

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
ядерной физики



/ Кадменский С. Г./
30.06.2021г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.02.01 Эксплуатационная безопасность и контроль АЭС

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

14.04.02 Ядерные физика и технологии

2. Профиль подготовки/специализация:

Физика атомного ядра и частиц

3. Квалификация выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

кафедра ядерной физики

6. Составители программы:

преподаватель Семенов Виктор Петрович

7. Рекомендована:

Научно – методическим советом физического факультета, протокол №6 от 24.06.2021,
РП продлена на 2022-2023 учебный год, НМС физического факультета от 14.06.2022,
протокол №6.

8. Учебный год: 2022/2023

Семестр(ы): 3

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- формирование умения расчетно-проектной и проектно-конструкторской деятельности в области разработки технической безопасности и оборудования для теплоэнергетических систем АЭС с использованием современных технологий;
- приобрести навыки безопасной эксплуатации основного оборудования к обслуживанию и испытаниям теплоэнергетического оборудования АЭС с учетом влияния на тепловую экономичность;

Задачи учебной дисциплины:

- объяснить общую цель ядерной безопасности;
- объяснить общую цель радиационной защиты;
- объяснить техническую цель безопасности;
- сформулировать фундаментальные принципы обеспечения безопасности АЭС;
- объяснить Принципы глубокоэшелонированной защиты.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к вариативной части цикла Б1.В.ДВ (Дисциплины по выбору).

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие излучения с веществом.	ПК-1.4	Знает современные представления в области физики атомного ядра необходимых для описания процессов, протекающих в ядерно-энергетических установках.	Знать: физику реакторов АЭС (ВВЭР, БН) Уметь: выбирать оптимальные рабочие режимы исходя из состояния физики реактора Владеть: навыками безопасной эксплуатации основного оборудования
ПК-2	Готов к созданию новых методов расчета современных физических установок и устройств, разработке методов регистрации ионизирующих излучений, методов оценки количественных характеристик ядерных	ПК-2.4	Знает методы и средства моделирования физико-технических процессов в физических установках, методы и средства регистрации излучений, характеристики ядерных материалов.	Знать: тепловые процессы в устройствах теплообменного оборудования Уметь: понимать сущность происходящих процессов и значение информации Владеть: навыками принятия решения при отклонении параметров и понимания сущности и значения информации

	материалов.			
ПК-6	Способен самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования с оптимизированием методов исследования.	ПК-6.8	Знает основы радиометрических измерений суммарной активности и методы регистрации радионуклидов, методы радиохимического анализа.	<p>Знать: знать физические основы процессов переноса тепла,</p> <p>Уметь: осуществлять расчеты теплообменников и активных зон реакторов, проводить оценку тепло-гидравлических характеристик на основе простейших моделей; использовать программы расчетов тепло-гидравлических характеристик ячейки реактора и реактора в целом; осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые данные для тепло-гидравлических расчётов; выбирать конструкционные материалы</p> <p>Владеть: навыками принятия решения при отклонении параметров и понимания сущности и значения информации</p>
ПК-7	Способен оценивать риск и определять меры безопасности для ядерных установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения.	ПК-7.3	Знает физические основы и принципы управления реактором, требования, предъявляемые к надежности и безопасности работы реактора, конструкции ядерных энергетических реакторов (ЯЭР) ВВЭР, РБМК, БН и перспективных проектов.	<p>Знать: тепловые процессы в устройствах теплообменного оборудования</p> <p>Уметь: понимать сущность происходящих процессов и значение информации</p> <p>Владеть: навыками принятия решения при отклонении параметров и понимания сущности и значения информации</p>
		ПК-7.8	Оценивает параметры дискретизации, программировать простые системы автоматизации, соответствующие безопасности эксплуатации ядерных установок.	
		ПКВ-7.10	Владеет методами выбора оптимальной технологии программного управления элементами системы автоматизации, соответствующей безопасности эксплуатации ядерных установок.	

Форма промежуточной аттестации - экзамен

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			3 семестр
Аудиторные занятия		52	
в том числе:	лекции	26	26
	практические	26	26
	лабораторные		
Самостоятельная работа		20	20
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации		Экзамен – 36 час.	Экзамен – 36 час.
Итого:		108	108

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Последовательность преобразования внутриядерной энергии топлива на атомной станции в электрическую	<p>1. Основные Первичным источником энергии является внутриядерная энергия, которая высвобождается при делении ядер элементов, расположенных в конце периодической системы химических элементов (таблицы Менделеева). Ядра этих элементов содержат много протонов и нейтронов, поэтому называются тяжелыми. При делении ядра $^{235}_{92}\text{U}$ образуются осколки деления, которые представляют собой радиоактивные ядра химических элементов, расположенных в средней части таблицы Менделеева. Тепловой баланс АЭС. Себестоимость 1 кВт час электроэнергии.. Расчет топливной составляющей в себестоимости электроэнергии, вырабатываемой на АЭС, сложен, но при сравнительном анализе экономических показателей для тепловых и атомных станций электроэнергия, производимая на АЭС, является более экономически и экологически выгодной</p>	А
1.2	Общие технические принципы положенные в основу эксплуатационной безопасности АЭС	<p>Философия безопасности, признанная МАГАТЭ и принятая странами-владельцами АЭС, определяет 3 цели безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - общая цель ядерной безопасности; - цель радиационной защиты; - техническая цель безопасности. <p>Цели безопасности не являются независимыми между собой. Первая цель является главной по своему характеру, две другие дополняют и интерпретируют эту главную цель.</p> <p>«Защитить отдельных лиц, общество и</p>	А

		<p>окружающую среду путем создания и поддержания на атомной электростанции эффективных защитных мер от радиологической опасности». В соответствии с базовым нормативным документом РБ «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций» (ОПБ АЭС) ядерная и радиационная безопасность атомной станции определяется как «свойство атомной станции при нормальной эксплуатации и нарушениях нормальной эксплуатации, включая аварии, ограничивать радиационное воздействие на персонал, население и окружающую среду установленными пределами». С точки зрения безопасности предотвращение аварий является первоочередной задачей, как при создании проекта, так и процессе эксплуатации АЭС. Таким образом, общая цель безопасности достигается реализацией двух технических целей:</p> <ul style="list-style-type: none"> -предотвращение аварий; -ограничение последствий аварий 	
1.3	<p>Фундаментальные принципы обеспечения безопасности АЭС</p>	<p>Для достижения целей безопасности в отчете INSAG-3 сформированы основные принципы обеспечения безопасности, которые распределены на три группы: принципы управления; принцип глубокоэшелонированной защиты; широко применяемые технические принципы (ЯЭР) Указанные принципы базируются на опыте эксплуатации, анализе аварий и инцидентов на АЭС и принимаются всеми странами, развивающими ядерную энергетику в мирных целях. Принципы универсальны для всех типов реакторов, хотя и существует необходимость их адаптации к проектным или эксплуатационным особенностям конкретных реакторных установок.</p>	А
1.4	<p>Принципы глубокоэшелонированной защиты</p>	<p>Глубоко эшелонированная защита объединяет в себе:</p> <ul style="list-style-type: none"> -систему физических барьеров для предотвращения распространения радиоактивных веществ; -систему защиты самих физических барьеров с помощью организационно-технических мер названных уровнями защиты («защита в глубину»); -защиту населения и окружающей среды от ущерба, если барьеры окажутся нарушенными или неэффективными. Деятельность по безопасности осуществляется на основе многократного перекрытия одного уровня другим с тем, чтобы в случае отказа можно было применять компенсирующие или корректирующие меры <p>При эксплуатации АЭС постоянно контролируются герметичность оболочек ТВЭЛов, трубопроводов и оборудования 1 контура, защитной оболочки и принимаются все необходимые меры по поддержанию сохранности физических барьеров. Уровни ГЭЗ являются сочетанием организационных и технических мер и вместе с</p>	А

		физическими барьерами образуют «защиту в глубину». Требования ОПБ АЭС по использованию технических принципов согласуются с рекомендациями INSAG-3. Апробированная инженерно-техническая практика. Технологический радиационный контроль Контроль за окружающей средой вокруг АЭС. Классификация систем и элементов АЭС по ОПБ АЭС. Защита от внешних и внутренних воздействий.	
2. Практические занятия			
2.1	Принципы обеспечения безопасности АЭС	Проект размещения АЭС в условиях Арктики	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль	
1	Последовательность преобразования внутриядерной энергии топлива на атомной станции в электрическую	6	6		5	9	26
2	Общие технические принципы положенные в основу эксплуатационной безопасности АЭС	7	7		5	9	28
3	Фундаментальные принципы обеспечения безопасности АЭС	7	7		5	9	28
4	Принципы глубоководной защиты	6	6		5	9	26
	Итого:	26	26		20	36	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Учебно-методические пособия по организации самостоятельной работы, контрольные задания и тесты в бумажном и электронном вариантах, тестирующие системы, дистанционные формы общения с преподавателем. Контроль самостоятельной работы реализуется с помощью опросов, тестов, вопросов по темам заданий и т.д.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Самойлов О.Б. и др. «Безопасность ядерных энергетических установок», М., «Атомиздат
2	№ 75-INSAG-3. Основные принципы безопасности атомных электростанций.
3	№ 75-INSAG-4. Культура безопасности. Доклад международной консультативной группы по ядерной безопасности.
4	ТКП 170-2009 (02300) «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций» ОПБ АЭС.
5	Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Гигиенические требования к проектированию и эксплуатации атомных электростанций».

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
-------	----------

1.	Программы индивидуальных испытаний насосов, вентиляторов, компрессоров
2.	Проектно-конструкторская документация. Исполнительная документация, паспорта, заводская документация, инструкции по эксплуатации.
3.	Отчетно-сдаточная документация (акты входного контроля, протоколы промывок, гидравлических испытаний, протоколы индивидуальных испытаний)

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
	https://edu.vsu.ru – Электронный университет ВГУ

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Кудинов, И.В. Теоретические основы теплотехники : учебное пособие / И.В. Кудинов, Е.В. Стефанюк ; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный архитектурно-строительный университет». - Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2013. - Ч. I. Термодинамика. - 172 с.
2	Стоянов, Н.И. Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и теплообмен : учебное пособие / Н.И. Стоянов, С.С. Смирнов, А.В. Смирнова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : СКФУ, 2014. - 225 с.
3.	Отчетно-сдаточная документация (акты входного контроля, протоколы промывок, гидравлических испытаний, протоколы индивидуальных испытаний)

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При проведении занятий по дисциплине используются следующие образовательные технологии:

- активные и интерактивные формы проведения занятий;
- компьютерные технологии при проведении занятий;
- презентационные материалы и технологии при объяснении материала на лекционных и практических занятиях;
- специализированное оборудование при проведении лабораторных работ;
- разбор конкретных ситуаций при постановке целей и задач к разработке прикладных программ, при выборе программного обеспечения по установленным критериям, при разработке программ по предусмотренным алгоритмам и методам

Для самостоятельной работы используется ЭБС Университетская библиотека online - www.lib.vsu.ru - ЗНБ ВГУ. Программное обеспечение, применяемое при реализации дисциплины – Microsoft Windows, LibreOffice, CodeBlocks, Adobe Reader, Mozilla FireFox.

Дистанционные образовательные технологии (ДОТ) применяются с использованием образовательного портала «Электронный университет ВГУ».

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Компьютерный класс (для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации) г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/3	Специализированная мебель, компьютеры Pentium-II, III (12 шт.), объединенные в локальную сеть с возможностью подключения к сети «Интернет» Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019
---	--

	LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/) Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses) Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/) Maxima (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: http://www.ma.utexas.edu/users/wfs/maxima-doe-auth.gif)
Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5	Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/) Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses) Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/)

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Темы 1-4	ПК-1	ПК-1.4	Собеседование
2.	Темы 1-4	ПК-2	ПК-2.4	Собеседование
3.	Темы 1-4	ПК-6	ПК-6.8	Собеседование
4.	Темы 1-4	ПК-7	ПК-7.3 ПК-7.8 ПК-7.9	Собеседование
Промежуточная аттестация форма контроля - экзамен				Пункт 20.2.1. Перечень вопросов к экзамену

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Практикоориентированные задания

Практическое задание

1. Выполнить проект размещения АЭС в условиях Арктики

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Студент отвечает на 2 вопроса и дополнительные вопросы	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
Студент отвечает на 2 вопроса, имеются неточности, нет ответов на дополнительные вопросы	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>

Студент отвечает на 1 вопрос, имеются неточности, отвечает на дополнительные вопросы	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
Студент не отвечает ни на вопросы ни на дополнительные вопросы	–	<i>Неудовлетворительно</i>

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по билетам к экзамену

20.2.1. Перечень вопросов к экзамену

1. Назовите основной фактор, определяющий безопасность АЭС.
2. Назовите цели обеспечения безопасности.
3. Назовите фундаментальные принципы безопасности, обеспечивающие 4. Выполнение целей безопасности.
5. Назовите основные компоненты, входящие в понятие «культура безопасности».
6. Дайте понятие «эксплуатирующая организация» применительно к АЭС.
7. Назовите основные функции регулирующих органов в области ядерной безопасности.
8. Перечислите физические барьеры для предотвращения распространения радиоактивных веществ. Объясните, почему топливная матрица ТВЭЛа отнесена к одному из барьеров.
9. Назовите уровни ГЭЗ.
10. Объясните понятие «предотвращение аварий». Объясните, какими средствами (способами) достигается эта составная часть ГЭЗ.
11. Перечислите средства, применяющиеся для ослабления аварий.
12. Назовите технические принципы безопасности, положенные в основу фундаментальных принципов безопасности.
13. Назовите виды радиационного контроля, используемые на АЭС в целях радиационной защиты.
14. Перечислите принципы безопасности.
15. Назовите внешние и внутренние воздействия, учитываемые при проектировании АЭС.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Студент отвечает на 2 вопроса и дополнительные вопросы	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>

Студент отвечает на 2 вопроса, имеются неточности, нет ответов на дополнительные вопросы	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
Студент отвечает на 1 вопрос, имеются неточности, отвечает на дополнительные вопросы	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
Студент не отвечает ни на вопросы ни на дополнительные вопросы	–	<i>Неудовлетворительно</i>