

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА КОМПЬЮТЕРНОГО ИНЖЕНЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ИНЖЕНЕРНОЕ КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В АТОМНОЙ ОТРАСЛИ

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, экз./зач./КР/КП
1	6	216	50	90	0		40	0	Э
Итого	6	216	50	90	0	64	40	0	

АННОТАЦИЯ

Цель дисциплины:

подготовка студента к самостоятельной работе с активным использованием трехмерной твердотельной технологии поддержки жизненного цикла изделия в атомной энергетике.

обучение студентов теории и практическим навыкам программирования на C++ и параллельного программирования, а также решения фундаментальных и прикладных задач науки и техники с помощью современных суперкомпьютерных систем.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Задачами дисциплины является:

- формирование умений и навыков при использовании трехмерных твердотельных технологий, применяемых в отрасли.
- формирование у студентов базовых знаний в области теории и практики программирования на C++ и параллельного программирования для современных компьютерных и суперкомпьютерных систем;
- овладение студентами принципами и навыками создания параллельных алгоритмов и программ любого уровня сложности, ориентированных на научно-технические приложения, в том числе в области вычислительной гидродинамики и теплофизики;
- практическое применение студентами полученных знаний при выполнении выпускных работ на степень магистра.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная программа соответствует требованиям образовательного стандарта высшего образования национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» по направлению 14.04.02 - Ядерные физика и технологии, «Профессиональный модуль»

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
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, технологии 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
инновационный			
Исследования и разработки, направленные на создание новой технологической платформы атомной энергетики, расчетное сопровождение энергетического оборудования, обоснование ядерной и радиационной безопасности объектов использования атомной энергии.	Ядерные энерготехнологии нового поколения; функциональные и конструкционные материалы ядерных реакторов; программные комплексы и математические модели для теоретического и расчетно-аналитического анализа безопасности АЭС, объекты использования атомной энергии и ядерного наследия, в части научно-технического и организационно-правового обоснования и обеспечения безопасности.	ПК-6.3 [1] - Способен к самостоятельному решению вопросов, связанных с разработкой и применением современных методов измерений и контроля параметров напряженно-деформированного состояния материалов и элементов конструкций ядерных энергетических установок. <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	3-ПК-6.3[1] - Знать структуру и основные положения нормативно-правовых и нормативно-технических документов Российской Федерации, определяющих требования к выбору конструкционных материалов и оценке их работоспособности при различных условиях эксплуатации в составе ядерных установок и других объектов использования атомной энергии.; У-ПК-6.3[1] - Уметь объяснить границы применимости основных конструкционных материалов при различных видах внешних воздействий.; В-ПК-6.3[1] - Владеть методами анализа результатов диагностики и контроля сварных соединений для принятия решения о их работоспособности.

Исследования и разработки, направленные на создание новой технологической платформы атомной энергетики, расчетное сопровождение энергетического оборудования, обоснование ядерной и радиационной безопасности объектов использования атомной энергии.	Ядерные энерготехнологии нового поколения; функциональные и конструкционные материалы ядерных реакторов; программные комплексы и математические модели для теоретического и расчетно-аналитического анализа безопасности АЭС, объекты использования атомной энергии и ядерного наследия, в части научно-технического и организационно-правового обоснования и обеспечения безопасности.	ПК-6.4 [1] - Способен освоить специальные знания и практические навыки в области регулирования и обоснования безопасности объектов использования атомной энергии и ядерного наследия. <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	З-ПК-6.4[1] - Знать основы государственной политики Российской Федерации в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности.; У-ПК-6.4[1] - Уметь делать анализ объектов использования атомной энергии и ядерного наследия, в части научно-технического и организационно-правового обоснования и обеспечения безопасности.; В-ПК-6.4[1] - Владеть компетенциями связанными с содействием в реализации международных обязательств Российской Федерации по формированию инфраструктуры регулирования безопасности в странах, выступающих заказчиками сооружения АЭС по российским проектам, в части формирования и развития компетенций персоналом национальных органов регулирования безопасности при использовании атомной энергии и их организаций научно-технической поддержки.
--	--	---	---

Исследования и разработки, направленные на создание новой технологической платформы атомной энергетики, расчетное сопровождение энергетического оборудования, обоснование ядерной и радиационной безопасности объектов использования атомной энергии.	Ядерные энерготехнологии нового поколения; функциональные и конструкционные материалы ядерных реакторов; программные комплексы и математические модели для теоретического и расчетно-аналитического анализа безопасности АЭС, объекты использования атомной энергии и ядерного наследия, в части научно-технического и организационно-правового обоснования и обеспечения безопасности.	ПК-13 [1] - Способен проектировать, создавать и внедрять новые продукты и системы и применять теоретические знания в реальной инженерной практике <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	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 анализа инновационных продуктов.; В-ПК-13[1] - владеть навыками разработки и тестирования программного обеспечения для инженерного анализа инновационных продуктов.
---	---	---	--

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>1 Семестр</i>						
1	0	1-8	25/45/0	КИ-8 (25)	25	КИ-8	З-ПК-6.3, У-ПК-6.3, В-ПК-6.3, З-ПК-6.4, У-ПК-6.4, В-ПК-6.4, З-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13, З-УКЦ-2,

							У-УКЦ-2, В-УКЦ-2
2	Создание сборок. Черчение и чертежные образцы. Связи и параметры. Поведенческое моделирование. Создание поверхностей свободной формы STYLE. Логика и архитектура вычислительных сред. Введение в параллельные вычисления. Принципы разработки параллельных алгоритмов и программ.	9-16	25/45/0	КИ-16 (25)	25	КИ-16	З-ПК-6.3, У-ПК-6.3, В-ПК-6.3, З-ПК-6.4, У-ПК-6.4, В-ПК-6.4, З-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13, З-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		50/90/0		50		
	Контрольные мероприятия за 1 Семестр				50	Э	З-ПК-6.3, У-ПК-6.3, В-ПК-6.3, З-ПК-6.4, У-ПК-6.4, В-ПК-6.4, З-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13, З-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2

* – 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

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>	50	90	0
1-8	0	25	45	0

1 - 8	Основные принципы ProEngineer. Элементы «указать и разместить», основы эскизирования, эскизирование элементов, создание вспомогательных элементов, размножение элементов (паттерн и копирование). Програ Принципы трехмерной твердотельной технологии. Составные части жизненного цикла изделия в отрасли, как элементы трехмерной твердотельной технологии. Разработка конструкции, как часть жизненного цикла изделия. Этапы разработки конструкции и современное состояние с их интеграцией в трехмерную твердотельную технологию. Расчетное обоснование конструкции, как часть жизненного цикла изделия. Перечень необходимых расчетных кодов и современное состояние с их интеграцией в трехмерную твердотельную технологию. Экспериментальное обоснование конструкции, как часть жизненного цикла изделия. Перечень необходимых программных кодов и современное состояние с их интеграцией в трехмерную твердотельную технологию. Выпуск проектных, сопутствующих и демонстрационных материалов, как часть жизненного цикла изделия. Автоматизация выпуска проектных, сопутствующих и демонстрационных материалов при помощи трехмерной твердотельной технологии. Изготовление, как часть жизненного цикла изделия. Автоматизация подготовки производства и выпуска изделия при помощи трехмерной твердотельной технологии. Монтаж и эксплуатация, как части жизненного цикла изделия. Перечень необходимых программных кодов и современное состояние их интеграции в трехмерную твердотельную технологию. Вывод из эксплуатации, как часть жизненного цикла изделия. Этапы вывода из эксплуатации и современное состояние их интеграции в трехмерную твердотельную технологию. База данных изделия как основа ИПИ технологии. Современное состояние интеграции баз данных в трехмерную твердотельную технологию. Применение трехмерной твердотельной технологии в отрасли на примере интегрированных программных комплексов Windchill - ProEngineer. Конструирование объектно-ориентированных моделей. Конструирование с параметрическими элементами. Преимущества Ассоциативности. Интерфейс Pro/ENGINEER. Доступные команды в выпадающем меню. Настройка рабочего поля. Типы файлов. Работа с диалоговыми окнами. Использование ДЕРЕВА МОДЕЛИ (MODEL TREE). Работа с множеством моделей. Сохранение изменений. Закрытие окон. Удаление файлов. Создание элемента «оболочка». Создание элемента «фаска	Всего аудиторных часов		
		25	45	0
		Онлайн		
		0	0	0

	на ребре». Создание «простых скруглений». Создание прямых отверстий. Расположение отверстий. Установка глубины отверстия. Описание интерфейса эскизника. Выбор объектов эскизника. Описание и возможности Intent Manager в эскизнике. Использование выпадающего меню. Задание привязок. Создание геометрии. Задание размеров. Изменение размеров. Ограничители. Использование дополнительных инструментов эскизника. Установка предпочтений в эскизнике. Правила эскизирования. Эскизирование вырезов и выступов. Создание выдавленных и провернутых форм. Выбор плоскости для эскизирования. Выбор привязочных плоскостей. Изменение заданной по умолчанию привязочной плоскости. Простановка размеров на сечении. Создание вспомогательных плоскостей. Создание вспомогательных осей. Создание вспомогательных систем координат. Создание вспомогательных кривых. Создание плоскости «на лету». Создание паттерна. Преимущества Паттерна. Типы Паттернов. Паттерн по размеру, по направлению, по ссылке, по заливке. Опции Паттерна. Создание паттерна при помощи нерегулярных табличных массивов. Копирование элементов. Определение Копирования по направлениям. Методы копирования. Копирование с перемещением и поворотом элемента. Определение зависимости копируемых элементов от элемента оригинала. Выбор элементов для копирования. Определение опций зависимости. Введение в объектно-ориентированное программирование (ООП). Эволюция языков программирования, отличия процедурного подхода к проектированию от ОО. Основные понятия ООП: абстракция, инкапсуляция, модульность, иерархия и типизация (инкапсуляция, наследование и полиморфизм). Инкапсуляция. Определения класса, структуры и объекта. Статические и константные члены класса. Спецификатор <code>inline</code>. Указатель <code>this</code> и указатели на члены класса. Область видимости и управление доступом к членам класса. Дружественные классы и методы. Инкапсуляция. Конструкторы и деструкторы. Конструктор по-умолчанию, конструктор копирования и оператор присваивания. Спецификатор <code>explicit</code>. Автоматически создаваемые конструкторы и деструкторы. Порядок вызовов конструкторов и деструкторов. Полиморфизм. Статический полиморфизм: перегрузка функций и методов. Разрешение имен перегруженных функций. Дружественные методы и операторы. Наследование. Одиночное и множественное наследования.			
--	--	--	--	--

	Видимость и управление доступом к членам наследуемого класса. Виртуальное наследование. Динамический полиморфизм: виртуальные методы. Реализация механизма виртуальных функций. Абстрактные классы и интерфейсы. Динамическая информация о типе (RTTI) и преобразование указателей. Параметрический полиморфизм: шаблонные функции и классы. Специализация шаблонов. Разрешение имен с учетом специализации и перегрузки. Обзор стандартной библиотеки шаблонов STL. Умные указатели, контейнеры, итераторы и алгоритмы.			
9-16	Создание сборок. Черчение и чертежные образцы. Связи и параметры. Поведенческое моделирование. Создание поверхностей свободной формы STYLE. Логика и архитектура вычислительных сред. Введение в параллельные вычисления. Принципы разработки параллельных алгоритмов и программ.	25	45	0
9 - 16	Создание сборок. Черчение и чертежные образцы. Связи и параметры. Поведенческое моделирование. Создание поверхностей свободной формы STYLE. Логика и архитектура вычислительных сред. Введение в параллельные вычисления. Нормаль-вектор к поверхности. Типы размещения компонента в сборке. Установка недоразмещенных компонентов. Переопределенные компоненты. Модификация сборок. Изменение типа и значения размещения. Сохранение сборок. Создание «взорванных» видов. Основы черчения. Дополнительная проработка модели перед созданием чертежа. Создание нового чертежа. Добавление чертежных видов. Типы видов. Добавление чертежных разрезов и сечений. Типы разрезов и сечений. Манипуляции с видами. Создание многолистных чертежей. Оформление чертежа. Вызов параметрических размеров, пространственных допусков и осей из модели. Изменение и гашение параметрических размеров. Управляемые размеры. Создание чертежных надписей. Создание чертежных символов. Параметрические надписи. Определение чертежных шаблонов. Адаптация чертежных шаблонов под ЕСКД. Детализация в чертежах. Параметрические связи в модели. Создание связей. Управление моделью при помощи связей. Параметры в модели. Создание параметров. Управление моделью при помощи параметров. Цель поведенческого моделирования. Аналитические элементы поведенческого моделирования. Возможности поведенческого моделирования. Анализ чувствительности конструкции к изменению размеров. Исследование выполнимости моделью критериев, заданных конструктором. Оптимизация размеров в модели по	Всего аудиторных часов		
		25	45	0
		Онлайн		
		0	0	0

	условиям, заданным конструктором. Среда моделирования STYLE. Меню и панели инструментов. 4-х видовая планировка. Активная плоскость. Масштабирование, панорамирование или поворот видов. Создание геометрии STYLE. Создание свободных 2-D кривых, 3-D кривых, плоских кривых. Редактирование кривых. Редактирование мягких точек. Редактирование касательных. Создание поверхностей свободных форм с параметризацией контроля Создание поверхностей сопряжений и переходов. Применение поверхностей Style в инженерных моделях. Логика и архитектура вычислительных сред. Программирование в среде ОС Windows. Логика и архитектура вычислительных сред. Программирование в среде ОС Linux. Устройство обыкновенного компьютера. Методы повышения производительности компьютера. Параллельная обработка данных (пример). Многопроцессорные вычислительные системы и их применение. Проблемы использования МВС. Наращивание аппаратных средств – исторический пример. Параллельная обработка данных как эффективный метод повышения производительности вычислительных систем. Аппаратные решения, использующие параллелизм. Увеличение интеллектуальности аппаратно-программной среды. Оценка реальной производительности вычислительной системы. Ускорение и эффективность использования параллельной вычислительной системы. Законы Амдала. Примеры. Влияние архитектуры вычислительной системы на эффективность решения задачи. Классификация архитектур вычислительных систем. Особенности современных вычислительных систем. Гибридные архитектуры. Параллельные вычисления как взаимодействие последовательных процессов. Виды параллелизма. Примеры. Ускорение и эффективность параллельных алгоритмов. Примеры оценки ускорения и эффективности параллельных алгоритмов. Организация параллельных процессов. Создание нескольких последовательных процессов. Основные способы обмена данными между ними. Синхронизация работы последовательных процессов. Общие разделяемые ресурсы и методы их совместного использования.			
--	---	--	--	--

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

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>1 Семестр</i>
1 - 8	Темы 1 Основные принципы ProEngineer. Использование оболочки Pro/ENGINEER Управление размерами и ориентацией модели. Исследование дерева модели (Model Tree). Элементы «указать и разместить» Создание автоматических скруглений. Создание фасок и скруглений. Создание прямых отверстий Основы эскизирования Основы эскизирования. Пошаговое эскизирование. Эскиз шестигранника. Эскизирование элементов Создание элемента «вырез». Создание элемента «выступ». Создание вспомогательных элементов Создание новой детали. Создание внутренней плоскости. Создание вспомогательных элементов типа «плоскость», «ось», «система координат», «кривая», «аналитический элемент», «точка». Размножение элементов: паттерн и копирование Создание и изменение Паттернов по размеру. Создание паттерна по привязке. Создание паттернов поворотом. Создание паттернов по направлению. Создание паттернов по контуру. Создание паттернов по таблице. Копирование элементов. Создание сборок Создание под сборки из трех деталей. Создание сборки. Черчение и чертежные образцы Создание чертежа. Изменение созданных видов и проверка их на ассоциативность. Оформление чертежа по ЕСКД. Передача чертежа в Autocad. Связи и параметры Создание связей. Создание параметров для управления элементами. Поведенческое моделирование Создание аналитического элемента, рассчитывающего массовые характеристики. Анализ жидкотекучего объема в сосуде. Оптимизация центра масс конструкции. Создание поверхностей свободной формы STYLE Создание и редактирование поверхности Style.
9 - 16	Темы 2 1. Знакомство с C++. Базовые конструкции языка. 2. Объектное программирование на C++. 3. Технологии ООП на основе C++.

	4. Разработка приложений на C++ в среде ОС Windows 5. Разработка приложений на C++ в среде ОС UNIX 6. Измерение производительности персонального компьютера. Функции измерения времени расчётов. 7. Параллельная реализация задачи одномерного численного интегрирования с использованием тяжёлых и легких процессов. Библиотека PThreads. 8. Оптимизация параллельной программы одномерного численного интегрирования с использованием общего сегмента памяти и семафоров. 9. Параллельная реализация задач одномерного и многомерного численного интегрирования с использованием стандарта OpenMP. 10. Параллельная реализация задач одномерного и многомерного численного интегрирования с использованием графических процессоров и CUDA Toolkit. 11. Параллельная реализация задач численного интегрирования с использованием MPI. 12. Параллельная сортировка распределённого массива вещественных чисел с использованием MPI.
--	---

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины «используются различные образовательные технологии:

- во время аудиторных занятий занятия проводятся в форме лекций (с визуализацией) и практических примеров подготовки технической проектной документации в среде трехмерного твердотельного проектирования в атомной энергетике;
- для контроля усвоения магистрами разделов данного курса используется Домашнее задание, вопросы при приеме которого позволяют судить об усвоении магистром данного курса, и семестровый контроль;
- самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного при выполнении Домашнего задания и подготовке к экзамену по дисциплине.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-13	З-ПК-13	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-13	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-13	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-6.3	З-ПК-6.3	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-6.3	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-6.3	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-6.4	З-ПК-6.4	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-6.4	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-6.4	Э, КИ-8, КИ-16

УКЦ-2	З-УКЦ-2	Э, КИ-8, КИ-16
	У-УКЦ-2	Э, КИ-8, КИ-16
	В-УКЦ-2	Э, КИ-8, КИ-16

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – <i>«удовлетворительно»</i>	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ К 64 Алгоритмы и программы. Язык C++ : учебное пособие, Конова Е. А., Поллак Г. А., Санкт-Петербург: Лань, 2021
2. ЭИ П 32 Идиомы и паттерны проектирования в современном C++ : , Пикус Ф., Москва: ДМК Пресс, 2020
3. ЭИ П 75 Компьютерная графика в САПР : учебное пособие для вузов, Приемышев А. В. [и др.], Санкт-Петербург: Лань, 2022
4. ЭИ Б 25 Объектно-ориентированное программирование : учебник, Барков И. А., Санкт-Петербург: Лань, 2022
5. ЭИ К 65 Основы компьютерных цифровых технологий машиностроения : учебник, Копылов Ю. Р., Санкт-Петербург: Лань, 2022
6. ЭИ Ч-88 Функциональное программирование на C++ : учебное пособие, Чукич И., Москва: ДМК Пресс, 2020

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. ANSYS products and services. ()
 2. The Original Unlimited Scripted Multi-Physics Finite Element Solution Environment for Partial Differ (<http://www.pdesolutions.com>)
 3. Mathcad – это приложение для математических и инженерных вычислений, промышленный стандарт проведения
- <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

Цель методических рекомендаций для студента – оптимизация процесса изучения данной дисциплины.

Материалы учебно-методического комплекса выдаются в электронном виде. Эти материалы не являются дословным изложением лекций и семинаров, а лишь их кратким

содержанием. Они должны активно использоваться при подготовке домашних заданий и к экзамену.

Следует помнить, что в вопросы на экзамен не входит материал, который не был прочитан на лекциях или обсужден на семинарах. Тем не менее, для целей эффективного использования полученных знаний рекомендуется ознакомиться с интернет – ресурсами и литературой. В рекомендованной литературе изучаемые вопросы рассматриваются более глубоко, их изучение повышает квалификацию будущего специалиста.

Задачи домашнего задания аналогичны рассматриваемым на семинарских занятиях, поэтому рекомендуется выполнять их последовательно по мере изучения материала на занятиях.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

При разработке курса использована современная отечественная и иностранная литература. Чтение лекций и проведение семинарских занятий рекомендуется проводить в дисплейных классах. Сложные и многочисленные расчеты не должны затенять сути излагаемых методов. Особое внимание студентов следует обратить на интернет ресурсы, где впоследствии они самостоятельно смогут получать актуальную информацию по читаемым темам. В конце изучения курса рекомендуется выдать студентам использованные презентации в электронном виде.

Для проверки и закрепления практических навыков студентам предлагается выполнить индивидуальные домашние задания.

Автор(ы):

Поляков Сергей Владимирович, д.ф.-м.н., с.н.с.

Семенихин Виктор Иванович

Рецензент(ы):

профессор Ю.Б. Иванов