

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»
(НГТУ)**

**Образовательно-научный институт ядерной энергетики и технической физики
им. академика Ф.М. Митенкова**

Выпускающая кафедра «Ядерные реакторы и энергетические установки»



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института
Хробостов А.Е.
«01» июня 2020 г.

**Методические рекомендации по дисциплине
«Специальные вопросы проектирования, эксплуатации и утилизации судовых
ядерных энергетических установок»**

ОП ВО

по направлению: 14.04.02 Ядерные физика и технологии

Направленность (программы): Ядерные реакторы и энергетические установки

Квалификация выпускника: магистр

Очная форма обучения

г. Нижний Новгород
2020 г

Методические указания по организации аудиторной работы по дисциплине *«Специальные вопросы проектирования, эксплуатации и утилизации судовых ЯЭУ»* предназначены для магистра первого курса, обучающихся по специальности 14.4.02 - Ядерные физика и технологии, и содержат программу для проведения **лекционных, практических занятий** по курсу *«Специальные вопросы проектирования, эксплуатации и утилизации судовых ЯЭУ»*.

Цель методических указаний: помочь студентам при изучении учебной программы с использованием лекционных материалов и рекомендуемой учебно-методической литературы при формировании необходимых компетенций в основах обеспечения радиационной безопасности при проектировании судовых ядерных паропроизводящих установок на этапах нормальной эксплуатации и при радиационных авариях

Целью и задачами преподавания дисциплины является подготовка студента как высококвалифицированного магистра в области ядерных энергетических установок, ознакомившегося со штатными внутри- и вне реакторными средствами оперативных методов контроля (измерения) параметров, характеризующих состояние реакторных установок.

Аудиторная работа направлена на развитие профессиональных компетенций дисциплины: ПК-1.

При организации аудиторной работы студентов для изучения курса *«Специальные вопросы проектирования, эксплуатации и утилизации судовых ЯЭУ»* важное место принадлежит лекциям. В них излагается общая характеристика вопросов темы. **Главной целью лекции** является привитие студентам интереса к изучаемому материалу, формирование мотивации к последующему самостоятельному анализу рассматриваемой проблематики. На лекциях студентам раскрываются наиболее сложные вопросы и теоретические положения, показывается их практическая значимость, даются рекомендации по углубленному самостоятельному изучению теории и практики.

На лекциях по дисциплине *«Специальные материалы и защищённость ядерного топливного цикла»* используются пассивные формы проведения занятий. Такие формы организации образовательного процесса характеризуется доминированием воздействия преподавателя на обучающихся, центральная роль принадлежит преподавателю – транслятору знаний. При изучении дисциплины *«Специальные вопросы проектирования, эксплуатации и утилизации судовых ЯЭУ»* используются следующие виды лекции. Лекция-консультация используется при изучении тем с четкой практической направленностью на выполнение задания на курсовое проектирование.

Содержание разделов дисциплины представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание разделов дисциплины

№ раздел а	Наименование разделов	Содержание темы (перечисление дидактических единиц – на усмотрение составителя РУП)	Трудо е м- кость (час.)
1	Введение: Цель и задачи курса.	Тема 1.1. Цель и задачи курса.	1
2	Проектирование БЗ	Тема 2.1. Проектирование БЗ	1
3	Оптимизация БЗ	Тема 3.1. Безнапорное движение пароводяной смеси ПГ	2
4	Аварии с потерей теплоносителя	Тема 4.1. Аварии с потерей теплоносителя	1
5	Теплоотводные аварии	Тема 5.1. Теплоотводные аварии	1
6	Радиационные последствия аварий	Тема 6.1. Радиационные последствия аварий	2
7	Анализ радиационных последствий аварий	Тема 7.1. Анализ радиационных последствий аварий	2
8	Оценка радиационного риска	Тема 8.1. Оценка радиационного риска	2
9	Расчёты плавучих АЭС	Тема 9.1. Расчёты плавучих АЭС	2
10	Расчёты активных зон судовых реакторов	Тема 10.1. Расчёты активных зон судовых реакторов	2
11	Проблемы утилизации	Тема 11.1. Проблемы утилизации	2
	ИТОГО		18

Практические занятия – одна из форм проведения занятий, направленная на формирование учебных и профессиональных практических умений. На практических занятиях студенты овладевают первоначальными профессиональными умениями и навыками, которые в

дальнейшем будут закрепляться в процессе выполнения курсовой работы, прохождения производственной (профессиональной) практики. Темы, выносимые на практических занятиях (семинарах) приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень практических занятий

№ раздела	Наименование разделов	Содержание темы (перечисление дидактических единиц – на усмотрение составителя РУП)	Трудоем- кость (час.)
1	Введение: Цель и задачи курса.	Тема 1.1. Цель и задачи курса.	1
2	Проектирование БЗ	Тема 2.1. Проектирование БЗ	3
3	Оптимизация БЗ	Тема 3.1. Безнапорное движение пароводяной смеси ПГ	3
4	Аварии с потерей теплоносителя	Тема 4.1. Аварии с потерей теплоносителя	3
5	Теплоотводные аварии	Тема 5.1. Теплоотводные аварии	4
6	Радиационные последствия аварий	Тема 6.1. Радиационные последствия аварий	4
7	Анализ радиационных последствий аварий	Тема 7.1. Анализ радиационных последствий аварий	3
8	Оценка радиационного риска	Тема 8.1. Оценка радиационного риска	3
9	Расчёты плавучих АЭС	Тема 9.1. Расчёты плавучих АЭС	4
10	Расчёты активных зон судовых реакторов	Тема 10.1. Расчёты активных зон судовых реакторов	3
11	Проблемы утилизации	Тема 11.1. Проблемы утилизации	3
	ИТОГО		36

Методические рекомендации.

1. Методические указания к практическим занятиям по теме «Уравнения кинетики», Н.Новгород, 2011 г. (Доступны в электронном виде на кафедре «Ядерные реакторы и энергетические установки»).

2. Методические указания к практическим занятиям по теме «Измерение реактивности», Н.Новгород, 2011 г. (Доступны в электронном виде на кафедре «Ядерные реакторы и энергетические установки»).

Перечень рекомендуемой литературы **Учебная литература**

№ п/ п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
Основная литература					
1	Скачек М.А.	Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС:	М.: Изд. дом МЭИ, 2012	Учебное пособие Рекомендовано УМО Вузов по образованию в области энергетики и электротехники	6
Дополнительная литература					
1	Скачек М.А.	Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС:	М.: Изд. дом МЭИ, 2012	Учебное пособие Рекомендовано УМО Вузов по образованию в области энергетики и электротехники	6
2	Стерман Л.С.	Тепловые и атомные электрические станции	М.: Изд. дом МЭИ 2008	Учебник Рекомендован УМО Вузов России по образованию в области энергетики и электротехники	8
3	Тевлин С.А.	Атомные электрические	М.: Изд.дом МЭИ. 2008	Учебное пособие	10

		станции с реакторами ВВЭР-1000: Учеб. пособие. - 2-е изд., доп.		Рекомендовано УМО Вузов России по образованию в области энергетики и электротехники	
4	Алхутов М.С.	Теплоэнергетика и теплотехника. Справочник. Кн.3 Тепловые и атомные электростанции	М.: Изд. дом МЭИ, 2007	Справочник	2

Периодические издания

1. Журнал «Атомная энергия»
2. Журнал «Вопросы атомной науки и техники». Серия: Физика ядерных реакторов
3. Журнал «Известия ВУЗов». Ядерная энергетика

Интернет ресурсы

Ресурсы системы федеральных образовательных порталов:

1. Федеральный портал. Российское образование. <http://www.edu.ru/>
2. Российский образовательный портал. <http://www.school.edu.ru/default.asp>

Электронные библиотечные системы

Электронный каталог книг <http://library.nntu.nnov.ru/>

Электронный каталог периодических изданий <http://library.nntu.nnov.ru/>

Доступ онлайн

Электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/news.html>

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы по дисциплине «Специальные вопросы проектирования, эксплуатации и утилизации судовых ЯЭУ» предназначены для студентов пятого курса, обучающихся по специальности 14.04.02 «Ядерная физика и технологии».

Цель методических рекомендаций: помочь студентам при самостоятельном изучении учебной программы с использованием лекционных материалов и рекомендуемой учебно-методической литературы.

Самостоятельная работа направлена на развитие профессиональных компетенций дисциплины ПК-1.

Разделы изучаемой дисциплины перечислены в указанной ниже таблице.

Таблица – Самостоятельная работа студентов

№ раздела	Наименование разделов	Содержание темы (перечисление дидактических единиц – на усмотрение составителя РУП)	Трудоемкость (час.)
1	Введение: Цель и задачи курса.	Тема 1.1. Цель и задачи курса.	5
2	Проектирование БЗ	Тема 2.1. Проектирование БЗ	5
3	Оптимизация БЗ	Тема 3.1. Безнапорное движение пароводяной смеси ПГ	5
4	Аварии с потерей теплоносителя	Тема 4.1. Аварии с потерей теплоносителя	4
5	Теплоотводные аварии	Тема 5.1. Теплоотводные аварии	4
6	Радиационные последствия аварий	Тема 6.1. Радиационные последствия аварий	5
7	Анализ радиационных последствий аварий	Тема 7.1. Анализ радиационных последствий аварий	4
8	Оценка радиационного риска	Тема 8.1. Оценка радиационного риска	4
9	Расчёты плавучих АЭС	Тема 9.1. Расчёты плавучих АЭС	5
10	Расчёты активных зон судовых реакторов	Тема 10.1. Расчёты активных зон судовых реакторов	4

11	Проблемы утилизации	Тема 11.1. Проблемы утилизации	5
	ИТОГО		50

1. Виды и формы самостоятельной работы студентов по дисциплине «Специальные вопросы проектирования, эксплуатации и утилизации судовых ЯЭУ»:

- систематическая проработка лекций, учебной и специальной технической литературы;
- подготовка к зачету.

2. Методические рекомендации для студентов по конкретным видам самостоятельной работы

1) Систематическая проработка лекций, учебной и специальной технической литературы.

2) Подготовка к экзамену. Методические рекомендации:

1. Внимательно прочитайте материал лекций.
2. Постарайтесь разобраться с непонятными, в частности, новыми терминами, используя рекомендованную литературу.
3. Ответьте на контрольные вопросы для самопроверки, имеющиеся в данных методических указаниях.

Показатели оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы:

- качество уровня освоения учебного материала;
- обоснованность и четкость изложения ответа.

3. Перечень рекомендуемой литературы

№ п/ п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
Основная литература					
1	Скачек М.А.	Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС:	М.: Изд. дом МЭИ, 2012	Учебное пособие Рекомендовано УМО Вузов по образованию в области энергетики и электротехники	6
Дополнительная литература					
1	Скачек М.А.	Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС:	М.: Изд. дом МЭИ, 2012	Учебное пособие Рекомендовано УМО Вузов по образованию в области энергетики и электротехники	6
2	Стерман Л.С.	Тепловые и атомные электрические станции	М.: Изд. дом МЭИ 2008	Учебник Рекомендован УМО Вузов России по образованию в области энергетики и электротехники	8
3	Тевлин С.А.	Атомные электрические станции с реакторами ВВЭР-1000: Учеб. пособие. - 2-е изд., доп.	М.: Изд.дом МЭИ. 2008	Учебное пособие Рекомендовано УМО Вузов России по образованию в области энергетики и электротехники	10
4	Алхутов М.С.	Теплоэнергетика и теплотехника. Справочник.	М.: Изд. дом МЭИ, 2007	Справочник	2

		Кн.3 Тепловые и атомные электростанции			
--	--	--	--	--	--

Перечень контрольных вопросов по дисциплине " Специальные материалы и защищённость ядерного топливного цикла "

Перечень вопросов, выносимых на зачет в А семестре:

1. Уравнения кинетики для точечной модели активной зоны реактора.
2. Временное поведение мощности реакторов при введении отрицательной и положительной реактивности.
3. Особенности и вопросы безопасности первого выхода в критическое состояние. Методы и средства измерений и вычислений реактивности.
4. Измерения дифференциальной и интегральной эффективности рабочих органов компенсирующей системы реактора
5. Определение запаса реактивности активной зоны.
6. Исследования эффектов реактивности, связанные с изменениями технологических параметров критических сборок и реакторов
7. Методики исследований нейтронно-физических характеристик в период работы реакторов.
8. Общие вопросы контроля активных зон энергетических реакторов.
9. Типы детекторов энерговыделения
10. Особенности построения, состояние и перспективы развития систем внутриреакторного контроля (СВРК)
11. Особенности работы токовых детекторов нейтронов систем СВРК.
12. Модели чувствительности детекторов.
13. Методика и проблемы перехода от результатов измерений с помощью ДПЗ к распределениям энерговыделения.
14. Методики проведения и штатные системы измерений других(неядерных) параметров
15. Радиационные контрольно-измерительные и диагностические системы РУ АЭС.
16. Средства измерения нейтронно-физических характеристик.
17. Детекторы, применяемые при работе на критических сборках
18. Определение распределения делящихся материалов по твэл и твс.
19. Активационные методы измерения — преимущества и недостатки.
20. Статистические методы измерения реактивности.
21. Динамические методы измерения реактивности.
22. Обеспечение безопасности при выходе в критическое состояние.
23. Определение запаса реактивности активной зоны.
24. Системы внутриреакторного контроля энергетических ЯР.

4. Задания для самостоятельного выполнения по дисциплине

4.1. Решить дифференциальное уравнение

$$\frac{dN_1^T}{dt} = c_2 \alpha_1 - \lambda_1 N_1^T$$

где α_i - выход радионуклида при делении U^{235}

λ_i - постоянная распада радионуклида

N_i^T – число ядер