

ВЫСШАЯ ИНЖИНИРИНГОВАЯ ШКОЛА

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/0821-573.1

от 31.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ЦИФРОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.04.02 Ядерные физика и технологии

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
2	4	144	32	28	0	84	0	3 КП
3	4	144	16	28	0	64	0	Э КП
Итого	8	288	48	56	0	148	0	

АННОТАЦИЯ

В качестве целевого прикладного объекта проектирования рассматривается АЭС ВВЭР. Изучается функционально-балансовая модель АЭС как основа выбора концептуальных решений проекта, укрупненная структура объектов (зданий и сооружений) на площадке АЭС. Изучается структура проектной документации, этапы проектирования сложных инженерных объектов. Описывается понятие нормативной и распорядительной документации (НРД) в атомной отрасли, описывается подходы к использованию НРД в процессе проектирования. Изучается жизненный цикл сложного инженерного объекта. Вводится понятие цифровой модели и цифрового двойника инженерного объекта. Описывается состав, структура и подходы к работе с цифровыми моделями и двойниками инженерных объектов на разных стадиях жизненного цикла. Дается понятие технологии групповой работы над проектом в едином цифровом пространстве. В ходе практических и самостоятельных работ с использованием продуктов BIM-проектирования учащимися приобретаются практические умения и навыки работы с комплексной цифровой моделью сложного инженерного объекта на примере инженерных систем здания (BIM – подход к проектированию).

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины является ознакомление с принципами и методами цифрового проектирования, овладение умениями и навыками проектирования, необходимыми при участии в проектировании сложных инженерных объектов.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Знаниями, на которых базируется данная дисциплина, являются полученные в бакалавриате знания в области физики, высшей математики и информационных технологий. Знания, полученные в процессе освоения материала по данной дисциплине, используются для выполнения научно-исследовательской работы в семестре и выполнения выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации), а также для последующей профессиональной инженерной деятельности.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-2 [1] – Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	З-УК-2 [1] – Знать: этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами У-УК-2 [1] – Уметь: разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и

	<p>реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</p> <p>В-УК-2 [1] – Владеть: методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта</p>
--	---

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

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
организационно-управленческий			
<ul style="list-style-type: none"> • организация работы коллектива исполнителей, принятие исполнительских решений в условиях спектра мнений, определение порядка выполнения работ; • проведение обследования технического и радиационного состояния; • проведение обследования технического и радиационного состояния • оптимизация эксплуатируемых систем, имеющих на АЭС процедур и численности персонала; • поиск оптимальных решений с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды; • профилактика производственного 	<p>Объекты профессиональной деятельности выпускников согласно ОС НИЯУ МИФИ:</p> <p>атомное ядро, элементарные частицы и плазма, газообразное конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка и технологии применения приборов и установок для разделения изотопных</p>	<p>ПК-1 [1] - Способен планировать и управлять работой производственных и научных коллективов.</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>З-ПК-1[1] - Знать методы управления работой производственных и научных коллективов и современную законодательную и нормативно-правовую базу. ;</p> <p>У-ПК-1[1] - уметь применять методы управления работой производственных и научных коллективов на основе современной законодательной и нормативно-правовой базы.;</p> <p>В-ПК-1[1] - владеть методами управления работой производственных и научных коллективов на основе современной законодательной и нормативно-правовой базы.</p>

<p>травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращения экологических нарушений; • подготовка заявок на патенты, изобретения и промышленные образцы и оценка стоимости объектов интеллектуальной деятельности; • организация в подразделении работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых приборов, их элементов и по разработке проектов стандартов и сертификатов; • организация работы по осуществлению авторского надзора при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых приборов и установок; • поддержка единого информационного пространства планирования и управления предприятием на всех этапах жизненного цикла производимой продукции; • участие в проведении маркетинга и подготовка бизнес-планов выпуска и реализации перспективных и конкурентно способных приборов и установок; • разработка</p>	<p>и молекулярных смесей, а также анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, радиационные технологии в медицине, наноматериалы и нанотехнологии, математические модели для теоретических, экспериментальных и прикладных исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, газообразного и конденсированного состояния вещества, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики. Дополнительно, объектами профессиональной деятельности выпускников по магистерской программе «Технологии вывода из эксплуатации ОИАЭ» являются: ядерные реакторы и</p>		
--	--	--	--

<p>планов и программ организации инновационной деятельности на предприятии, координация работы персонала для комплексного решения инновационных проблем;</p>	<p>энергетические установки; программные комплексы и математические модели для теоретического и расчетно-аналитического исследования явлений и закономерностей в области ядерной энергетики; безопасность объектов и установок атомной промышленности и энергетики; экологический мониторинг окружающей среды, международные стандарты в области ВЭ ОИАЭ, методы демонтажа и дезактивации.</p>		
<p>• организация работы коллектива исполнителей, принятие исполнительских решений в условиях спектра мнений, определение порядка выполнения работ; • проведение обследования технического и радиационного состояния; • проведение обследования технического и радиационного состояния • оптимизация эксплуатируемых систем, имеющих на АЭС процедур и численности персонала; • поиск оптимальных решений</p>	<p>Объекты профессиональной деятельности выпускников согласно ОС НИЯУ МИФИ: атомное ядро, элементарные частицы и плазма, газообразное конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы</p>	<p>ПК-15.1 [1] - Способен выполнить технико-экономические исследования и обоснование выбора варианта вывода из эксплуатации, разработать проектную документацию по выводу из эксплуатации ОИАЭ, подготовить отчет по обоснованию безопасности</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.062</p>	<p>3-ПК-15.1[1] - Знать основные методы технико-экономического анализа, проектную документацию по выводу из эксплуатации ОИАЭ; У-ПК-15.1[1] - Уметь проводить проводить технико-экономического анализ, подготавливать проектную документацию по выводу из эксплуатации ОИАЭ; В-ПК-15.1[1] - Владеть математическими методами для проведения технико-экономического</p>

<p>с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды; • профилактика производственного травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращения экологических нарушений; • подготовка заявок на патенты, изобретения и промышленные образцы и оценка стоимости объектов интеллектуальной деятельности; • организация в подразделении работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых приборов, их элементов и по разработке проектов стандартов и сертификатов; • организация работы по осуществлению авторского надзора при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых приборов и установок; • поддержка единого информационного пространства планирования и управления предприятием на всех этапах жизненного цикла производимой продукции; • участие в</p>	<p>автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка и технологии применения приборов и установок для разделения изотопных и молекулярных смесей, а также анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, радиационные технологии в медицине, наноматериалы и нанотехнологии, математические модели для теоретических, экспериментальных и прикладных исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, газообразного и конденсированного состояния вещества, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики. Дополнительно, объектами</p>		<p>анализа и методами расчета радиационных полей.</p>
---	--	--	---

<p>проведении маркетинга и подготовка бизнес-планов выпуска и реализации перспективных и конкурентно способных приборов и установок; • разработка планов и программ организации инновационной деятельности на предприятии, координация работы персонала для комплексного решения инновационных проблем;</p>	<p>профессиональной деятельности выпускников по магистерской программе «Технологии вывода из эксплуатации ОИАЭ» являются: ядерные реакторы и энергетические установки; программные комплексы и математические модели для теоретического и расчетно-аналитического исследования явлений и закономерностей в области ядерной энергетики; безопасность объектов и установок атомной промышленности и энергетики; экологический мониторинг окружающей среды, международные стандарты в области ВЭ ОИАЭ, методы демонтажа и дезактивации.</p>		
<p>научно- исследовательский</p>			
<p>• разработка расчетных моделей и программных комплексов для проектирования в области вывода эксплуатации ОИАЭ; • создание и применение баз данных и систем для проведения экспериментальных исследований, направленных на обеспечение целостности цифровых моделей ядерных</p>	<p>Объекты профессиональной деятельности выпускников согласно ОС НИЯУ МИФИ: атомное ядро, элементарные частицы и плазма, газообразное конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и</p>	<p>ПК-4 [1] - Способен самостоятельно выполнять экспериментальные и теоретические исследования для решения научных и производственных задач</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>З-ПК-4[1] - Знать: цели и задачи проводимых исследований; основные методы и средства проведения экспериментальных и теоретических исследований; методы и средства математической обработки результатов экспериментальных данных ; У-ПК-4[1] - Уметь:</p>

<p>установок и их элементов; • разработка методов регистрации ионизирующих и электромагнитных излучений и методов измерения количественных характеристик ядерных материалов; • создание математических моделей, описывающих процессы в ядерных реакторах; • разработка в области теории автоматического управления реакторами и другими физическими установками; • разработка методов повышения безопасности ядерных и лазерных установок, материалов и технологий; • разработка теоретических моделей прохождения излучения через вещество, воздействия ионизирующего, лазерного и электромагнитного излучений на человека и объекты окружающей среды, новых методов в лучевой диагностике и терапии; • разработка новых теоретических подходов и принципов дизайна материалов с заданными свойствами, разработки новых высокоэффективных технологий получения современных ядерных, конструкционных</p>	<p>системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка и технологии применения приборов и установок для разделения изотопных и молекулярных смесей, а также анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, радиационные технологии в медицине, наноматериалы и нанотехнологии, математические модели для теоретических, экспериментальных и прикладных исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, газообразного и конденсированного состояния вещества, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический</p>		<p>применять методы проведения экспериментов; использовать математические методы обработки результатов исследований и их обобщения; оформлять результаты научно-исследовательских работ; В-ПК-4[1] - Владеть: навыками самостоятельного выполнения экспериментальных и теоретических исследования для решения научных и производственных задач</p>
--	--	--	--

<p>материалов и наноматериалов;</p>	<p>мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики. Дополнительно, объектами профессиональной деятельности выпускников по магистерской программе «Технологии вывода из эксплуатации ОИАЭ» являются: ядерные реакторы и энергетические установки; программные комплексы и математические модели для теоретического и расчетно-аналитического исследования явлений и закономерностей в области ядерной энергетики; безопасность объектов и установок атомной промышленности и энергетики; экологический мониторинг окружающей среды, международные стандарты в области ВЭ ОИАЭ, методы демонтажа и дезактивации.</p>		
<p>производственно-технологический</p>			
<p>• разработка системы (подсистемы) менеджмента качества на этапе вывода из эксплуатации; • разработка проектной</p>	<p>Объекты профессиональной деятельности выпускников согласно ОС НИЯУ МИФИ: атомное ядро,</p>	<p>ПК-10 [1] - Способен решать инженерно-физические и экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ</p>	<p>З-ПК-10[1] - Знать основные пакеты прикладных программ для решения инженерно-физических и</p>

<p>документации по выводу из эксплуатации; • технико-экономические исследования и обоснования вариантов вывода из эксплуатации. Выбор варианта ВЭ; • разработка проектов производства работ по демонтажу, включая особо сложные ППР; • разработка новых технологий по обращению с радиоактивными материалами и облученным топливом; • разработка и проектирование установок и проборов для проведения КИРО и работ по демонтажу оборудования; • разработка технологии получения новых видов материалов для ядерной энергетики; • разработка ядерных установок и технологий, обладающих высокой эффективностью, безопасностью и защищенностью; • разработка современных методов сбора и обработки информации.</p>	<p>элементарные частицы и плазма, газообразное конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схмотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка и технологии применения приборов и установок для разделения изотопных и молекулярных смесей, а также анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, радиационные технологии в медицине, наноматериалы и нанотехнологии, математические модели для теоретических, экспериментальных и прикладных исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы,</p>	<p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>экономических задач ; У-ПК-10[1] - Уметь осуществлять подбор прикладных программ для решения конкретных инженерно-физических и экономических задач; В-ПК-10[1] - Владеть навыками работы с прикладными программами для решения инженерно-физических и экономических задач</p>
--	--	--	--

	<p>газообразного и конденсированного состояния вещества, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики.</p> <p>Дополнительно, объектами профессиональной деятельности выпускников по магистерской программе «Технологии вывода из эксплуатации ОИАЭ» являются:</p> <p>ядерные реакторы и энергетические установки;</p> <p>программные комплексы и математические модели для теоретического и расчетно-аналитического исследования явлений и закономерностей в области ядерной энергетики;</p> <p>безопасность объектов и установок атомной промышленности и энергетики;</p> <p>экологический мониторинг окружающей среды, международные стандарты в области</p>		
--	---	--	--

	ВЭ ОИАЭ, методы демонтажа и дезактивации.		
<ul style="list-style-type: none"> • разработка системы (подсистемы) менеджмента качества на этапе вывода из эксплуатации; • разработка проектной документации по выводу из эксплуатации; • технико-экономические исследования и обоснования вариантов вывода из эксплуатации. Выбор варианта ВЭ; • разработка проектов производства работ по демонтажу, включая особо сложные ППР; • разработка новых технологий по обращению с радиоактивными материалами и облученным топливом; • разработка и проектирование установок и проборов для проведения КИРО и работ по демонтажу оборудования; • разработка технологии получения новых видов материалов для ядерной энергетики; • разработка ядерных установок и технологий, обладающих высокой эффективностью, безопасностью и защищенностью; • разработка современных методов сбора и обработки информации. 	<p>Объекты профессиональной деятельности выпускников согласно ОС НИЯУ МИФИ:</p> <p>атомное ядро, элементарные частицы и плазма, газообразное конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схмотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка и технологии применения приборов и установок для разделения изотопных и молекулярных смесей, а также анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, радиационные технологии в медицине, наноматериалы и нанотехнологии,</p>	<p>ПК-15.3 [1] - Способен разработать схемы обращения с ОЯТ и РАО и обосновать выбор, поставку, монтаж и ввод в эксплуатацию технологических цепочек по обращению с РАО</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.062</p>	<p>З-ПК-15.3[1] - Знать классификацию РАО и ОЯТ.;</p> <p>У-ПК-15.3[1] - Уметь обосновать выбор, поставку, монтаж и ввод в эксплуатацию технологических цепочек по обращению с РАО;</p> <p>В-ПК-15.3[1] - Владеть навыками обращения с РАО и ОЯТ.</p>

	<p>математические модели для теоретических, экспериментальных и прикладных исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, газообразного и конденсированного состояния вещества, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики.</p> <p>Дополнительно, объектами профессиональной деятельности выпускников по магистерской программе «Технологии вывода из эксплуатации ОИАЭ» являются: ядерные реакторы и энергетические установки; программные комплексы и математические модели для теоретического и расчетно-аналитического исследования явлений и закономерностей в области ядерной энергетики; безопасность</p>		
--	--	--	--

	<p>объектов и установок атомной промышленности и энергетики; экологический мониторинг окружающей среды, международные стандарты в области ВЭ ОИАЭ, методы демонтажа и дезактивации.</p>		
	экспертный		
<p>• анализ технических и расчетно-теоретических разработок, учет их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии и безопасности и другим нормативным актам; • оценка соответствия предлагаемого решения достигнутому мировому уровню;</p>	<p>Объекты профессиональной деятельности выпускников согласно ОС НИЯУ МИФИ: атомное ядро, элементарные частицы и плазма, газообразное конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка и технологии применения приборов и установок для разделения изотопных и молекулярных смесей, а также анализа веществ, радиационное</p>	<p>ПК-11 [1] - Способен к анализу технических и расчетно-теоретических разработок, к учету их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>З-ПК-11[1] - Знать законодательные и нормативные акты регулирующие деятельность в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности ; У-ПК-11[1] - Уметь проводить анализ технических и расчетно-теоретических разработок с учетом их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам; В-ПК-11[1] - владеть методами анализа технических и расчетно-теоретических разработок, и учета их соответствия требованиям законов в области промышленности,</p>

	<p>воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, радиационные технологии в медицине, наноматериалы и нанотехнологии, математические модели для теоретических, экспериментальных и прикладных исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, газообразного и конденсированного состояния вещества, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики. Дополнительно, объектами профессиональной деятельности выпускников по магистерской программе «Технологии вывода из эксплуатации ОИАЭ» являются: ядерные реакторы и энергетические установки; программные комплексы и</p>		<p>экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам</p>
--	---	--	--

	<p>математические модели для теоретического и расчетно-аналитического исследования явлений и закономерностей в области ядерной энергетики; безопасность объектов и установок атомной промышленности и энергетики; экологический мониторинг окружающей среды, международные стандарты в области ВЭ ОИАЭ, методы демонтажа и дезактивации.</p>		
<p>• анализ технических и расчетно-теоретических разработок, учет их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии и безопасности и другим нормативным актам; • оценка соответствия предлагаемого решения достигнутому мировому уровню;</p>	<p>Объекты профессиональной деятельности выпускников согласно ОС НИЯУ МИФИ: атомное ядро, элементарные частицы и плазма, газообразное конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками,</p>	<p>ПК-12 [1] - Способен объективно оценить предлагаемое решение или проект по отношению к современному мировому уровню, подготовить экспертное заключение</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>3-ПК-12[1] - Знать основные критерии оценки предлагаемого решения или проекта по отношению к современному мировому уровню ; У-ПК-12[1] - Уметь оценивать предлагаемые решения на соответствие современному мировому уровню, подготовить экспертное заключение; В-ПК-12[1] - Владеть навыками подготовки экспертных заключений по предлагаемым проектам</p>

	<p>разработка и технологии применения приборов и установок для разделения изотопных и молекулярных смесей, а также анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, радиационные технологии в медицине, наноматериалы и нанотехнологии, математические модели для теоретических, экспериментальных и прикладных исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, газообразного и конденсированного состояния вещества, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики. Дополнительно, объектами профессиональной деятельности выпускников по магистерской</p>		
--	---	--	--

	<p>программе «Технологии вывода из эксплуатации ОИАЭ» являются: ядерные реакторы и энергетические установки; программные комплексы и математические модели для теоретического и расчетно-аналитического исследования явлений и закономерностей в области ядерной энергетики; безопасность объектов и установок атомной промышленности и энергетики; экологический мониторинг окружающей среды, международные стандарты в области ВЭ ОИАЭ, методы демонтажа и дезактивации.</p>		
<p>инновационный</p>			
<p>• оценка инновационного потенциала новой продукции для высокотехнологичных отраслей экономики; • участие в создании перспективных наукоемких технологий.</p>	<p>Объекты профессиональной деятельности выпускников согласно ОС НИЯУ МИФИ: атомное ядро, элементарные частицы и плазма, газообразное конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц,</p>	<p>ПК-13 [1] - Способен проектировать, создавать и внедрять новые продукты и системы и применять теоретические знания в реальной инженерной практике</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>З-ПК-13[1] - Знать математические методы и компьютерные технологии, необходимые для проектирования и разработки программного обеспечения для инженерного анализа инновационных продуктов. ; У-ПК-13[1] - Уметь разрабатывать и тестировать программное обеспечение для инженерного</p>

	<p>современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка и технологии применения приборов и установок для разделения изотопных и молекулярных смесей, а также анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, радиационные технологии в медицине, наноматериалы и нанотехнологии, математические модели для теоретических, экспериментальных и прикладных исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, газообразного и конденсированного состояния вещества, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных</p>		<p>анализа инновационных продуктов.; В-ПК-13[1] - владеть навыками разработки и тестирования программного обеспечения для инженерного анализа инновационных продуктов.</p>
--	---	--	--

	<p>материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики. Дополнительно, объектами профессиональной деятельности выпускников по магистерской программе «Технологии вывода из эксплуатации ОИАЭ» являются: ядерные реакторы и энергетические установки; программные комплексы и математические модели для теоретического и расчетно-аналитического исследования явлений и закономерностей в области ядерной энергетики; безопасность объектов и установок атомной промышленности и энергетики; экологический мониторинг окружающей среды, международные стандарты в области ВЭ ОИАЭ, методы демонтажа и дезактивации.</p>		
--	--	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>2 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	16/14/0		25	КИ-8	3-ПК-1, У-ПК-1, У-ПК-10, В-ПК-10
2	Второй раздел	9-15	16/14/0		25	КИ-15	3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-12
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		32/28/0		50		
	Контрольные мероприятия за 2 Семестр				50	3, КП	В-ПК-15.1, В-ПК-1, 3-ПК-10, У-ПК-12, В-ПК-12, В-ПК-15.1, 3-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-10,

							3-ПК-13, У-ПК-13, 3-ПК-15.1, У-ПК-15.1
	<i>3 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	8/14/0		25	КИ-8	3-ПК-15.3, 3-УК-2, У-УК-2
2	Второй раздел	9-16	8/14/0		25	КИ-16	В-ПК-13, У-ПК-15.1, В-ПК-15.1
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		16/28/0		50		
	Контрольные мероприятия за 3 Семестр				50	Э, КП	У-ПК-4, У-ПК-15.3, В-ПК-15.3, В-УК-2, У-ПК-15.1

* – сокращенное наименование формы контроля

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

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет
Э	Экзамен

КП	Курсовой проект
----	-----------------

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел и	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем. , час.	Лаб., час.
	<i>2 Семестр</i>	32	28	0
1-8	Первый раздел	16	14	0
1 - 4	АЭС как сложный инженерный объект Лекции: АЭС как сложный инженерный объект. Основные составляющие АЭС, их назначения, устройство, функционирование. Функционально-балансовая модель АЭС. Промплощадка АЭС. Компоновка основных зданий, сооружений и технологических коммуникаций на промплощадки АЭС. Реакторное отделение (расположение, компоновка, функции). Турбинное отделение (расположение, компоновка, функции). Главная электрическая схема, электроснабжения собственных нужд, система резервного электропитания. Обращение с ядерным топливом и радиоактивными отходами. Системы безопасности АЭС. Вспомогательные и обеспечивающие системы АЭС. Семинары: Коллективная работа над комплексным проектом в Autodesk revit. Единое пространство проектирования при групповой работе в Autodesk revit. Раздел зон проектирования участников проектной группы. Организация взаимодействия участников проектной группы. Устранение коллизий и несоответствий проектных решений в групповом проекте. Планировочные решения и обосновывающие расчёты технологических систем. Требования к планировке при цифровом проектировании. Общие планировочные решения, критерии оптимизации. Расчёт системы теплоснабжения СИО. Расчёт системы водоснабжения и водоотведения СИО. Расчёт системы вентиляции и водоотведения СИО. Расчёт силового электроснабжения СИО.	Всего аудиторных часов		
		8	7	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 8	Понятие сложного инженерного объекта. Информационные модели и цифровые двойники сложных инженерных объектов. Цифровое проектирование и BIM-технология проектирования. Базовые приемы и навыки работы Лекции: Жизненный цикл сложных инженерных объектов. Основные понятия и определения. Этапы жизненного цикла: предпроектный этап, этап проектирования, этап сооружение и ввода в эксплуатацию, этап нормальной эксплуатации, этап вывода из эксплуатации и утилизации. Под этапы основных этапов. Структура информационных	Всего аудиторных часов		
		8	7	0
		Онлайн		
		0	0	0

	<p>моделей и цифровых двойников на разных этапах жизненного цикла сложного инженерного объекта.</p> <p>Цифровая трансформация инженерной деятельности, ее особенности для различных этапов жизненного цикла.</p> <p>Цифровой инструментарий, используемый на различных этапах жизненного цикла.</p> <p>Семинары:</p> <p>Индивидуальная работа проектировщика в Autodesk revit.</p> <p>Цифровое проектирование трубопроводов технологических инженерных систем (водоснабжение, водоотведение, теплоснабжение). Цифровое проектирование открытых газораспределительных систем (вентиляция и кондиционирование). Цифровое проектирование электрических систем и сетей (силовые электрические цепи и слаботочные электрические системы).</p>			
9-15	Второй раздел	16	14	0
9 - 12	<p>Организация работы с цифровым двойником сложного инженерного объекта на протяжении полного жизненного цикла. Цифровой инструментарий.</p> <p>Лекции:</p> <p>Организация работ на предпроектной стадии. Выработка принципиальных технических решений и подготовка концептуального проекта СИО. Понятия сетевого планирования на разных стадиях жизненный цикл инженерного объекта. Программа работ и плана производства работ, увязка с сетевыми графиками и системами визуализации.</p> <p>Семинары:</p> <p>Выбор объекта проектирования. Анализ функционального назначения, принципиальных технических решений, создания концептуального проекта СИО производственного назначения.</p> <p>Организация практического проектирования модельного сложного инженерного объекта производственного назначения</p> <p>Лекции:</p> <p>Организация работ при цифровом проектировании сложного инженерного объекта на проектной стадии. Бизнес-процессы при проектировании и сооружении СИО. Реализация бизнес-процессов использованием цифрового инструментария.</p> <p>Семинары:</p> <p>Разработка цифрового проекта сложного инженерного объекта производственного назначения в режиме работы проектной группы всё специализации участников.</p>	Всего аудиторных часов		
		8	7	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 15	<p>Комплексное цифровое проектирование сложного инженерного объекта. Цифровой инструментарий работы с цифровыми двойниками сложных инженерных объектов на различных стадиях жизненного цикла.</p> <p>Лекции:</p>	Всего аудиторных часов		
		8	7	0
		Онлайн		
		0	0	0

	<p>Организация работ при комплексном проектировании сложного инженерного объекта проектной группой. Специализация членов проектной группы. ГИП проекта. Этапы проектирования. Структура проекта. Структура данных при проектировании по BIM- технологии. Виды проектной документации. Генерация твердых копий проектной документации из систем цифрового проектирования. Специализированные цифровые инструменты при работе с информационной моделью, цифровым двойником и и цифровым проектом на разных стадиях жизненного цикла сложного инженерного объекта. Вендоры и продукты на мировом рынке работы с цифровыми двойниками сложных инженерных объектов. Семинары:</p> <p>Проектирование общеинженерных систем СИО с использованием системы цифрового проектирования Autodesk revit. Цифровое проектирование общих инженерных систем здания в режиме коллективной работы над проектом. Проектирование систем в разделенном режиме (система теплоснабжения, система водоснабжения и водоотведения, системы вентиляции и кондиционирования, система силового электроснабжения). Проектирование взаимодействия элементов различных инженерных систем в едином BIM проекте. Выявление коллизий и несоответствий инженерных систем при формировании единого проекта. Устранение коллизий и несоответствий инженерных систем при формировании единого проекта. Генерация отчетов и твердых копий проектные документации из цифрового BIM- проекта.</p>			
	<i>3 Семестр</i>	16	28	0
1-8	Первый раздел	8	14	0
1 - 8	<p>Реверсивное проектирование</p> <p>Лекции:</p> <p>Реверсивное проектирование действующих СИО. Понятие реверсивного проектирования. Целевые эффекты реверсивного проектирования. Создание цифровых моделей и цифровых двойников функционирующих инженерных объектов. Организация процесса сбора информации для целей реверсивного проектирования. Организация инженерного обследования функционирующих СИО. Выявление несоответствий архивной проектной документации и результатов обследования. Разработка BIM- проекта существующего СИО по данным твердой копии проектной документации и обследований. Анализ цифрового проекта по результатам реверсивного проектирования по целевым критериям.</p> <p>Семинары:</p> <p>Ознакомление с объектом реверсивного проектирования. Стадия жизненного цикла, целевые установки и эффекты на реверсивное проектирование. Подбор источников</p>	Всего аудиторных часов		
		8	14	0
		Онлайн		
		0	0	0

	данных для цифрового реверсивного проектирования. Анализ архивных данных. Осмотры и инженерные обследования объекта реверсивного проектирования. Выбор принципиальной схемы реверсивного цифрового проектирования. Декомпозиция сложного инженерного объекта для целей реверсивного цифрового проектирования. Создание общего пространство цифрового проекта в соответствии целями реверсивного проектирования. Выбор организации проектной группы и специализация и её членов. Проектирование инженерных систем СИО по выбранной схеме. Организация интеграция инженерных систем. Выявление коллизий и несоответствий в проекте. Анализ соответствия цифрового проекта из существующего объекта.			
9-16	Второй раздел	8	14	0
9 - 16	Информационное моделирование сложного инженерного объекта на жизненном цикле на базе комплексного BIM-проекта Технологии совмещения графиков сооружения и монтажа оборудования с BIM проектом. Визуализация процессов строительства и монтажа оборудования сложного инженерного объекта. Задача строительного контроля в ходе сооружения сложного инженерного объекта. Умная стройплощадка.	Всего аудиторных часов		
		8	14	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

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

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекции читаются преподавателем на основе презентаций PowerPoint, которые демонстрируются при помощи проектора. Практические занятия проводятся на базе персональных компьютеров (1 компьютер на каждого студента), оснащенных программным обеспечением BIM (зарубежных производителей – Autodesk, отечественных производителей T-Flex, Renga, АСКОН).

Для улучшения усвоения студентом разделов данного курса и повышения качества его обучения, задания носят как индивидуальный, так и групповой характер.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)	Аттестационное мероприятие (КП 2)
ПК-1	З-ПК-1	КИ-8	
	У-ПК-1	КИ-8	
	В-ПК-1	КП	
ПК-10	З-ПК-10	З, КП	
	У-ПК-10	КИ-8	
	В-ПК-10	КИ-8	
ПК-11	З-ПК-11	КИ-15	
	У-ПК-11	КИ-15	
	В-ПК-11	КИ-15	
ПК-12	З-ПК-12	КИ-15	
	У-ПК-12	КП	
	В-ПК-12	КП	
ПК-13	З-ПК-13	З	
	У-ПК-13	З	
	В-ПК-13		КИ-16
ПК-15.1	З-ПК-15.1	З	
	У-ПК-15.1	З	КП, КИ-16
	В-ПК-15.1	З, КП	КИ-16
ПК-15.3	З-ПК-15.3		КИ-8
	У-ПК-15.3		Э
	В-ПК-15.3		Э
ПК-4	З-ПК-4	З	
	У-ПК-4		Э
	В-ПК-4	З	
УК-2	З-УК-2		КИ-8
	У-УК-2		КИ-8
	В-УК-2		Э

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»	В	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		С	
70-74		Д	
65-69	3 – «удовлетворительно»	Е	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»	Ф	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ О-60 Архитектурно-строительное проектирование : Учебник и практикум для вузов, Москва: Юрайт, 2021
2. ЭИ А 64 Инженерная и компьютерная графика : Учебник и практикум для вузов, Москва: Юрайт, 2021
3. ЭИ Т 16 Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий : учебное пособие, Москва: ДМК Пресс, 2011
4. ЭИ А 64 Основы архитектуры и строительных конструкций: термины и определения : учебное пособие для вузов, Москва: Юрайт, 2021
5. ЭИ Т 38 Технология BIM для архитекторов: Autodesk Revit Architercute 2010. Официальный учебный курс : , Москва: ДМК Пресс, 2010

6. ЭИ Т 16 Технология BIM: суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий : учебное пособие, Москва: ДМК Пресс, 2015

7. ЭИ А 90 Управление архитектурно-строительными проектами в современных условиях : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2021

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Успешное освоение дисциплины требует от студентов посещения лекций, активной работы во время практических занятий, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с базовыми учебниками, основной и дополнительной литературой, а также предполагает творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

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

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

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

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Целью работы преподавателя должно быть эффективное восприятие материала слушателями.

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

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

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

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

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

Автор(ы):

Жабицкий Михаил Георгиевич