

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 ОБРАЩЕНИЯ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

14.04.02 Ядерные физика и технологии

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Ядерные энерготехнологии нового поколения

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)
4	3	108	16	16	0	0	76	Экз.
Итого	3	108	16	16	0	0	76	

Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Технология обращения с радиоактивными отходами» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 14.04.02 «Ядерная физика и технологии», образовательной программы «Ядерные энерготехнологии нового поколения».

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

1) знать:

З.1 принципы создания замкнутого ядерного топливного цикла, возможные способы переработки и захоронения радиоактивных отходов (РАО), основные стадии процессов, недостатки и преимущества, возможные пути совершенствования применяемых способов переработки;

З.2 свойства радиоактивных отходов, их виды и классификацию;

З.3 особенности химии актиноидов и других тяжелых актиноидов, а также продуктов деления и распада, содержащихся в РАО, способы их выделения и утилизации;

З.4 законы Российской Федерации по обращению с радиоактивными отходами

2) уметь:

У.1 подбирать справочную и нормативно-техническую литературу;

У.2 выбирать способ переработки различных видов РАО, предусмотреть возможные риски при переработке.

3) владеть или быть в состоянии продемонстрировать:

В.1 методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования по переработке РАО;

В.2 методами расчета и анализа процессов переработки РАО, определения технологических показателей, методами выбора процессов и аппаратов переработки РАО.

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Технология обращения с радиоактивными отходами» являются:

- ознакомление с физико-химическими основами процессов выделения, очистки, переработки и окончательной утилизации радиоактивных отходов.

- изучение структуры и организации современных производств по обращению с радиоактивными отходами, в первую очередь, на предприятиях Госкорпорации «РОСАТОМ»;

Основными задачами дисциплины являются:

- ознакомление с проблемами, стоящими перед атомной промышленностью, связанных с накоплением радиоактивных отходов;

- ознакомление студентов с проблемами, связанными с переработкой и утилизацией радиоактивных отходов, образующихся на всех стадиях ядерного топливного цикла, способами их переработки и окончательной изоляции.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Технология обращения с радиоактивными отходами» (Б1.В.ОД.1.7) -
Профессиональный модуль образовательной программы.

3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

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

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
тип задач профессиональной деятельности: проектный			
комплексное проектирование по принципу CDIO: планирование, производство и применение реальных систем, процессов и продуктов в атомной отрасли и других высокотехнологичных секторах экономики	ядерные энерготехнологии нового поколения на базе реакторов на быстрых нейтронах (БН, БРЕСТ) с замкнутым ядерным топливным циклом для атомных электростанций, обеспечивающих потребности страны в энергоресурсах и повышение эффективности использования природного урана и отработавшего ядерного топлива	ПК-6 Способен оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения	З-ПК-6 Знать основные нормативные документы по регулированию рисков возникающих в процессе эксплуатации новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения У-ПК-6 Уметь оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения В-ПК-6 Владеть методами оценки рисков и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения
тип задач профессиональной деятельности: экспертный			
анализ технологий получения новых видов топлива и материалов для ядерной энергетики	ядерные энерготехнологии нового поколения на базе реакторов на быстрых нейтронах (БН, БРЕСТ) с замкнутым ядерным топливным циклом для атомных электростанций, обеспечивающих потребности страны в	ПК-12 Способен объективно оценить предлагаемое решение или проект по отношению к современному мировому уровню, подготовить экспертное заключение	З-ПК-12 Знать основные критерии оценки предлагаемого решения или проекта по отношению к современному мировому уровню У-ПК-12 Уметь оценивать предлагаемые решения на соответствие современному мировому уровню, подготовить экспертное заключение В-ПК-12 Владеть навыками подготовки экспертных заключений по предлагаемым проектам

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
	энергоресурсах и повышении эффективности использования природного урана и отработавшего ядерного топлива		

4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Формирование воспитательного потенциала по данным образовательным программам не предусмотрено рабочей программой воспитания в Северском технологическом институте – филиале федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».

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 14.04.02 «Ядерные физика и технологии», образовательной программе «Ядерные энерготехнологии нового поколения».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в **зачетных единицах – 3, 108 час.**, обучение по дисциплине проходит в **семестре 4**.

Дисциплина (модуль) содержит **разделы:**

- **раздел 1** – «Состав и характеристики РАО»
- **раздел 2** – «Методы переработки и захоронения РАО»

Трудоемкость, формы и график контроля по разделам дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Трудоемкость, формы и график контроля отдельных разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час				Аттестационные мероприятия		Макс. балл за раздел
		Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Самост. работа	Текущий контроль (нед/форма)	Аттестация раздела (нед/форма)	
4 семестр (7 недель)								
1	Состав и характеристики РАО	6	8		16		3/Т1	30
2	Методы переработки и захоронения РАО	10	8		24		7/Т2	30

Экзамен				36			40
Итого за 4 семестр:	16	16		76			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 основные нормативные документы по регулированию рисков возникающих в процессе эксплуатации новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения (З-ПК-6)	1, 2	T1, T2, Экзамен (4 сем.)
– Уметь оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения (У-ПК-6)	1, 2	T1, T2, Экзамен (4 сем.)
– Владеть методами оценки рисков и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения (В-ПК-6)	1, 2	T1, T2, Экзамен (4 сем.)
– Знать основные критерии оценки предлагаемого решения или проекта по отношению к современному мировому уровню (З-ПК-12)	1, 2	T1, T2, Экзамен (4 сем.)
– Уметь оценивать предлагаемые решения на соответствие современному мировому уровню, подготовить экспертное заключение (У-ПК-12)	1, 2	T1, T2, Экзамен (4 сем.)
– Владеть навыками подготовки экспертных заключений по предлагаемым проектам (В-ПК-12)	1, 2	T1, T2, Экзамен (4 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 Состав и характеристики РАО	
1.1 Замкнутый ЯТЦ и проблема РАО. Состояние проблемы, ядерный топливный цикл, происхождение и характеристика радиоактивных отходов	2
1.2 Характеристика и классификация РАО. Виды РАО, химический и элементный состав различных типов РАО. Классификации РАО. Проблема содержания тяжелых трансурановых элементов в РАО, их свойства.	2

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
1.3 Цели и задачи переработки РАО. Цели и задачи переработки РАО. Характеристика, сбор и транспортировка жидких радиоактивных отходов. Дезактивация поверхностей, загрязненных радионуклидами. Специфика обращения с РАО на предприятиях ЯТЦ	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	6
Раздел 2 Методы переработки и захоронения РАО	
2.1 Обезвреживание жидких отходов низкого и среднего уровня активности. Общая характеристика методов переработки РАО среднего и низкого уровня активности. Осадительные методы очистки. Очистка жидких отходов методом выпаривания. Очистка жидких отходов методом ионного обмена. Мембранные методы очистки. Аппаратурное оформление процессов	2
2.2 Методы отверждения отходов среднего уровня активности. Обезвоживание. Отверждение со связующими: битум, цемент, органические смолы. Аппаратурное оформление процессов отверждения РАО средней активности.	2
2.3 Хранение и переработка жидких высокоактивных отходов. Хранение высокоактивных отходов в ёмкостях. Упаривание высокоактивных отходов. Отверждение высокоактивных растворов методом кальцинации, остекловывания, включение в металлическую матрицу, включения в керамику. Аппаратурное оформление процессов	2
2.4 Свойства и захоронение отвержденных радиоактивных отходов. Химические и физические свойства отвержденных РАО. Термическая стойкость отвержденных отходов. Влияние ионизирующего излучения на свойства отвержденных отходов. Теплофизические свойства отвержденных отходов и условия отвода тепла. Захоронение отвержденных отходов в поверхностных слоях почвы. Использование для захоронения массивов каменной соли. Использование других геологических формаций для захоронения отвержденных отходов различного уровня активности.	2
2.5 Открытые поверхностные хранилища жидких отходов, консервация хранилищ и глубинное захоронение жидких радиоактивных отходов. Проблема открытых поверхностных хранилищ жидких РАО. Опыт консервации бассейнов на АО СХК. Опыт ликвидации хранилищ жидких РАО на ФГУП ПО Маяк. Проблема очистки Теченского каскада водоемов. Глубинное захоронение жидких радиоактивных отходов – цели, задачи и условия захоронения. Опыт АО СХК, ГНЦ НИИАР в глубинном захоронении жидких РАО.	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	10
Всего по теоретическому разделу дисциплины:	16

5.3 Содержание лабораторного практикума

Лабораторный практикум в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрен.

5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Тематика практических / семинарских занятий и их трудоемкость представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Тематика и трудоемкость практических / семинарских занятий

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Состав и характеристики РАО	
1.1 Замкнутый ядерный топливный цикл в атомной энергетике России. Схема ЯТЦ в России. Возможность организации замкнутого ЯТЦ в России. Проект «Прорыв». Реакторы на быстрых нейтронах. Проблема РАО реакторов БН.	2
1.2 Законодательство и нормативные акты в области обращения с РАО. Российское законодательство в области обращения с РАО. Национальная система обращения с РАО. ФГУП НО РАО. Обращение с РАО на предприятиях ЯТЦ России.	1
1.3 Источники образования жидких радиоактивных отходов на предприятиях ЯТЦ, АЭС и исследовательских установках и особенности их состава. Причины попадания радионуклидов в жидкие отходы АЭС. Гетерогенные радиоактивные отходы на АЭС. Классификация жидких отходов АЭС. Радиоактивные отходы, образующиеся при регенерации отработавших ТВЭЛов. Радиоактивные отходы экспериментальных ядерных реакторов	2
1.4 Назначение и организация работы и обращения с РАО в радиохимических лабораториях. Назначение радиохимических лабораторий. Устройство радиохимических лабораторий. Устройство горячих камер. Радиоактивные отходы радиохимических лабораторий. Дезактивация загрязненных поверхностей радиохимических лабораторий. Дезактивация лабораторного оборудования, помещений и радиохимических производств.	2
1.5 Аппаратура для временного хранения РАО на предприятиях ЯТЦ . Аппаратура для временного хранения жидких высокоактивных РАО. Хранение жидких РАО на предприятиях России. Аварии на объектах хранения жидких РАО. Полигоны захоронения твердых РАО на предприятиях ЯТЦ.	1
<i>Итого по разделу 1:</i>	8
Раздел 2 Методы переработки и захоронения РАО	
2.1 Аппаратура для переработки жидких РАО низкой и средней активности. Аппараты осадительного процесса очистки РАО. Намывные и ионообменные фильтры. Выпарные установки с доупаривателем. Аппараты электродиализа. Обратноосмотические установки. Сушилki и испарители. Экструдеры и битуматоры.	1
2.2 Аппаратура для переработки жидких высокоактивных РАО. Аппаратура для упаривания высокоактивных отходов. Конструкции и особенности работы выпарных аппаратов. Особенности процесса кальцинации. Аппаратурное оформление процессов кальцинации. Тигельная кальцинация. Распылительная кальцинация. Кальцинация в псевдооживленном слое. Испарители и сушилki. Остекловывание высокоактивных отходов. Схема установки типа «Fingal». Схема установки остекловывания КС-КТ. Схема процесса включения остеклованных отходов в металлическую матрицу. Аппаратура для получения керамических материалов для хранения ВАО.	2

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
2.3 Обеспечение радиационной и ядерной безопасности при переработке и захоронении жидких РАО. Понятие ядерной и радиационной безопасности. Критическая масса делящегося материала в растворе, в металле и других средах. Меры по обеспечению ядерной безопасности процесса. Средства защиты от радиационного излучения и нейтронных потоков. Средства сигнализации и контроля за ядерной и радиационной безопасностью.	1
2.4 Переработка газообразных и твердых радиоактивных отходов . Виды газообразных и твердых отходов. Улавливание криптона. Улавливание трития. Улавливание ¹⁴ C. Улавливание ¹²⁹ I. Захоронение твердых отходов.	2
2.5 Российский опыт организации хранилищ РАО. Виды хранилищ РАО. Предприятия России, где хранятся большие объемы РАО. Опыт хранения РАО на ФГУП ГХК. Опыт хранения РАО на ФГУП ПО Маяк. Опыт хранения РАО на АО СХК.	1
2.6 Зарубежный опыт в хранении и переработке РАО. Опыт в хранении и переработке РАО в мире. Опыт в хранении и переработке РАО в Европе: Великобритания, Швеция, Франция, Бельгия. Опыт в хранении и переработке РАО в США. Опыт в хранении и переработке РАО в Японии.	1
<i>Итого по разделу 2:</i>	8
Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины:	16

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, Методы проблемного обучения, Опережающая самостоятельная работа.

При проведении практических занятий используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Работа в команде, Методы проблемного обучения, Опережающая самостоятельная работа.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Работа в команде, Методы проблемного обучения, Опережающая самостоятельная работа.

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	Т1, Т2, Экзамен (4 сем.)
ПК-6	У-ПК-6	Т1, Т2, Экзамен (4 сем.)
ПК-6	В-ПК-6	Т1, Т2, Экзамен (4 сем.)
ПК-12	З-ПК-12	Т1, Т2, Экзамен (4 сем.)
ПК-12	У-ПК-12	Т1, Т2, Экзамен (4 сем.)
ПК-12	В-ПК-12	Т1, Т2, Экзамен (4 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 4 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
Текущая аттестация			
Т1	Тестирование	30	18
Т2	Тестирование	30	18
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 балльной шкале	отлично (отл.)	хорошо (хор.)			удовлетворительно (удовл.)		неудовлетворительно (неуд.)
Зачет	Зачтено						Не зачтено

Оценка «*отлично*» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.

Оценка «*хорошо*» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка «*удовлетворительно*» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Вопросы для Экзамена (4 семестр):

- 1 Замкнутый ЯТЦ. Источники РАО в замкнутом ЯТЦ
- 2 Классификация РАО. Схема государственного управления РАО в РФ
- 3 Источники образования жидких радиоактивных отходов на АЭС
- 4 Радиоактивные отходы, образующиеся при регенерации отработавших ТВЭЛов
- 5 Категории и номенклатура жидких РАО
- 6 Сбор и транспортировка жидких РАО
- 7 Назначение и организация радиохимических лабораторий
- 8 Радиоактивные отходы радиохимических лабораторий
- 9 Дезактивация лабораторного оборудования, помещений и радиохимических производств
- 10 Радиоактивные отходы экспериментальных ядерных установок
- 11 Осадительные методы очистки РАО
- 12 Очистка жидких отходов методом выпаривания
- 13 Очистка жидких отходов методом ионного обмена. Мембранные методы очистки
- 14 Методы отверждения отходов среднего уровня активности. Обезвоживание РАО
- 15 Методы отверждения отходов среднего уровня активности. Отверждение РАО
- 16 Хранение жидких высокоактивных отходов
- 17 Упаривание высокоактивных отходов
- 18 Отверждение высокоактивных растворов методом кальцинации
- 19 Витрификация высокоактивных отходов
- 20 Включение отходов в керамическую и металлическую матрицу
- 21 Открытые поверхностные хранилища жидких отходов, консервация хранилищ
- 22 Глубинное захоронение жидких радиоактивных отходов
- 23 Принципиальные технические решения при создании полигонов глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов.
- 24 Система защитных барьеров объекта при глубинном захоронении ЖРО
- 25 Захоронение отвержденных отходов в поверхностных слоях почвы
- 26 Использование для захоронения массивов каменной соли и горных пород

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

8.1 Основная литература

Л1.1 Бекман И. Н. Ядерные технологии: Учебник для вузов / Бекман И. Н. - Москва: Юрайт, 2021 - 500 с

Л1.2 Ветошкин А. Г. Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления [Электронный ресурс] / Ветошкин А. Г. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 - 304 с.

Л1.3 Милютин В. В. Современные методы переработки жидких радиоактивных отходов [Текст]: учебное пособие по курсу "Переработка и захоронение РАО" для студентов, обучающихся по специальности "Химическая технология материалов современной энергетики" / В. В. Милютин, Б. Е. Рябчиков, П. В. Козлов - Озёрск: ОТИ НИЯУ МИФИ, 2015 - 128 с.

8.2 Дополнительная литература

Л2.1 Беспалов В. И. Природоохранные технологии на ТЭС: учебное пособие для вузов / В. И. Беспалов, С. У. Беспалова, М. А. Вагнер - Томск: Изд-во ТПУ, 2007 - 239, [1] с.

Л2.2 Сваровский А. Я. Технология и оборудование обезвреживания жидких радиоактивных отходов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Сваровский А. Я., Стриханов М. Н., Жиганов А. Н. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2012 - 500 с.

Л2.3 Скачек М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС: учебное пособие / Скачек М.А. - Москва: Издательский дом МЭИ, 2007 - 448 с.

Л2.4 Тевлин С. А. Атомные электрические станции с реакторами ВВЭР-1000: учебное пособие / С. А. Тевлин - М.: Изд. дом МЭИ, 2008 - 358 с.

Л2.5 Андреев В. А. Расчет состава облученного ядерного топлива реакторов ВВЭР [Электронный ресурс]: методические указания / В. А. Андреев; 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, 2013 - 25 с.

8.3 Информационно-образовательные ресурсы

Э1 Журнал «Радиохимия» – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>

Э2 Вестник Национального исследовательского ядерного университета МИФИ – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>

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

Э4 Известия Томского политехнического университета. – Режим доступа: <http://elibrary.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 обсуждении основных положений и выводов, объяснении явлений и фактов, ответа на поставленные вопросы:

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

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 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 практическим занятиям, семинарам
- Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса
- Подготовка к контрольным работам
- Подготовка к промежуточному контролю: Экзамен (4 семестр)

В течение 4 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): В.А. Андреев