

ВЫСШАЯ ИНЖИНИРИНГОВАЯ ШКОЛА

ОДОБРЕНО УМС ВИШ

Протокол № 132/15-12-22

от 15.12.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 27.04.03 Системный анализ и управление

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
1	2	72	32	32	0	8	0	3
Итого	2	72	32	32	0	8	0	

## АННОТАЦИЯ

В курсе рассматриваются основные понятия в области ядерной физики, закономерности взаимодействия различных видов излучения с веществом, методы регистрации излучения и оценки проникающей способности.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины является формирование у студента знаний о понятиях в области ядерной физики и технологиях, о структуре и экономике ядерного топливного цикла, о развитии ядерных технологий, их не электрическом и не энергетическом применении, о работе международных организаций в области ядерной энергетики.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная дисциплина является основой для усвоения других дисциплин профессионального цикла. Для успешного освоения положений данной дисциплины студент должен обладать знаниями уровня выпускника бакалавриата технического вуза. Полученные при изучении курса знания будут востребованы для изучения последующих дисциплин, связанных с управлением жизненным циклом объектов атомной энергетики, для подготовки магистерской диссертации, для будущей профессиональной деятельности студента на протяжении длительного времени.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции УК-1 [1] – Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Код и наименование индикатора достижения компетенции З-УК-1 [1] – Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации У-УК-1 [1] – Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации В-УК-1 [1] – Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий
УК-5 [1] – Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	З-УК-5 [1] – Знать: закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур; особенности межкультурного разнообразия общества; правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия У-УК-5 [1] – Уметь: понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества; анализировать и

	учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия В-УК-5 [1] – Владеть: методами и навыками эффективного межкультурного взаимодействия
--	---

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

<b>Задача профессиональной деятельности (ЗПД)</b>	<b>Объект или область знания</b>	<b>Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции</b>
<b>научно-исследовательский</b>			
<p>Построение аналитических и цифровых моделей сложных искусственных объектов и систем на основе методов фундаментальных наук. Применение методов математического моделирования для описания сложных искусственных объектов и систем. Разработка имитационных динамических моделей сложных искусственных объектов и систем в целях предиктивного анализа и оптимизации структуры и управления такими объектами и системами с применением общих и специализированных пакетов прикладных программ.</p>	<p>Имитационные модели сложных искусственных объектов и систем; процессы оптимизации архитектуры искусственных систем.</p>	<p>ПК-1.3 [1] - Способен создавать аналитические и цифровые модели сложных искусственных объектов и систем</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.022</p>	<p>З-ПК-1.3[1] - Знать методы и средства обработки информативных параметров технических систем; У-ПК-1.3[1] - Уметь использовать информационные технологии поддержки и сопровождения жизненного цикла объектов и систем; В-ПК-1.3[1] - Владеть навыками анализа и использования различных методов синхронизации параллельного выполнения транзакций между различными информационными системами в рамках единого информационного пространства предприятия</p>
<b>организационно-управленческий</b>			
<p>Управление проектами создания и развития информационной архитектуры предприятия, в том числе в части</p>	<p>Информационная архитектура предприятия; информационно-управляющие, проектно-</p>	<p>ПК-9 [1] - Способен применять современные методы планирования и организации аналитических работ</p>	<p>З-ПК-9[1] - знать цели и задачи системной инженерии, как комплексной дисциплины,</p>

<p>информационных систем и данных для сложных искусственных объектов и систем на базе методологии системной инженерии и системного анализа. Системная экспертиза проектно-конструкторских решений; использование передовых методов оценки качества, надежности и информационной безопасности информационных систем в процессе эксплуатации социотехнических систем атомной отрасли, использование информационных сервисов для автоматизации прикладных и информационных процессов предприятий атомной отрасли и других высокотехнологичных отраслей.</p>	<p>конструкторские, проектно-технологические системы в области техники и технологии</p>	<p>на основе методов математического и системного анализа</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.016</p>	<p>обеспечивающей успешное развитие социо-инженерных систем; роль и место системного инженера в процессе создания систем; принципы организации, цели, задачи и содержание работ по управлению знаниями. ; У-ПК-9[1] - уметь применять в практической деятельности системный подход; применять методы извлечения и представления знаний; применять инструменты управления знаниями; выбирать и применять официальные и фактические стандарты при создании систем. ; В-ПК-9[1] - владеть терминологией, используемой в системной инженерии; навыками работы с информацией, документами, людьми с целью получения и передачи информации и организации совместной деятельности; навыками применения процессов системной инженерии; навыками применения системного подхода; навыками применения</p>
--	---	--	--

			управления знаниями; навыками применения стандартов и лучших практик.
<p>Управление ресурсами и проектами для искусственных систем на базе методологии системной инженерии и системного анализа;</p> <p>Управление данными об объекте; Управление данными как цифровым активом предприятия, цифровизация внутренних процессов управления проектами;</p> <p>Организация работы коллектива исполнителей, принятие исполнительски х решений в условиях различных мнений, определение порядка выполнения работ с применением методологии системной инженерии и системного анализа.</p> <p>Адаптация современных систем управления качеством в проектах на основе международных стандартов; Подготовка отзывов и заключений на проекты, заявки, на различных этапах жизненного цикла искусственных систем на базе методологии системной инженерии и системного анализа.</p>	<p>Проектная деятельность в сфере искусственных систем.</p> <p>Информационные системы управления проектами в области техники и технологии</p>	<p>ПК-10 [1] - Способен применять адекватные методы системного анализа при управлении проектами на всех этапах жизненного цикла проекта</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 07.007</p>	<p>3-ПК-10[1] - знать способы описания процессов жизненного цикла систем с учетом положений основополагающих стандартов системной инженерии. ;</p> <p>У-ПК-10[1] - уметь использовать информационные технологии поддержки и сопровождения жизненного цикла продукции;;</p> <p>В-ПК-10[1] - владеть способностью проводить системный анализ при управлении проектами и выбирать методы моделирования систем и процессов; приёмами представления и моделирования систем и процессов.</p>

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары )/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>1 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	16/16/0		25	КИ-8	З-ПК-1.3, У-ПК-1.3, В-ПК-1.3, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, У-УК-5
2	Второй раздел	9-16	16/16/0		25	КИ-16	У-ПК-10, В-ПК-10, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УК-5, У-УК-5, В-УК-5
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		32/32/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 1 Семестр</b>				50	3	З-ПК-9, У-ПК-9, З-ПК-10, У-ПК-

							10, В- ПК- 10
--	--	--	--	--	--	--	------------------------

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Неделя	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>	32	32	0
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	16	16	0
1 - 2	<b>ОСНОВЫ ЯДЕРНОЙ И НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ</b> Состав атомных ядер. Масса и энергия связи ядра. Виды радиоактивных превращений. Альфа, бета, гамма распады, спонтанное деление. Законы радиоактивного распада и накопления. Постоянная распада, период полураспада, среднее время жизни. Вековое равновесие. Накопление радиоактивных веществ. Естественная радиоактивность. Радиоактивные семейства. Искусственная радиоактивность. Ядерные реакции. Сечения и выходы ядерных реакций. Взаимодействие нейтронов с атомными ядрами. Нейтронные реакции. Деление ядер. Цепная реакция деления.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	<b>ОСНОВЫ ФИЗИКИ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ</b> Основная задача физики нейтронов применительно к созданию и эксплуатации ядерных реакторов. Нейтронный поток. Выгорание. Изотопный состав ОЯТ различных типов реакторов. Радиационные характеристики ОЯТ. Типы ядерных реакторов. Технические характеристики основных типов реакторов. Усовершенствованные тепловые реакторы. Быстрые реакторы. Жидкосолевые реакторы. Ускорительно-управляемые (электроядерные) системы. Гибридные термоядерные реакторы. АЭС малой и средней мощности.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	<b>ТЕХНОЛОГИИ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА</b> Основные понятия и определения. Типы ядерных топливных циклов и их особенности. До-реакторная и за-реакторная части ЯТЦ. Технологии добычи, конверсии, обогащения урана. Технологии изготовления ядерного топлива. Технологии хранения и переработки ОЯТ,	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

	обращения с РАО. Геологическое захоронение. Трансмутация РАО. Инновационные топливные циклы. Ториевый топливный цикл.			
7 - 8	<b>НЕЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ</b> Обзор рыночного потенциала инновационных систем для неэлектрического использования ядерной энергии. Производство водорода. Опреснение воды. Теплофикация. Промышленное теплоснабжение. Производство искусственных топлив. Радиационные технологии. Ядерная медицина.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-16</b>	<b>Второй раздел</b>	16	16	0
9 - 10	<b>ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В МИРЕ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ</b> Структура производства и потребления энергии. Органическое топливо. Экологические проблемы. Концепция устойчивого энергетического развития. Показатели устойчивого развития. Ядерная энергетика в западноевропейских странах. Ядерная энергетика США. Ядерная энергетика РФ. Ядерная энергетика развивающихся стран.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	<b>СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА В МИРЕ</b> Ключевые элементы ядерной инфраструктуры и ЯТЦ. Промышленная инфраструктура ЯТЦ. Требования к ЯТЦ. Тенденции развития ЯТЦ. Интернационализация ЯТЦ. Международные инициативы в области развития ядерной энергетике и организации глобального ЯТЦ. Международная кооперация в сфере ядерных технологий. Международные инициативы по развитию инновационных ядерно-энергетических систем.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 14	<b>РАСЧЕТ МАТЕРИАЛЬНЫХ БАЛАНСОВ В ЯДЕРНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЦИКЛАХ</b> Особенности описания топливных и энергетических потоков системы ЯЭ. Выбор расчетного интервала и глубины прогнозирования в задачах поиска оптимальных стратегий развития ЯЭ. Основные расчетные формулы. Расчет производства ядерного топлива. Загрузка активной зоны и ежегодные перегрузки. Примеры аналитических расчетов. Объемы образования отходов на основных переделах ЯТЦ. Подходы, методы и инструменты МАГАТЭ в области ядерно-энергетического планирования и оценки технологий	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
15 - 16	<b>РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЪЕКТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ</b> Методические рекомендации ЮНИДО по оценке эффективности инвестиционных проектов. Методические рекомендации МАГАТЭ для оценки инвестиционных проектов АЭС на стадии тендерной заявки. Методики оценки экономической эффективности международных проектов GIF-IV и INPRO. Базовые экономические	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

<p>понятия. Дисконтирование. Тариф безубыточности. Чистый дисконтированный доход. Внутренняя норма доходности. Срок окупаемости. Особенности расчета капитальных затрат, затрат по топливному циклу, затрат на сопровождение и обслуживание АЭС. Удельные затраты по основным переделам ЯТЦ.</p>			
--	--	--	--

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Изучение теоретического материала дисциплины на лекциях осуществляется с использованием компьютерных технологий. Лекции читаются преподавателем на основе презентаций PowerPoint, которые демонстрируются при помощи проектора. Практические занятия проводятся на базе персональных компьютеров (1 компьютер на каждого студента).

## 6. ФОНД 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 представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-1.3	З-ПК-1.3	КИ-8
	У-ПК-1.3	КИ-8
	В-ПК-1.3	КИ-8
ПК-10	З-ПК-10	З
	У-ПК-10	З, КИ-16
	В-ПК-10	З, КИ-16
ПК-9	З-ПК-9	З, КИ-8
	У-ПК-9	З, КИ-8
	В-ПК-9	КИ-8
УК-1	З-УК-1	КИ-16
	У-УК-1	КИ-16

	В-УК-1	КИ-16
УК-5	3-УК-5	КИ-16
	У-УК-5	КИ-8, КИ-16
	В-УК-5	КИ-16

### 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 и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	A	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.
85-89	4 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – <i>«удовлетворительно»</i>	E	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.
60-64			
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	F	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.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.039 Д25 Двухкомпонентная ядерная энергетическая система с тепловыми и быстрыми реакторами в замкнутом ядерном топливном цикле : , Москва: Техносфера, 2016
2. 621.039 К96 Международные режимы и развитие гражданской атомной энергетики в России и в мире : , : Atomexpro, 2011
3. 53 С34 Общий курс физики Т.5 Атомная и ядерная физика, , : Физматлит, 2020
4. 621.3 Ц56 Проблемы мировой энергетики начала века : , В. Ф. Цибульский, Н. Н. Пономарев-Степной, Москва: Энергоатомиздат, 2008
5. 621.039 Н54 Нераспространение и атомная энергетика : , Н. Н. Пономарев-Степной [и др.], Москва: ИзДАТ, 2008
6. 621.039 С38 Экономика ядерной энергетики: основы технологии и экономики производства, экономика АЭС : Учеб. пособие для вузов, Синев Н.М., М.: Энергоатомиздат, 1987

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. Лаборатория анализа проблем ядерного нераспространения (<http://lannp.iate.obninsk.ru/index.php?page=books&pubId=53>)
2. Лаборатория анализа проблем ядерного нераспространения. ([http://lannp.iate.obninsk.ru/course3/Lectures/LECTURE\\_3.1\(Web\)](http://lannp.iate.obninsk.ru/course3/Lectures/LECTURE_3.1(Web)))
3. Лаборатория анализа проблем ядерного нераспространения. ([http://lannp.iate.obninsk.ru/course3/Lectures/LECTURE\\_2.5\(Web\)/](http://lannp.iate.obninsk.ru/course3/Lectures/LECTURE_2.5(Web)/))

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

Успешное освоение дисциплины требует от студентов посещения лекций, активной работы во время практических занятий, выполнения всех учебных заданий преподавателя,

ознакомления с базовыми учебниками, основной и дополнительной литературой, а также предполагает творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

Лекционный материал тесно связан с выполнением практических заданий на семинарах. Посещение лекций является обязательным.

Перед выполнением практических работ студент должен заранее изучить теоретический и учебно-методический материалы, относящиеся непосредственно к выполнению данной работы. При необходимости студент может обратиться к преподавателю за консультацией по вопросам, относящимся к выполнению данной работы.

Практические задания являются необходимым элементом данного модуля. Значимость успешного выполнения практических заданий определяется тем, что во время прохождения студенты получают необходимые практические навыки и умения работы с современным цифровым инструментарием. Основная цель практического обучения состоит в формировании и закреплении первичных теоретических знаний и профессиональных навыков. В ходе практических занятий обычно формируется теоретическая и практическая база будущей профессиональной деятельности.

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Целью работы преподавателя должно быть эффективное восприятие материала слушателями.

Со стороны преподавателя должен быть установлен контакт со студентами, и они должны быть информированы о порядке прохождения курса, его особенностях, учебно-методическом обеспечении по дисциплине.

В ходе подготовки лекций, указанных в рабочей программе модуля, преподаватель разрабатывает план лекции, определяет моменты, которые слушатели должны усвоить на лекции, и освоить в ходе самостоятельной работы с литературой.

Преподаватель дает методические рекомендации обучаемым по самостоятельному изучению проблем, характеризуя пути и средства достижения поставленных перед ними задач, высказывает советы и рекомендации по изучению учебной литературы, самостоятельной и групповой практической работе.

При подготовке к практическому занятию преподаватель готовит план его проведения, знакомится с новыми публикациями по теме.

Преподаватель предоставляет учащимся обратную связь о выполненных практических заданиях, ставит перед учащимися четкие цели и представляет новый материал с той степенью подробности изложения, чтобы материал был усвоен, но учащиеся не чувствовали себя перегруженными. Учащимся предоставляется инструкции и стратегии для выполнения практического задания. Для проверки текущего уровня понимания лекционных занятий задаются вопросы для понимания степени усвоения материала. Когда учащиеся работают индивидуально, преподаватель контролирует их деятельность.

Автор(ы):

Максимушкина Анастасия Владимировна