

ВЫСШАЯ ИНЖИНИРИНГОВАЯ ШКОЛА

ОДОБРЕНО УМС ВИШ

Протокол № 132/15-12-22

от 15.12.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**ЦИФРОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ И ЦИФРОВОЕ
КОНСТРУИРОВАНИЕ**

Направление подготовки
(специальность)

[1] 09.04.02 Информационные системы 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, экз./защ./КР/КП
2	2	72	30	30	0	12	0	3 КП
3	3	108	4	12	0	56	0	Э КП
Итого	5	180	34	42	0	68	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-1 [1] – Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	З-УК-1 [1] – Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации У-УК-1 [1] – Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации

	В-УК-1 [1] – Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий
УКЦ-2 [1] – Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования	3-УКЦ-2 [1] – Знать основные цифровые платформы, технологи и интернет ресурсы используемые при онлайн обучении У-УКЦ-2 [1] – Уметь использовать различные цифровые технологии для организации обучения В-УКЦ-2 [1] – Владеть навыками самообучения, самоактуализации и саморазвития с использованием различных цифровых технологий

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
производственно-технологический			
Проектирование, создание, тестирование, внедрение и сопровождение информационных систем и цифровых платформенных решений управления процессами проектирования, моделирования на основе данными в сферах цифрового инжиниринга в высокотехнологичных отраслях экономики. Реализация сквозных цифровых технологий в производственно-технологической деятельности в сферах связи, информационных и коммуникационных технологий , включая : - цифрового проектирования,	Процессы проектирования, внедрения и сопровождения информационных систем.	ПК-2.2 [1] - Способен разрабатывать проектные решения в соответствии с нормативными требованиями с применением цифровых продуктов инженерной деятельности <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.097	3-ПК-2.2[1] - Знать подходы к построению современных систем анализа данных инжиниринговых компаний и промышленных холдингов с помощью методов машинного и глубокого обучения. ; У-ПК-2.2[1] - Уметь разрабатывать проектные решения в соответствии с нормативными требованиями с применением цифровых продуктов инженерной деятельности; В-ПК-2.2[1] - Владеть современными понятиями о стандартах в управлении проектами.

<p>создания цифровых двойников инженерных объектов и инженерно-организационных систем; - математического моделирования инженерных объектов и инженерно-организационных систем; - управления жизненным циклом изделия и продуктов на базе цифровых технологий; - иных сквозных технологий цифровой трансформации (искусственного интеллекта, VR-AR, промышленного интернета вещей, облачных вычислений и др.)</p>			
научно-исследовательский			
<p>Выполнение исследований и разработок по цифровому моделированию инженерных, природных, информационных и управленческих систем. Анализ ситуации и предсказание ее развития на основании цифровых моделей и анализа данных в областях изучения информационных систем, систем связи, информационных и коммуникационных технологий, а также цифрового инжиниринга в высокотехнологичных отраслях экономики.</p>	<p>Продукты и программные пакеты по цифровому моделированию, структуры данных модели, цифровые модели</p>	<p>ПК-3 [1] - Способен осуществлять моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.057</p>	<p>З-ПК-3[1] - Знать: современные методы моделирования процессов и объектов с применением стандартных пакетов для проведения исследований и проектирования. ; У-ПК-3[1] - Уметь: применять знания в области интеллектуального анализа данных, геоинформационных систем и технологий, параллельных и многопоточных вычислений с использованием стандартных.; В-ПК-3[1] - Владеть: методами моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов для</p>

			проведения исследований автоматизированного проектирования.
Разработка методов и методик научных исследований в сферах информационных и цифровых технологий и цифрового инжиниринга.	Методы и методики научных исследований в сфере цифровых технологий, планы и программы НИР в сфере цифровых технологий	ПК-6 [1] - Способен к восприятию и использованию новейших достижений в области информационных систем и технологий <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.015	3-ПК-6[1] - Знать: новейшие достижения в области информационных систем и технологий, информационных сетей нового поколения, общественных сервисов информационной безопасности, технологии распределенных реестров. ; У-ПК-6[1] - Уметь: эффективно воспринимать и использовать новейшие достижения в области ИСТ в профессиональной деятельности.; В-ПК-6[1] - Владеть: навыками адаптации новейших достижений в области ИСТ к использованию в профессиональной деятельности.

4. 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>2 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	15/15/0		25	КИ-8	3-ПК-2.2, У-ПК-3, У-

							ПК-6
2	Второй раздел	9-15	15/15/0		25	КИ-15	3-УК-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		30/30/0		50		
	Контрольные мероприятия за 2 Семестр				50	3, КП	В-ПК-6, В-УК-1, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2, У-ПК-3
	<i>3 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	4/8/0		25	КИ-8	У-ПК-2.2, В-ПК-2.2, У-ПК-6
2	Второй раздел	9-16	0/4/0		25	КИ-16	3-ПК-3, У-ПК-3
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		4/12/0		50		
	Контрольные мероприятия за 3 Семестр				50	Э, КП	У-ПК-3, 3-ПК-6, В-ПК-6, У-УК-1, В-УК-1, 3-ПК-3, У-

							ПК-3, В- ПК-3
--	--	--	--	--	--	--	---------------------

* – 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

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>2 Семестр</i>	30	30	0
1-8	Первый раздел	15	15	0
1 - 8	Комплексное цифровое проектирование сложного инженерного объекта. Цифровой инструментарий работы с цифровыми двойниками сложных инженерных объектов на различных стадиях жизненного цикла. Лекции: 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: 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	Всего аудиторных часов		
		15	15	0
		Онлайн		
		0	0	0

	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 проектной документации из цифрового BIM-проекта.			
9-15	Второй раздел	15	15	0
9 - 15	Организация работы с цифровым двойником сложного инженерного объекта на протяжении полного жизненного цикла. Цифровой инструментарий. Лекции: Организация работ на предпроектной стадии. Выработка принципиальных технических решений и подготовка концептуального проекта СИО. Понятия сетевого планирования на разных стадиях жизненного цикла инженерного объекта. Программа работ и плана производства работ, увязка с сетевыми графиками и системами визуализации. Семинары: Выбор объекта проектирования. Анализ функционального назначения, принципиальных технических решений, создания концептуального проекта СИО производственного назначения. Организация практического проектирования модельного сложного инженерного объекта производственного назначения Лекции: Организация работ при цифровом проектировании сложного инженерного объекта на проектной стадии. Бизнес-процессы при проектировании и сооружении СИО. Реализация бизнес-процессов использованием цифрового инструментария. Семинары: Разработка цифрового проекта сложного инженерного объекта производственного назначения в режиме работы проектной группы все специализации участников.	Всего аудиторных часов		
		15	15	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<i>3 Семестр</i>	4	12	0
1-8	Первый раздел	4	8	0
1 - 8	Реверсивное проектирование Лекции: 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	Всего аудиторных часов		
		4	8	0
		Онлайн		
		0	0	0

	СИО по данным твердой копии проектной документации и обследований. Анализ цифрового проекта по результатам реверсивного проектирования по целевым критериям. Семинары: Ознакомление с объектом реверсивного проектирования. Стадия жизненного цикла, целевые установки и эффекты на реверсивное проектирование. Подбор источников 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	0	4	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		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозна чение	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 ВМ (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-2.2	З-ПК-2.2	КИ-8	
	У-ПК-2.2	КП	КИ-8
	В-ПК-2.2	КП	КИ-8
ПК-3	З-ПК-3		КП, КИ-16
	У-ПК-3	КП, КИ-8	КП, Э, КИ-16
	В-ПК-3		КП
ПК-6	З-ПК-6		Э
	У-ПК-6	КИ-8	КИ-8
	В-ПК-6	З	Э
УК-1	З-УК-1	КИ-15	
	У-УК-1		Э
	В-УК-1	З	Э
УКЦ-2	З-УКЦ-2	КИ-15	
	У-УКЦ-2	КИ-15	
	В-УКЦ-2	КИ-15	

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»	А	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. 004 Г 85 Интернет вещей: будущее уже здесь : пер. с англ., М.: Точка, 2017
2. ЭИ Т 16 Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий : учебное пособие, Москва: ДМК Пресс, 2011
3. ЭИ К 65 Основы компьютерных цифровых технологий машиностроения : учебник, Санкт-Петербург: Лань, 2019
4. ЭИ З-55 Основы проектной деятельности : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2020
5. ЭИ Т 16 Технология BIM: суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий : учебное пособие, Москва: ДМК Пресс, 2015
6. 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