кинетика радиоактивного распада.	2
1.2 Ядерные реакции. Спонтанное деление ядер. Цепные ядерные реакции. Тепловые и быстрые нейтроны. Сечение захвата нейтронов. Замедлители нейтронов.	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	4
Раздел 2 Химия актиноидов	
2.1 Сравнительная характеристика актиноидных и лантаноидных элементов. Строение атомов и свойства актиноидных элементов. Явление лантаноидного и актиноидного сжатия	2
2.2 Химия урана. Оксиды урана, получение и свойства. Окислительное состояние урана в водном растворе. Труднорастворимые соли	4
2.3 Химия тория. Получение и свойства оксида и фторида тория. Поведение тория в растворах	1
2.4 Химия нептуния. Изотопы нептуния. Металлический нептуний, оксиды и фториды нептуния. Поведение нептуния в растворах.	1
2.5 Химия плутония. Оксиды плутония. Получение и свойства. Окислительные состояния плутония в водных растворах. Реакции диспропорционирования. Комплексообразование ионов плутония в водных и неводных растворах.	2
2.6 Трансурановые элементы. Химия трансурановых элементов.	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	12
Раздел 3 Методы выделения и разделения радионуклидов	
3.1 Состояние радионуклидов в ультрамалых концентрациях в жидких, твердых и газообразных средах. Понятие ультрамалых количеств. Состояние радионуклидов в ультрамалых концентрациях в жидких, твердых и газообразных средах. Методы исследования дисперсности радионуклидов в растворе	1

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
3.2 Выделение радионуклидов из растворов методом сокристаллизации. Сокристаллизация. Изоморфизм. Влияние различных факторов на равновесие процесса сокристаллизации. Кинетика и термодинамика процесса сокристаллизации. Изоморфизм. Закон Хлопина. Уравнение Гендерсона и Кречека	2
3.3 Выделение радионуклидов из растворов методом адсорбции. Молекулярная адсорбция. Уравнения Фрейндлиха и Ленгмюра. Разделение урана и тория-234 на адсорбционном носителе.	2
3.4 Электрохимические методы выделения и разделения радионуклидов. Электролиз, как метод выделения радионуклидов из растворов. Электрохимические методы выделения и разделения радионуклидов: метод электромиграции, цементация, электролиз	2
3.5 Выделение радионуклидов из растворов ионообменным методом. Равновесие ионного обмена. Константа обмена. Изотерма ионного обмена. Емкость ионитов. Факторы, влияющие на равновесие катионного и анионного обмена. Строение ионитов. Ионогенные группы. Требования к ионитам. Техническая характеристика ионитов. Средство ионитов к ионам. Разделение урана и тория на ионитах.	2
3.6 Разделение радионуклидов методом хроматографии. Хроматографический метод разделения веществ. Классификация. Ионообменная хроматография	1
3.7 Экстракционный метод выделения и разделения радионуклидов. Экстракция. Требования к экстрагентам. Взаимосвязь строения и экстракционной способности фосфорорганических производных. Классификация экстрагентов по механизму экстракции. Правило фаз Гиббса при экстракции урана. Равновесие процесса экстракции урана нейтральными экстрагентами (изотерма экстракции, константа экстракции, коэффициенты распределения и разделения). Влияние состава водной фазы, разбавителя и температуры на коэффициент распределения урана. Экстракция аминами. Экстракция кислыми алкилфосфатами. Синергетический эффект	1
3.8 Радиолиз водных и неводных растворов. Влияние ионизирующего излучения на водные и неводные растворы. Влияние радиолиза на процесс экстракции с применением трибутифосфата.	1
<i>Итого по разделу 3:</i>	<i>12</i>
Раздел 4 Получение и применение радиоактивных изотопов	
4.1 Методы получения радиоактивных изотопов. Химическое выделение радиоактивных изотопов из топлива ядерных реакторов. Облучение стабильных изотопов нейтронами при размещении мишени в активной зоне реактора. Получение радиоактивных изотопов путём облучения мишени пучком ускоренных протонов.	2
4.2 Изотопный обмен. Изотопный обмен. Механизм изотопного обмена. Термодинамика изотопного обмена	1
4.3 Применение радиоактивных изотопов. Применение радиоактивных изотопов в медицине, технике, физике, химии, биологии, археологии	1
<i>Итого по разделу 4:</i>	<i>4</i>
Всего по теоретическому разделу дисциплины:	32

5.3 Содержание лабораторного практикума

В таблице 4 представлено содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины.

Таблица 4 – Содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Радиоактивность	
1.1 Методика измерения активности открытых источников радиоактивного излучения. Техника безопасности при работе в радиохимической лаборатории. Противопожарная безопасность. Оказание первой помощи пострадавшему. Знакомство с работой альфа-, бета-счётчиков. Методика измерения активности открытых источников радиоактивного излучения	2
1.2 Альфа-, бета-, гамма-спектрометрический комплекс ПРОГРЕСС. Знакомство с работой и устройством детекторов для регистрации ионизирующих излучений. Идентификация радионуклидов на альфа-, бета-, гамма-спектрометрическом комплексе «Прогресс»	4
1.3 Выделение тория на адсорбционном носителе. Адсорбция. Ряд распада природного урана. Бета-активность. Проведение выделения тория из растворов природного урана методов соосаждения на гидроксиде железа.	4
1.4 Определение периода полураспада тория-234. Виды радиоактивного распада. Скорость распада. Определение периода полураспада радионуклида графическим методом на основании измерения бета-активности проб через разные периоды времени.	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	<i>12</i>
Раздел 2 Химия актиноидов	
2.1 Выделение продуктов распада тория. Выделение продуктов распада тория-232, являющегося родоначальником ряда распада тория. Определение бета-активности продуктов распада.	4
<i>Итого по разделу 2:</i>	<i>4</i>
Раздел 3 Методы выделения и разделения радионуклидов	
3.1 Ионообменное разделение урана и тория. Классификация ионнообменных материалов, их строение. Механизмы ионного обмена. Выполнение разделения урана и тория на анионите.	4
3.2 Экстракционное разделение урана и тория. Проведение экстракционного разделения урана и тория при помощи трибутилфосфата. Определение удельной бета-активности проб.	4
<i>Итого по разделу 3:</i>	<i>8</i>
Раздел 4 Получение и применение радиоактивных изотопов	
4.1 Получение изотопов с использованием реактора ИРТ-Т. Знакомство с работой и конструкцией исследовательского реактора ИРТ-Т. Возможности данного реактора. Методы синтеза изотопов, получаемых на данном реакторе, области их применения.	8
4.2 Получение изотопов с помощью циклотрона. Знакомство с работой и конструкцией циклотрона. Возможности циклотрона. Методы синтеза изотопов, получаемых на циклотроне, области их применения.	8

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
4.3 Устройство бетатрона и области применения. Знакомство с работой и конструкцией бетатрона. Возможности бетатрона. Методы синтеза изотопов, получаемых на бетатроне, области их применения.	8
<i>Итого по разделу 4:</i>	24
Всего по лабораторному практикуму дисциплины:	48

5.4 Тематика практических / семинарских занятий

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

Таблица 5 – Тематика и трудоемкость практических / семинарских занятий

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Радиоактивность	
1.1 Решение задач с использованием закона радиоактивного распада. Вычисление постоянной распада, периода полураспада. Остаточное количество изотопа в препаратах после выдержки в течение известного времени. Расчеты удельной активности.	4
1.2 Решение задач с применением закона радиоактивного равновесия. Расчёт количеств изотопов, находящихся в радиоактивном равновесии. Расчет времени накопления продуктов распада после очистки от них родоначальников радиоактивных семейств.	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	6
Раздел 2 Химия актиноидов	
2.1 Реакции окисления-восстановления и комплексообразования урана. Выполнение практических заданий по изучению поведения урана в растворах с разной кислотностью, анионным составом, в присутствии других соединений. Гидролиз. Диаграмма Латимера для урана. Диаграммы Пурбе для урана. Реакции осаждения соединений урана из растворов с применением разных осадителей.	4
2.2 Реакции окисления-восстановления и комплексообразования тория. Выполнение практических заданий по изучению поведения тория в растворах с разной кислотностью, анионным составом, в присутствии других соединений. Гидролиз. Реакции осаждения соединений тория из растворов с применением разных осадителей.	1
2.3 Реакции окисления-восстановления и комплексообразования нептуния. Формы существования нептуния в растворах. Стандартные потенциалы ионов нептуния в водных растворах. Реакции диспропорционирования в химии нептуния. Гидролиз и комплексообразование. Реакции осаждения соединений нептуния из растворов с применением разных осадителей.	1

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
2.4 Реакции окисления-восстановления и комплексообразования плутония. Формы существования плутония в растворах. Стандартные потенциалы ионов плутония в водных растворах. Реакции диспропорционирования в химии плутония. Гидролиз и комплексообразование. Реакции осаждения соединений плутония из растворов с применением разных осадителей.	2
2.5 Свойства трансурановых элементов. Химия других трансурановых соединений (америдий, кюриум и т.д.).	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	<i>10</i>
Раздел 3 Методы выделения и разделения радионуклидов	
3.1 Изоморфизм. Разделение радионуклидов сокристаллизацией. Выбор веществ для выделения радионуклидов методом сокристаллизации. Расчеты на основании коэффициента сокристаллизации. Расчеты на основании закона распределения Хлопина.	3
3.2 Адсорбционные процессы в ядерной химической технологии. Определение удельной активности продуктов после установления адсорбционного равновесия. Расчеты показателей первичной и вторичной адсорбции. Подбор носителя для выделения ультрамалых количеств радионуклидов методом адсорбции.	3
3.3 Электрохимические расчеты в процессах цементации и электролиза. Расчет основных электрохимических показателей при выделении радионуклидов методами цементации и электролиза. Использование радионуклидов для исследования процессов электролиза.	3
3.4 Равновесие и кинетика ионообменных процессов. Расчеты сорбции радионуклидов в статических и динамических условиях.	4
3.5 Хроматографические методы разделения радионуклидов.	3
3.6 Равновесие и кинетика экстракционных процессов. Расчет активности фаз после установления равновесия	4
3.7 Расчет разделения радионуклидов экстракционным методом. Расчеты коэффициентов разделения компонентов при одноступенчатой и многоступенчатой экстракции. Противоточная экстракция.	2
<i>Итого по разделу 3:</i>	<i>22</i>
Раздел 4 Получение и применение радиоактивных изотопов	
4.1 Получение изотопов в ядерном реакторе. Типы ядерных реакторов (ЯР). Промышленные ЯР, изотопы, образующиеся при выгорании и воспроизводстве ядерного топлива. Способы их выделения. Особенности исследовательских ЯР. Примеры исследовательских ЯР в России и за рубежом. Изотопы, получаемые на исследовательских ЯР, и области их применения.	4
4.2 Получение изотопов на циклотроне. Физические принципы работы циклотрона. Типы циклотронов. Наиболее известные лаборатории, использующие циклотроны для исследований. Области применения циклотронов. Синтез изотопов на циклотронах и области применения получаемых изотопов.	4

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
4.3 Устройство и принцип работы бетатрона. Физические принципы работы бетатронов. Типы бетатронов. Наиболее известные лаборатории, использующие бетатроны для исследований. Области применения бетатронов. Синтез изотопов на бетатронах и области применения получаемых изотопов.	2
<i>Итого по разделу 4:</i>	<i>10</i>
Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины:	48

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: Обучение на основе опыта, Поисковый метод.

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

При проведении практических занятий используются следующие образовательные технологии: Методы проблемного обучения.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: Опережающая самостоятельная работа.

Общее число часов занятий, проводимых в интерактивной форме – 36 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
ОПК-1	З-ОПК-1	Зд1, Зд2, КР1, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, Зд7, КР2, Зачет (6 сем.), Зд8, Зд9, Зд10, Зд11, Зд12, Зд13, Зд14, КР3, КР4, Экзамен (7 сем.)
ОПК-1	У-ОПК-1	Зд1, Зд2, КР1, ЛР5, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, Зд7, КР2, Зачет (6 сем.), Зд8, Зд9, Зд10, Зд11, Зд12, Зд13, Зд14, КР3, Дкл1, Дкл2, Дкл3, КР4, Экзамен (7 сем.)
ОПК-1	В-ОПК-1	ЛР3, ЛР4, Зд1, Зд2, КР1, ЛР5, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, Зд7, КР2, Зачет (6 сем.), Зд8, Зд9, Зд10, Зд11, Зд12, Зд13, Зд14, КР3, Дкл1, Дкл2, Дкл3, КР4, Экзамен (7 сем.)
ОПК-2	З-ОПК-2	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, Зачет (6 сем.), ЛР6, ЛР7
ОПК-2	У-ОПК-2	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, Зачет (6 сем.), ЛР6, ЛР7

ОПК-2	В-ОПК-2	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, Зачет (6 сем.), ЛР6, ЛР7
ОПК-3	З-ОПК-3	ЛР1, ЛР2, КР1, ЛР5, КР2, Зачет (6 сем.), ЛР6, ЛР7, КР3, КР4, Экзамен (7 сем.)
ОПК-3	У-ОПК-3	ЛР5, КР2, Зачет (6 сем.), ЛР6, ЛР7, КР3, Экзамен (7 сем.)
ОПК-3	В-ОПК-3	ЛР5, КР2, Зачет (6 сем.), ЛР6, ЛР7, КР3, Экзамен (7 сем.)
ПК-1	З-ПК-1	ЛР1, ЛР2, Зд1, Зд2, КР1, Зачет (6 сем.)
ПК-1	У-ПК-1	ЛР3, ЛР4, КР1, ЛР5, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, Зд7, КР2, Зачет (6 сем.), ЛР6, ЛР7, КР3, Экзамен (7 сем.)
ПК-1	В-ПК-1	ЛР8, ЛР9, ЛР10, Дкл1, Дкл2, Дкл3, КР4, Экзамен (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 Экзамена.

Аттестация в 6 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
Текущая аттестация			
ЛР1	Лабораторная работа	5	3
ЛР2	Лабораторная работа	5	3
ЛР3	Лабораторная работа	5	3
ЛР4	Лабораторная работа	5	3
Зд1	Задание (задача)	2	1.2
Зд2	Задание (задача)	1	0.6
КР1	Контрольная работа	10	6
ЛР5	Лабораторная работа	5	3
Зд3	Задание (задача)	4	2.4
Зд4	Задание (задача)	2	1.2
Зд5	Задание (задача)	2	1.2
Зд6	Задание (задача)	2	1.2
Зд7	Задание (задача)	2	1.2
КР2	Контрольная работа	10	6
Сумма:		60	36
Промежуточная аттестация			
Зачет		40	24
Итого:		100	60

Аттестация в 7 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
Текущая аттестация			
ЛР6	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР7	Лабораторная работа	3	1.8
Зд8	Задание (задача)	1	0.6
Зд9	Задание (задача)	1	0.6
Зд10	Задание (задача)	1	0.6
Зд11	Задание (задача)	2	1.2
Зд12	Задание (задача)	1	0.6
Зд13	Задание (задача)	2	1.2
Зд14	Задание (задача)	2	1.2
КР3	Контрольная работа	10	6
ЛР8	Лабораторная работа	4	2.4
ЛР9	Лабораторная работа	4	2.4
ЛР10	Лабораторная работа	4	2.4
Дкл1	Доклад	4	2.4
Дкл2	Доклад	4	2.4
Дкл3	Доклад	4	2.4
КР4	Контрольная работа	10	6
Сумма:		60	36
Промежуточная аттестация			
Экзамен		40	24
Итого:		100	60

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов по дисциплине	100–90	89–85	84–75	74–70	69–65	64–60	ниже 60
Оценка (ECTS)	A	B	C	D		E	F
Оценка по 4-х 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 Зачета (6 семестр):

1 На зачете необходимо ответить на один теоретический вопрос и выполнить одно практическое задание

- 2 Изотопы. Радиоактивные семейства. Закон радиоактивного распада. Радиоактивное равновесие.
- 3 Оксиды урана. Получение и свойства.
- 4 Спонтанное деление ядер. Цепные ядерные реакции.
- 5 Тепловые и быстрые нейтроны. Сечение захвата нейтрона.
- 6 Замедлители нейтронов.
- 7 Оксиды плутония. Получение и свойства.
- 8 Окислительные состояния урана в водном растворе. Труднорастворимые соли.
- 9 Окислительные состояния плутония в водных растворах. Реакции диспропорционирования.
- 10 Факторы, определяющие состояние радионуклидов в растворах.
- 11 Комплексообразование ионов плутония (Pu^{3+} , Pu^{4+} , Pu^{6+}) в водных и неводных растворах.
- 12 Получение и свойства оксида и фторида тория.
- 13 Сравнительная характеристика актиноидных и лантаноидных элементов.
- 14 Строение атомов и свойства актиноидных элементов.
- 15 Уран. Получение. Физические и химические свойства.
- 16 Торий. Получение. Физические и химические свойства.
- 17 Комплексообразование урана в водных и неводных растворителях.
- 18 Комплексообразование плутония в водных и неводных растворителях.
- 19 Комплексообразование нептуния в водных и неводных растворителях.
- 20 Окислительные состояния нептуния в водном растворе. Труднорастворимые соли.

Вопросы для Экзамена (7 семестр):

- 1 Изотопы. Радиоактивные семейства. Закон радиоактивного распада. Радиоактивное равновесие.
- 2 Молекулярная адсорбция. Уравнения Фрейндлиха и Ленгмюра.
- 3 Оксиды урана. Получение и свойства.
- 4 Сокристаллизация. Изоморфизм. Влияние различных факторов на равновесие процесса сокристаллизации.
- 5 Кинетика процесса сокристаллизации.
- 6 Спонтанное деление ядер. Цепные ядерные реакции.
- 7 Тепловые и быстрые нейтроны. Сечение захвата нейтрона.
- 8 Замедлители нейтронов.
- 9 Оксиды плутония. Получение и свойства.
- 10 Равновесие ионного обмена. Константа обмена. Изотерма ионного обмена. Емкость ионитов. Факторы, влияющие на равновесие катионного и анионного обмена.
- 11 Способы получения изотопов.
- 12 Окислительные состояния урана в водном растворе. Труднорастворимые соли.
- 13 Строение ионитов. Ионогенные группы. Требования к ионитам. Техническая характеристика ионитов. Средство ионитов к ионам.
- 14 Правило фаз Гиббса при экстракции урана.
- 15 Окислительные состояния плутония в водных растворах. Реакции диспропорционирования.
- 16 Экстракция. Требования к экстрагентам. Взаимосвязь строения и экстракционной способности фосфорорганических производных.
- 17 Факторы, определяющие состояние радионуклидов в растворах.
- 18 Комплексообразование ионов плутония (Pu^{3+} , Pu^{4+} , Pu^{6+}) в водных и неводных растворах.
- 19 Классификация экстрагентов по механизму экстракции.
- 20 Электролиз, как метод выделения радионуклидов из растворов.

- 23 Получение и свойства оксида и фторида тория.
- 24 Равновесие процесса экстракции урана нейтральными экстрагентами (изотерма экстракции, константа экстракции, коэффициенты распределения и разделения). Влияние состава водной фазы, разбавителя и температуры на коэффициент распределения урана.
- 25 Электрохимические методы выделения и разделения радионуклидов (метод электромиграции).
- 26 Разделение урана и тория-234 на адсорбционном носителе
- 27 Изотопный обмен. Механизм изотопного обмена. Термодинамика изотопного обмена.
- 28 Изоморфизм. Закон Хлопина. Уравнение Гендерсона и Кречека.
- 29 Разделение урана и тория на ионитах.
- 30 Хроматографический метод разделения веществ. Классификация. Ионообменная хроматография.
- 31 Экстракция аминами.
- 32 Выделение актиния из продуктов распада тория-232.
- 33 Сравнительная характеристика актиноидных и лантаноидных элементов.
- 34 Кинетика процесса сокристаллизации.
- 35 Синергетический эффект. Применение.
- 36 Методы исследования дисперсности радионуклидов в растворе.
- 37 Термодинамика процесса сокристаллизации.
- 38 Экстракция кислыми алкилфосфатами.
- 39 Строение атомов и свойства актиноидных элементов.
- 40 От чего зависит способность ионов и ионитов к обмену?
- 41 Электрохимические методы выделения и разделения радионуклидов (цементация, электролиз, электромиграция).
- 42 Классификация ионитов по Никольскому.
- 43 Уран. Получение. Физические и химические свойства.
- 44 Адсорбция на полярных кристаллах.
- 45 Состояние радионуклидов в ультромалых количествах в газовой среде.
- 46 Торий. Получение. Физические и химические свойства.
- 47 Ядерные реакции, осуществляемые с помощью ядерных реакторов и ускорителей заряженных частиц.
- 48 Состояние радионуклидов в ультромалых количествах в твердых веществах (кристаллические вещества, минералы).
- 49 Строение и основные характеристики ионитов. Селективность катионитов и анионитов по отношению к урану.
- 50 Влияние температуры, состава жидкой и твердой фаз, влияние второго компонента на равновесие процесса сокристаллизации.
- 51 Комплексообразование урана в водных и неводных растворителях.
- 52 Требования к экстрагентам. Влияние строения нейтральных экстрагентов в ряду: алкилфосфат, алкилфосфонат, алкилфосфинат, алкилфосфиноксид на коэффициенты распределения урана.
- 53 Истинные и псевдоколлоиды. Факторы, влияющие на состояние радионуклидов в растворе.
- 54 Комплексообразование плутония в водных и неводных растворителях.
- 55 Хроматографический метод разделения Вк и Cf на ионите КУ-2 с использованием комплексообразователя.
- 56 Определение константы равновесия гетерогенного процесса $MeS + H_2 = Me + H_2S$ методом радиоактивных индикаторов.
- 57 Разделение урана и плутония экстракционным способом.
- 58 Изотопный обмен. Константа равновесия, коэффициент обмена и степень обмена.

- 59 Исследование равноценности химической связи в молекуле обмена и степень обмена.
- 60 Исследование равноценности химической связи в молекуле методом радиоактивных индикаторов.
- 61 Разделение урана и тория экстракционным способом.
- 62 Комплексообразование нептуния в водных и неводных растворителях.
- 63 Окислительные состояния нептуния в водном растворе. Труднорастворимые соли.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

8.1 Основная литература

Л1.1 Бекман И. Н. Радиохимия [Текст]: учебник и практикум для академического бакалавриата / И. Н. Бекман; Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова - М.: Юрайт, 2014Т. 1: Фундаментальная радиохимия: Т. 1: Фундаментальная радиохимия; Текст - 472, [2] с.

Л1.2 Бекман И. Н. Радиохимия в 2 т. Т. 1 фундаментальная радиохимия: Учебник и практикум для вузов / Бекман И. Н. - Москва: Юрайт, 2020 - 473 с

Л1.3 Бекман И. Н. Радиохимия в 2 т. Т. 2. Прикладная радиохимия и радиационная безопасность: Учебник и практикум для вузов / Бекман И. Н. - Москва: Юрайт, 2020 - 386 с

Л1.4 Ободовский И. М. Радиационные технологии. Применения в лабораторных исследованиях, материаловедении и нанотехнологиях, промышленности [Текст]: учебное пособие - Долгопрудный: Интеллект, 2015 - 296 с.

8.2 Дополнительная литература

Л2.1 Алиев Р. А. Радиоактивность [Текст]: учебное пособие для вузов / Р. А. Алиев, С. Н. Калмыков - Спб.: Лань, 2013 - 301, [3] с.

Л2.2 Алиев Р. А. Радиоактивность [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Алиев Р. А., Калмыков С. Н. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 - 304 с.

Л2.3 Громов Б. В. Введение в химическую технологию урана: учебник для вузов / Б. В. Громов - М.: Атомиздат, 1978 - 336 с.

Л2.4 Мурин А. Н. Физические основы радиохимии: учебник для университетов / А. Н. Мурин; под ред. П. П. Серегина - М.: Высшая школа, 1971 - 288 с.

Л2.5 Радиохимия: [журнал] / Российская Академия наук - СПб.: Наука, 2011-

Л2.6 Хала И. Радиоактивность, ионизирующее излучение и ядерная энергетика [Текст]: пер. с англ. / И. Хала, Дж. Д. Навратил; пер. Б. Ф. Мясоедова ; под ред. С. Н. Калмыкова - М.: Изд-во ЛКИ, 2013 - 428, [4] с.

8.3 Информационно-образовательные ресурсы

Э1 American Chemical Society (ACS) – Режимдоступа: www.library.mephi.ru

Э2 The Royal Society of Chemistry (RSC) – Режим доступа: www.library.mephi.ru

Э3 Известия вузов. Сер.: Химия и химическая технология – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>

Э4 "Росатом" - госкорпорация по атомной энергии - Режим доступа: <http://www.rosatom.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: 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
- Подготовка к вопросам зачета № 1
- проработка вопросов к зачету № 3, 4, 5
- Подготовка к лабораторным работам
- Оформление отчетов по лабораторным работам
- Подготовка к практическим занятиям, семинарам
- Подготовка к вопросу зачета № 12, 13
- Подготовка ответов к вопросам зачета № 2, 7
- Проработка ответа на вопрос к зачету № 11

- Подготовка к вопросам зачета № 6, 8, 9, 10
- Подготовка к экзамену
- Проработка вопроса к экзамену № 34
- Проработка вопросов к экзамену № 4, 5, 26, 32, 35
- Проработка вопросов к экзамену № 2, 24
- Проработка вопросов к экзамену № 20, 23, 39
- Подготовка вопросов к экзамену № 10, 13, 27, 30, 38
- Проработка вопросов к экзамену № 28
- Подготовка вопросов к экзамену № 14, 16, 19, 22, 29, 33, 36
- Подготовка вопросов к экзамену № 11
- Проработка вопроса к экзамену № 25
- Подготовка к промежуточному контролю: Зачет (6 семестр)

В течение 6 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.

- Подготовка к промежуточному контролю: Экзамен (7 семестр)

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

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

Автор(ы): Ю.Н. Макасеев, А.В. Муслимова