

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ ЯДЕРНЫХ  
РЕАКТОРОВ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/0821-573.1

от 31.08.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ЯДЕРНЫХ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК, БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОНОМИЧНОСТЬ ЯДЕРНЫХ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК)

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 14.03.02 Ядерные физика и технологии

| Семестр | Трудоемкость,<br>кред. | Общий объем<br>курса, час. | Лекции, час. | Практич.<br>занятия, час. | Лаборат. работы,<br>час. | В форме<br>практической<br>подготовки/ В<br>СРС, час. | КСР, час. | Форма(ы)<br>контроля,<br>экс./зач./КСР/КП |      |
|---------|------------------------|----------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------|------|
| 8       | 3                      | 108                        | 0            | 36                        | 0                        |                                                       | 36        | 0                                         | Э КП |
| Итого   | 3                      | 108                        | 0            | 36                        | 0                        | 32                                                    | 36        | 0                                         |      |

## **АННОТАЦИЯ**

Курсовой проект имеет целью:

- ознакомить будущего специалиста с комплексом основных проблем, возникающих при проектировании ядерно-энергетических установок;
- дать практические навыки проведения комплексного расчета нейтронно-физических и теплогидравлических параметров ЯЭУ, выбора и обоснования параметров установки, оценки показателей безопасности;
- закрепить теоретические знания, полученные в период обучения;
- ознакомить с инженерными идеями и проектами современных и перспективных ЯЭУ;
- ознакомить с существующими нормативными документами, определяющими требования к проектам ЯЭУ с точки зрения их безопасности;
- предоставить студенту возможность продемонстрировать свой творческий потенциал в области обоснования концепций и конструкторских решений при проектировании ЯЭУ.

### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Курсовой проект имеет целью:

- ознакомить будущего специалиста с комплексом основных проблем, возникающих при проектировании ядерно-энергетических установок;
- дать практические навыки проведения комплексного расчета нейтронно-физических и теплогидравлических параметров ЯЭУ, выбора и обоснования параметров установки, оценки показателей безопасности;
- закрепить теоретические знания, полученные в период обучения;
- ознакомить с инженерными идеями и проектами современных и перспективных ЯЭУ;
- ознакомить с существующими нормативными документами, определяющими требования к проектам ЯЭУ с точки зрения их безопасности;
- предоставить студенту возможность продемонстрировать свой творческий потенциал в области обоснования концепций и конструкторских решений при проектировании ЯЭУ.

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

Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

1. Общая физика;
2. Физическая теория ядерных реакторов;
3. Проблемы ядерной энергетики
4. Ядерные технологии и экология топливного цикла.

### **3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

|                                |                                                      |
|--------------------------------|------------------------------------------------------|
| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|--------------------------------|------------------------------------------------------|

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;<br>Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)                                                                                                                          | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| научно-исследовательский                                                                               |                                      |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Получение знаний в области радиационной экологии, воздействия радиации на живую и неживую материю.     | Ядерные объекты, источники излучения | ПК-2 [1] - Способен проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 24.078, 40.011 | З-ПК-2[1] - знать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; ;<br>У-ПК-2[1] - уметь использовать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;;<br>В-ПК-2[1] - владеть навыками математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; |
| организационно-управленческий                                                                          |                                      |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Организация работы коллектива людей с учетом специфики атомной отрасли и экологической ответственности | Ядерно-физическая лаборатория        | ПК-4.1 [1] - Способен разрабатывать и модернизировать компьютерные программы и проводить физические эксперименты для расчёта и определения                                                                                          | З-ПК-4.1[1] - Знать физические законы и методы расчёта и определения характеристик полей ионизирующих излучений;;<br>У-ПК-4.1[1] - Уметь                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                                                                                   |                               |                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                   |                               | <p>характеристик полей ионизирующих излучений;</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 24.028</p>                                                                           | <p>использовать стандартные пакеты компьютерных программ для расчёта и определения характеристик полей ионизирующих излучений;;</p> <p>В-ПК-4.1[1] - Владеть методиками проведения физических экспериментов и навыками использования специализированных математических пакетов для расчёта и определения характеристик полей ионизирующих излучений;</p> |
| производственно-технологический                                                   |                               |                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Работа в ядерно-физической лаборатории в качестве сотрудника, инженера-технолога. | Ядерно-физическая лаборатория | <p>ПК-4.2 [1] - Способен к проведению экспертизы комплекса мероприятий по радиационной защите персонала и населения;</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 24.028</p>     | <p>3-ПК-4.2[1] - Знать нормы и правила ядерной и радиационной безопасности.;</p> <p>У-ПК-4.2[1] - Уметь осуществлять комплекс мероприятий по радиационной защите персонала и населения;;</p> <p>В-ПК-4.2[1] - Владеть методами радиационной защиты персонала и населения;</p>                                                                            |
| Работа в ядерно-физической лаборатории в качестве сотрудника, инженера-технолога. | Ядерно-физическая лаборатория | <p>ПК-8 [1] - Способен к оценке ядерной и радиационной безопасности и контролю за соблюдением экологической безопасности</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 24.028</p> | <p>3-ПК-8[1] - Знать методы оценки ядерной и радиационной безопасности, контроля за соблюдением экологической безопасности ;</p> <p>У-ПК-8[1] - Уметь оценивать ядерную и радиационную безопасность, проводить контроль за соблюдением экологической безопасности;</p> <p>В-ПК-8[1] - Владеть навыками оценки</p>                                        |

|  |  |  |                                                    |
|--|--|--|----------------------------------------------------|
|  |  |  | ядерной, радиационной и экологической безопасности |
|--|--|--|----------------------------------------------------|

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

| Направления/цели воспитания | Задачи воспитания (код)                                                                                                                                                    | Воспитательный потенциал дисциплин                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17) | 1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты. |
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)                       | Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|                             |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             |                                                                                                                                                                                                              | образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19) | <p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований.</li> </ul> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</li> <li>- формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</li> </ul> |
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20)                                                                                                      | <p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения,</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                             |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             |                                                                                                                                                                                                           | <p>обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p> |
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (В21) | <p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального</p>                                                                                                                                                                                                       |

|                             |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             |                                                                                                                                                                  | модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22) | <p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением</p> |

|                             |                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             |                                                                                           | <p>роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры информационной безопасности (B23) | <p>Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры ядерной безопасности (B24)        | <p>1.Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн. 2.Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Актуальные проблемы эксплуатации АЭС», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике», «Системы радиационного контроля» для формирования личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами. 3.Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Контроль и диагностика ядерных</p> |

|                             |                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             |                                                                                                                                | <p>энергетических установок», «Надежность оборудования атомных реакторов и управление риском», «Безопасность ядерного топливного цикла», «Ядерные технологии и экология топливного цикла» для формирования личной ответственности за соблюдение и обеспечение кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов.</p> <p>4.Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Системы радиационного контроля», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду, обеспечивает сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработки ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла.</p> |
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за обеспечение кибербезопасности объектов атомной отрасли (B25) | <p>1.Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Актуальные проблемы эксплуатации АЭС», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике», «Системы радиационного контроля» для формирование личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами.</p> <p>3.Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Контроль и диагностика ядерных энергетических установок», «Надежность оборудования атомных реакторов и управление риском», «Безопасность ядерного топливного цикла», «Ядерные технологии и экология топливного цикла» для формирования личной ответственности за соблюдение и обеспечение кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов.</p> <p>4.Использование</p> |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                             |                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             |                                                                                          | <p>воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Системы радиационного контроля», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду, обеспечивает сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработки ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла.</p>                                                                                                                                                                              |
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственной экологической позиции (B26) | <p>1.Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн. 2.Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Актуальные проблемы эксплуатации АЭС», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике», «Системы радиационного контроля» для формирование личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами.</p> |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>3.Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Контроль и диагностика ядерных энергетических установок», «Надежность оборудования атомных реакторов и управление риском», «Безопасность ядерного топливного цикла», «Ядерные технологии и экология топливного цикла» для формирования личной ответственности за соблюдение и обеспечение кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов.</p> <p>4.Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Системы радиационного контроля», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду, обеспечивает сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработки ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла.</p> |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

| № п.п | Наименование раздела учебной дисциплины     | Недели | Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час. | Обязат. текущий контроль (форма*, неделя) | Максимальный балл за раздел** | Аттестация раздела (форма*, неделя) | Индикаторы освоения компетенции |
|-------|---------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
|       | <i>8 Семестр</i>                            |        |                                                       |                                           |                               |                                     |                                 |
| 1     | Раздел 1                                    | 1-8    | 0/20/0                                                |                                           | 25                            | КИ-8                                |                                 |
| 2     | 2                                           | 9-16   |                                                       |                                           | 25                            | КИ-16                               |                                 |
|       | <i>Итого за 8 Семестр</i>                   |        | 0/36/0                                                |                                           | 50                            |                                     |                                 |
|       | <b>Контрольные мероприятия за 8 Семестр</b> |        |                                                       |                                           | 50                            | Э, КП                               |                                 |

\* – 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  |
| Э           | Экзамен             |
| КП          | Курсовой проект     |

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| Недели | Темы занятий / Содержание                                                            | Лек., час.             | Пр./сем., час. | Лаб., час. |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------|------------|
|        | <i>8 Семестр</i>                                                                     | 0                      | 36             | 0          |
| 1-8    | Раздел 1                                                                             | 0                      | 20             | 0          |
|        | <b>Международное Агентство по Атомной Энергии (МАГАТЭ): цели, задачи, программы.</b> | Всего аудиторных часов |                |            |
|        | Международное Агентство по Атомной Энергии (МАГАТЭ): цели, задачи, программы.        | Онлайн                 |                |            |
|        | <b>Международный проект ИНПРО</b>                                                    | Всего аудиторных часов |                |            |
|        | Международный проект ИНПРО                                                           | Онлайн                 |                |            |
|        | <b>Малые и транспортируемые АЭС</b>                                                  | Всего аудиторных часов |                |            |
|        | Малые и транспортируемые АЭС                                                         |                        |                |            |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |    |  |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----|--|
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Онлайн                 |    |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |    |  |
|      | <b>Создание инфраструктуры для первой АЭС</b><br>Создание инфраструктуры для первой АЭС                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Всего аудиторных часов |    |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        | 10 |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Онлайн                 |    |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |    |  |
|      | <b>Экономика ядерной энергетики</b><br>Экономика ядерной энергетики                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Всего аудиторных часов |    |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |    |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Онлайн                 |    |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |    |  |
|      | <b>Вопросы гарантий и нераспространения</b><br>Вопросы гарантий и нераспространения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Всего аудиторных часов |    |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |    |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Онлайн                 |    |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |    |  |
|      | <b>Программные средства МАГАТЭ для моделирования потоков ядерных материалов в различных топливных циклах</b><br>Программные средства МАГАТЭ для моделирования потоков ядерных материалов в различных топливных циклах                                                                                                                                                                                                                                                                   | Всего аудиторных часов |    |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |    |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Онлайн                 |    |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |    |  |
|      | <b>Программа МАГАТЭ по ядерной безопасности</b><br>Программа МАГАТЭ по ядерной безопасности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Всего аудиторных часов |    |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |    |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Онлайн                 |    |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |    |  |
|      | <b>Программа МАГАТЭ по реакторным технологиям</b><br>Программа МАГАТЭ по реакторным технологиям                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Всего аудиторных часов |    |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        | 10 |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Онлайн                 |    |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |    |  |
| 9-16 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0                      | 16 |  |
|      | <b>Роль МАГАТЭ в обеспечении безопасности ядерной энергетики</b><br>Роль МАГАТЭ в обеспечении безопасности атомной энергетики. Программа МАГАТЭ по ядерной безопасности как согласованный подход при проектировании и эксплуатации ядерных установок и обеспечению сохранности радиоактивных источников, безопасной перевозке радиоактивных материалов и обращению с радиоактивными отходами. Система нормативных документов по ядерной безопасности и физической ядерной безопасности. | Всего аудиторных часов |    |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |    |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Онлайн                 |    |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |    |  |
|      | <b>Международная информационная система по АЭС PRIS и её приложения.</b><br>База данных МАГАТЭ PRIS (Power Reactor Information System): описание базы, её назначение, структура базы, её основные модули. Модель данных АЭС. Приложения базы и их возможности. Доступ к базе.                                                                                                                                                                                                           | Всего аудиторных часов |    |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |    |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Онлайн                 |    |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |    |  |
|      | <b>Программные средства МАГАТЭ для моделирования ядерных энергетических систем.</b><br>Общий подход к анализу и оценке моделирования ядерной энергетической системы (ЯЭС). Программные средства МАГАТЭ для моделирования ЯЭС. Обзор                                                                                                                                                                                                                                                     | Всего аудиторных часов |    |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        | 8  |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Онлайн                 |    |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |    |  |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                        |   |  |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---|--|
|  | инструментальных средств для моделирования ЯЭСБ предлагаемых ИНПРО/МАГАТЭ - MESSAGE, NFCSS и DESAE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                        |   |  |
|  | <b>. Вопросы гарантий и нераспространения.</b><br>Проблемы ядерного нераспространения. Международные гарантии ядерного нераспространения. Роль ООН и МАГАТЭ. Международно-правовая основа развития и применения гарантий. Основы гарантий МАГАТЭ                                                                                                                                                                                    | Всего аудиторных часов |   |  |
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                        |   |  |
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Онлайн                 |   |  |
|  | <b>Международные программы сотрудничества в области исследовательских реакторов.</b><br>Назначение исследовательских реакторов. Международные программы перевода исследовательских и испытательных реакторов на топливо с пониженным обогащением. Роль и деятельность МАГАТЭ по применению исследовательских реакторов, планированию проектов новых реакторов и созданию необходимой национальной инфраструктуры для их реализации. | Всего аудиторных часов |   |  |
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                        | 8 |  |
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Онлайн                 |   |  |

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               |

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы курса используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий занятия проводятся с использованием наглядных компьютерных презентаций. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку материала с использованием рекомендуемой литературы.

## 7. 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 |
|-------------|---------------------|
|-------------|---------------------|

## 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 – «отлично»                 | 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 – «хорошо»                  | 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 – «удовлетворительно»       | 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 – «неудовлетворительно»     | 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. |

Оценочные средства приведены в Приложении.

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

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ N91 Nuclear Non-Proliferation in International Law - Volume III : Legal Aspects of the Use of Nuclear Energy for Peaceful Purposes, The Hague: T.M.C. Asser Press, 2016
2. ЭИ Ф27 Основы правового регулирования в сфере использования атомной энергии (ядерное право) : учебное пособие для вузов, А. А. Фатьянов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2011
3. 621.039 Т38 Технические аспекты ядерного нераспространения : учебное пособие для вузов, Э. Ф. Крючков [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2010

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.039 А77 Ядерные технологии : учебное пособие для вузов, В. А. Апсэ, А. Н. Шмелев, Москва: МИФИ, 2008
2. 623 Я34 Ядерное нераспространение : учеб. пособие для вузов, Г. М. Пшакин [и др.], М.: МИФИ, 2004

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

#### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

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

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

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

В процессе работы над курсовым проектом необходимо придерживаться определенного прототипа реактора, по рекомендации преподавателей консультантов курсового проекта, выбрать элементную базу реактора (конструкцию твэл, ТВС, тип топлива) и задаться определенной мощностью проектируемой ЯЭУ. На первом этапе провести оценочные расчеты температур топлива и теплоносителя, КПД установки и тепловую схему АЭС с реактором выбранного типа.

Под заданную величину удельной энерговыработки и выбранной схемы перегрузки оценить начальное обогащение топлива, а затем с помощью программных средств, имеющихся на кафедре, уточнить обогащение топлива подпитки и изотопный состав отработавшего топлива. На этой основе можно уточнить размеры твэла и шаг решетки, получить поле энерговыделения, коэффициенты неравномерности и размеры реактора. Этот этап завершает работу над проектом в первом семестре, после чего необходимо обосновать полученные результаты перед комиссией.

Второй этап требует предварительного изучения систем безопасности реактора, выделить проектные аварии и расчетным путем доказать наличие внутренне присущих свойств безопасности в проектируемой установке. Большое внимание следует уделить расчетному обоснования системы управления реактором при нормальной эксплуатации и при проектных авариях. Необходимо увязать срабатывание систем безопасности и сигналы, по которым происходит это срабатывание, стараться использовать пассивные принципы работы различных систем безопасности.

Для завершения работы требуется оформить весь материал в пояснительной записке. В своем докладе проектант должен дать краткую характеристику проекта, сформулировать главные вопросы, решенные в ходе проектирования, прокомментировать основные конструктивные особенности и преимущества представленного проекта.

Автор(ы):

Косилов Андрей Николаевич, к.т.н., доцент