

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 05.10.2023 16:59:17

Уникальный программный ключ:

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

"МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения



/Е.В. Сафронов/

2022г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Компьютерные технологии и моделирование  
в машиностроении**

Направление подготовки  
**15.04.01 "Машиностроение"**

*Профиль подготовки (образовательная программа):*  
**«Цифровые технологии литейного производства»**

Квалификация (степень) выпускника  
**Магистр**

Форма обучения  
**Очная**

Москва 2022

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки 15.04.01 "Машиностроение", профиль подготовки: «Цифровые технологии литейного производства».

Программу составили:

1-й семестр для всех профилей подготовки:

доцент, к.т.н. Черепяхин А.А. \_\_\_\_\_

2-й семестр для профиля «Цифровые технологии литейного производства» старший преподаватель Кондратьев С.А. \_\_\_\_\_

Программа дисциплины "**Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении**" по направлению подготовки 15.04.01 "Машиностроение", профиль подготовки «Цифровые технологии литейного производства» утверждена на заседании кафедры: "Машины и технологии литейного производства" им. П.Н. Аксенова

«29» августа 2022 г., протокол № 19-22

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ /Солохненко В.В./

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки 15.04.01 «Машиностроение» профиль подготовки "Цифровые технологии литейного производства"

\_\_\_\_\_ /Пономарев А.А./

«30» августа 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии \_\_\_\_\_ /Васильев А.Н.

«В» 09 2022г. Протокол: № 14-22

Присвоен регистрационный номер:

15.04.01.01/04.2022 / 07

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении» следует отнести:

- - формирование базовых знаний студентов о понятиях и основных принципах компьютерного моделирования технологических процессов и технических устройств;
- - повышение исходного уровня владения специальным программным обеспечением для численного моделирования, достигнутого на предыдущих уровнях обучения;
- - формирование и дальнейшее развитие базовых знаний о методах компьютерного моделирования, применяемых для проектирования технологических процессов и технических объектов.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении» следует отнести:

- - расширение кругозора в области технических наук;
- - усвоение необходимого минимума теоретических знаний, на базе которых будущий магистр сможет самостоятельно овладевать специальными навыками решения задач компьютерного моделирования в профессиональной деятельности;
- - формирование навыков и умений работы со специальным программным обеспечением для численного моделирования.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении» является частью профессионального цикла дисциплин подготовки студентов по направлению «Машиностроение».

Дисциплина реализуется на факультете машиностроения кафедрами машиностроительного факультета: «Технологии и оборудование машиностроения»; «Оборудование и технологии сварочного производства»; «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии»; "Машины и технологии литейного производства" им. П.Н. Аксенова.

Дисциплина направлена на формирование общепрофессиональных компетенций выпускника, сформулированных в ФГОС.

Изучение курса основывается на знаниях, полученных при изучении базовых дисциплин и дисциплин профессионального цикла

В обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- - Технический аудит в машиностроении;
- - Методы, алгоритмы и средства исследования для решения изобретательских задач;

- - Научные критерии выбора и методы исследования материалов.

**3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

Согласно ФГОС по направлению «Машиностроение» применительно к дисциплине «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении» выпускник должен обладать следующими компетенциями:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-6	Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности	<p style="text-align: center;"><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы получения и обработки информации из различных источников с использованием современных информационных технологий;</li> <li>• методы применения прикладных программных средств при решении практических задач с использованием методов компьютерного моделирования;</li> <li>• методы выбора аналитических и численных методов при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении;</li> <li>• методы разработки математических моделей исследуемых систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере;</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• получать и обрабатывать информацию из различных источников с использованием современных информационных технологий;</li> <li>• применять прикладные программные средства при решении практических задач с использованием методов компьютерного моделирования;</li> <li>• выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• разрабатывать математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере;</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами получения и обработки информации из различных источников с использованием современных информационных технологий;</li> <li>• методами применения прикладных программных средств при решении задач с использованием методов компьютерного моделирования;</li> <li>• методами выбора аналитических и численных методов при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении;</li> <li>• методами разработки математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.</li> </ul>
ОПК-12	Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования деталей и узлов машин и оборудования различной сложности на современном машиностроительном предприятии	<p style="text-align: center;"><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы получения и обработки информации из различных источников с использованием современных информационных технологий,</li> <li>• методы применения прикладных программных средств при решении практических вопросов с использованием персональных компьютеров;</li> <li>• методы выбора аналитических и численных методов при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении;</li> <li>• методы разработки математических моделей исследуемых машин, приводов,</li> </ul>

		<p>систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы разработки методик проведения виртуальных экспериментов с анализом их результатов.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• получать и обрабатывать информацию из различных источников с использованием современных информационных технологий;</li> <li>• применять прикладные программные средства при решении практических вопросов с использованием персональных компьютеров;</li> <li>• выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении;</li> <li>• разрабатывать математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере;</li> <li>• разрабатывать методики проведения виртуальных экспериментов с анализом их результатов.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами получения и обработки информации из различных источников с использованием современных информационных технологий;</li> <li>• методами применения прикладных программных средств при решении практических вопросов с использованием персональных компьютеров;</li> <li>• методами выбора аналитических и численных методов при разработке мате-</li> </ul>
--	--	--

		<p>математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• методами разработки математических моделей исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере;</li><li>• методами разработки методик проведения виртуальных экспериментов с анализом их результатов.</li></ul>
--	--	---

**Применять:** полученные знания и умения при выборе способов и методов получения заготовки и механической или иной обработки детали машины.

**Демонстрировать способности и готовность** применять полученные знания в практической деятельности.

Решить следующие задачи:

выбор способа получения заготовки конкретной детали машины (в соответствии с ее конфигурацией, материалом и программой выпуска);

выбор способа механической или иной обработки конкретной детали машины;

отработку конструкции детали на технологическое соответствие выбранным способам получения заготовки и обработки.

#### **4. Структура и содержание дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость освоения дисциплины «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении» составляет **6** зачетных единиц (**216** часов), из них 92 часа аудиторная работа и 124 часа – самостоятельная работа.

Дисциплина «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении» изучается на первом курсе: в первом семестре (в объеме 108 часов) и во втором семестре (в объеме 108 часов). Форма промежуточной аттестации: в первом семестре – зачет, во втором – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении» представлены в таблице 1, а по срокам и видам работы - в Приложении № А.

Структура дисциплины включает две равные по объёму части, каждая из которых направлена на раскрытие особенностей профессиональной деятельности в соответствии с профилем обучения студента.

В первом семестре дисциплина «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении» читается кафедрой "Оборудование и технологии сварочного производства" для всех профилей подготовки: лекции – **1** час в неделю (**18** час.), практические работы - **1** час в неделю (**18** час.), форма контроля – **зачет**.

Во втором семестре обучения дисциплина «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении» читается профилирующими кафедрами машиностроительного факультета: «Технологии и оборудование машиностроения»; «Оборудование и технологии сварочного производства»; «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии»; "Машины и технологии литейного производства" им. П.Н. Аксенова. На втором семестре: практические работы **56** час; форма контроля **экзамен**.

## **Содержание разделов дисциплины**

### **1 семестр.**

#### ***Введение. Общие сведения о компьютерном моделировании.***

Цели и задачи компьютерного моделирования. Основные преимущества компьютерного моделирования. Понятие компьютерной модели процесса, явления и объекта. Понятие виртуального эксперимента. Основные этапы компьютерного моделирования: постановка задачи, построение информационной модели, разработка метода и алгоритма реализации компьютерной модели, разработка компьютерной модели, проведение виртуального эксперимента, анализ результатов виртуального эксперимента, верификация результатов компьютерного моделирования.

#### ***Модуль 1. Общие сведения о компьютерном моделировании.***

Тема 1.1 Назначение модели.

Тема. 1.2 Цели и задачи компьютерного моделирования

Тема. 1.3. Основы математического моделирования

Тема 1.4. Основные преимущества компьютерного моделирования.

Тема 1.5. Понятие компьютерной модели процесса, явления и объекта

1.5.1. Аналитические и имитационные компьютерные модели

1.5.2. Понятие виртуального эксперимента

1.5.3. Компьютерный эксперимент

1.5.4. Мысленный эксперимент

1.5.5. Вычислительный эксперимент

#### ***Модуль 2. Основные понятия математического моделирования.***

Тема 2.1. Понятие математической модели

Тема 2.2. Классификация математических моделей

Тема 2.3. Основные методы математического моделирования

2.3.1. Аналитические методы

2.3.2. Численные методы математического моделирования

2.3.3. Эмпирические методы математического моделирования.

2.3.4. Имитационное моделирование

2.3.5. Взаимосвязь между математической и компьютерной моделями процессов, явлений и объектов

2.3.6. Графическое моделирование.

2.3.7. Управление на основе моделей.

2.3.8. Математический аппарат в компьютерных моделях разных иерархических уровней; требования к математическим моделям и численным методам

2.3.10. Классификация математических моделей, применяемых в компьютерном моделировании.

Тема 2.4. Физические измерения и обработка результатов

2.4.1. Погрешность измерения

2.4.2. Прямые измерения

2.4.3. Косвенные измерения

### ***Модуль 3. Методы компьютерного моделирования***

Тема 3.1. Метод конечных элементов

Тема 3.2. Метод конечных разностей

Тема 3.3. Метод конечных объемов

Тема 3.4. Метод дискретных элементов

Тема 3.5. Метод подвижных клеточных автоматов

Тема 3.6. Метод классической молекулярной динамики

Тема 3.7. Метод моделирования "из первых принципов"

Тема 3.8. Метод компонентных цепей

Тема 3.9. Метод узловых потенциалов

Тема 3.10. Методы многомасштабного моделирования

Тема 3.11. Статистическое моделирование систем

3.11.1. Методика статистического моделирования

3.11.2. Общая схема метода Монте-Карло

### ***Модуль 4. Общие сведения о компьютерном моделировании в машиностроении***

Тема 4.1. Основные задачи проектирования объектов в машиностроении, решаемые с применением компьютерного моделирования

Тема 4.2. Общие свойства моделей

Тема 4.3. Классификация моделей

4.3.1. По цели использования

4.3.2. По области применения

4.3.3. Учет фактора времени

4.3.4. По наличию воздействий на систему

4.3.5. По способу представления

4.3.6. По отрасли знаний

Тема 4.4. Виды моделирования

Тема 4.5. Имитационное моделирование

4.5.1. Моделирующий алгоритм

4.5.2. Имитационная модель

4.5.3. Случайные воздействия на модель

- 4.5.4. Пример имитационной модели «Стратегия обслуживания автоматической линии»
- 4.5.5. Виды имитационного моделирования.
- 4.5.6. Основные этапы имитационного моделирования
- 4.5.7. Формулировка проблемы и определение целей имитационного исследования
- 4.5.8. Разработка концептуальной модели объекта моделирования
- 4.5.9. Формализация имитационной модели
- 4.5.10. Программирование имитационной модели
- 4.5.11. Сбор и анализ исходных данных
- 4.5.12. Основные методы получения исходных данных
- 4.5.13. Идентификации входных данных
- 4.5.14. Испытание и исследование свойств имитационной модели

### ***Модуль 5. Математический аппарат моделирования***

#### Тема 5.1. Элементы матричного исчисления

- 5.1.1. Основные определения
- 5.1.2. Определитель матрицы
- 5.1.3. Основные операции над матрицами
- 5.1.4. Специальные виды матриц

#### Тема 5.2. Дифференциальные операторы

#### Тема 5.3. Производная (полная, частная, субстанциональная)

### ***Модуль 6. Теоретические основы методов конечных элементов и конечных объёмов***

#### Тема 6.1. Общий алгоритм метода конечных элементов

- 6.1.1. Физическая и математическая постановка задачи
- 6.1.2. Этапы решения МКЭ

#### Тема 6.2. Архитектура комплексов программ, основанных на методе конечных элементов

- 6.2.1. Общая структура.
- 6.2.2. Функции препроцессора.
- 6.2.3. Функции процессора.
- 6.2.4. Функции постпроцессора.
- 6.2.5. Структура программного обеспечения для МКЭ.
- 6.2.6. Взаимодействие между программами.
- 6.3.7. Многодисциплинарные программы.
- 6.2.8. Современный рынок программ на основе МКЭ.
- 6.2.9. КЭ анализ как составляющая процесса автоматизированного проектирования.

### **2 семестр.**

## ***Модуль 7. Разработка геометрической модели сборки машиностроительного объекта и прочностной анализ МКЭ.***

Лабораторный практикум.

- 7.1 Создание твердотельных трехмерных моделей деталей и отливок.
- 7.2. Создание трехмерных моделей оснастки для последующего изготовления её на станках с ЧПУ.
- 7.3. Моделирование процессов заливки сплава в форму.
- 7.4. Изучение возможности трехмерного сканирования и реверс инжиниринг.
- 7.5. Применение результатов сканирования для оценки погрешностей размеров при сравнении готовой отливки и трехмерной модели.
- 7.6. Применение трехмерных принтеров в литейном производстве.
- 7.7. Работа с трехмерными принтерами, изучение возможности изготовления мастер моделей для создания литейных форм.
- 7.8. Применение различных цифровых технологий на этапе создания прототипов изделий.
- 7.9. Изучение возможности создания форм при помощи аддитивного производства.

### ***Организация самостоятельной работы студента***

Самостоятельная работа включает в себя подготовку, написание и защиту реферата на одну из тем по материалам курса, предложенных преподавателем.

При изучении курса учащийся должен самостоятельно проработать следующие темы:

- Аналитические инструменты.
- Виртуальное моделирование.
- Графическое моделирование.
- Закон Ньютона и вязкое трение.
- Закон Фика и диффузия.
- Закон Фурье и теплопроводность.
- Имитационное моделирование.
- Имитационное моделирование.
- Кристаллизация.
- Метод двухфазной зоны для расчета кристаллизации сплавов.
- Методы интерполяции и аппроксимации.
- Методы решения нелинейных уравнений.
- Многофазные среды.
- Моделирование "из первых принципов"
- Разностные уравнения, их свойства и решение.
- Сравнительный анализ аналитических и имитационных моделей
- Управление на основе моделей.

- Фазовые переходы.
- Численные методы решения задач математической физики.
- Эмпирические методы математического моделирования.

## 5. Образовательные технологии

В процессе реализации учебной программы по дисциплине: «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении» используются следующие образовательные технологии: аудиторные занятия, включающие лекционные занятия и лабораторные работы; самостоятельную работу студентов в системе LMS Московского Политеха.

Методика преподавания дисциплины «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование модульного и интерактивного обучения:

- подготовка к выполнению лабораторных работ в компьютерных залах ВУЗа;
- защита и индивидуальные обсуждения выполняемых этапов лабораторных работ;
- обсуждение и защита рефератов по дисциплине;
- организация и проведение занятий и текущего контроля знаний студентов в форме промежуточного и итогового тестирования в системе LMS Московского Политеха;
- проведение интерактивных занятий по процедуре подготовки к интернет - тестированию;
- использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и вне-аудиторного интернет-тестирования.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении» (первая часть) и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий.

В процессе изучения дисциплины возможно применение дистанционных образовательных технологий в системе LMS Мосполитеха.

Ссылка: <https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=3124>

<https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=7390>

**6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

В процессе обучения используются следующие оценочные средства рубежного контроля успеваемости и промежуточных аттестаций и следующие виды самостоятельной работы: отчеты по практическим работам, тестирование, рефераты, доклады на внутренних и внешних конференциях.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают тестовые задания в форме промежуточного тестирования после изучения каждого учебного модуля, защиты лабораторных работ и рефератов, итогового тестирования после изучения дисциплины.

Образцы тестовых заданий, вопросов к зачету и экзамену приведены в приложении В.

### **6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).**

#### **6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.**

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

<b>Код компетенции</b>	<b>В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать</b>
ОПК-6	Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности
ОПК-12	Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования деталей и узлов машин и оборудования различной сложности на современном машиностроительном предприятии

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса

#### **6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания**

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

<b>ОПК-6 - Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности</b>				
<b>оценка</b>	<b>неудовлетворительно</b>	<b>удовлетворительно</b>	<b>хорошо</b>	<b>отлично</b>
<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы получения и обработки информации из различных источников с использованием современных информационных технологий;</li> <li>- методы применения прикладных программных средств при решении практических задач с использованием методов компьютерного моделирования;</li> <li>- методы выбора аналитических и численных методов при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении;</li> <li>- методы разработки математических моделей исследуемых систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы получения и обработки информации из различных источников с использованием современных информационных технологий; методы применения прикладных программных средств при решении практических задач с использованием методов компьютерного моделирования; методы выбора аналитических и численных методов при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении; методы разработки математических моделей исследуемых систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы получения и обработки информации из различных источников с использованием современных информационных технологий; методы применения прикладных программных средств при решении практических задач с использованием методов компьютерного моделирования; методы выбора аналитических и численных методов при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении; методы разработки математических моделей исследуемых систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы получения и обработки информации из различных источников с использованием современных информационных технологий; методы применения прикладных программных средств при решении практических задач с использованием методов компьютерного моделирования; методы выбора аналитических и численных методов при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении; методы разработки математических моделей исследуемых систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы получения и обработки информации из различных источников с использованием современных информационных технологий; методы применения прикладных программных средств при решении практических задач с использованием методов компьютерного моделирования; методы выбора аналитических и численных методов при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении; методы разработки математических моделей исследуемых систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.</p>
<p><b>уметь:</b></p> <p>получать и обрабаты-</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степе-</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответ-</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответ-</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие</p>

<p>вать информацию из различных источников с использованием современных информационных технологий;</p> <p>применять прикладные программные средства при решении практических задач с использованием методов компьютерного моделирования;</p> <p>выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении; разрабатывать математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.</p>	<p>ни умеет следующее: получать и обрабатывать информацию из различных источников с использованием современных информационных технологий;</p> <p>применять прикладные программные средства при решении практических задач с использованием методов компьютерного моделирования;</p> <p>выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении; разрабатывать математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.</p>	<p>ствие следующих умений: получать и обрабатывать информацию из различных источников с использованием современных информационных технологий;</p> <p>применять прикладные программные средства при решении практических задач с использованием методов компьютерного моделирования;</p> <p>выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении; разрабатывать математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.</p>	<p>ствие следующих умений: получать и обрабатывать информацию из различных источников с использованием современных информационных технологий;</p> <p>применять прикладные программные средства при решении практических задач с использованием методов компьютерного моделирования;</p> <p>выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении; разрабатывать математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.</p>	<p>следующих умений: получать и обрабатывать информацию из различных источников с использованием современных информационных технологий;</p> <p>применять прикладные программные средства при решении практических задач с использованием методов компьютерного моделирования;</p> <p>выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении; разрабатывать математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.</p>
---	--	--	--	--

<p><b>владеть:</b> методами получения и обработки ин-</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет метода-</p>	<p>Обучающийся частично владеет методами применения методами получения и обра-</p>	<p>Обучающийся частично владеет методиками методами получения и обработки ин-</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет методами получения и обработки</p>
---	---	--	---	---

<p>формации из различных источников с использованием современных информационных технологий; методами применения прикладных программных средств при решении задач с использованием методов компьютерного моделирования;</p> <p>методами выбора аналитических и численных методов при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении;</p> <p>методами разработки математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.</p>	<p>ми получения и обработки информации из различных источников с использованием современных информационных технологий; методами применения прикладных программных средств при решении задач с использованием методов компьютерного моделирования;</p> <p>методами выбора аналитических и численных методов при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении;</p> <p>методами разработки математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.</p>	<p>ботки информации из различных источников с использованием современных информационных технологий; методами применения прикладных программных средств при решении задач с использованием методов компьютерного моделирования;</p> <p>методами выбора аналитических и численных методов при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении;</p> <p>методами разработки математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.</p> <p>Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p>	<p>формации из различных источников с использованием современных информационных технологий; методами применения прикладных программных средств при решении задач с использованием методов компьютерного моделирования;</p> <p>методами выбора аналитических и численных методов при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении;</p> <p>методами разработки математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.</p> <p>Но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>информации из различных источников с использованием современных информационных технологий; методами применения прикладных программных средств при решении задач с использованием методов компьютерного моделирования;</p> <p>методами выбора аналитических и численных методов при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении;</p> <p>методами разработки математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.</p> <p>Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p><b>ОПК-12 - Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования деталей и узлов машин и оборудования различной сложности на современном машиностроительном предприятии</b></p>				
<p>Оценка</p>	<p>неудовлетворительно</p>	<p>удовлетворительно</p>	<p>хорошо</p>	<p>отлично</p>



<p>- получать и обрабатывать информацию из различных источников с использованием современных информационных технологий; применять прикладные программные средства при решении практических вопросов с использованием персональных компьютеров; выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении; разрабатывать математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере; разрабатывать методики проведения виртуальных экспериментов с анализом их результатов</p>	<p>в недостаточной степени умеет применять следующее: получать и обрабатывать информацию из различных источников с использованием современных информационных технологий; применять прикладные программные средства при решении практических вопросов с использованием персональных компьютеров; выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении; разрабатывать математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере; разрабатывать методики проведения виртуальных экспериментов с анализом их результатов.</p>	<p>рует неполное соответствие следующих умений: получать и обрабатывать информацию из различных источников с использованием современных информационных технологий; применять прикладные программные средства при решении практических вопросов с использованием персональных компьютеров; выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении; разрабатывать математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере; разрабатывать методики проведения виртуальных экспериментов с анализом их результатов.</p>	<p>рует частичное соответствие следующих умений: получать и обрабатывать информацию из различных источников с использованием современных информационных технологий; применять прикладные программные средства при решении практических вопросов с использованием персональных компьютеров; выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении; разрабатывать математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере; разрабатывать методики проведения виртуальных экспериментов с анализом их результатов.</p>	<p>рует полное соответствие следующих умений: получать и обрабатывать информацию из различных источников с использованием современных информационных технологий; применять прикладные программные средства при решении практических вопросов с использованием персональных компьютеров; выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении; разрабатывать математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере; разрабатывать методики проведения виртуальных экспериментов с анализом их результатов.</p>
---	---	---	--	---

<p><b>владеть:</b> - методами получения и</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной</p>	<p>Обучающийся владеет методами получения и обра-</p>	<p>Обучающийся частично владеет методами получения и</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет методами</p>
---	---	---	--	---

<p>обработки информации из различных источников с использованием современных информационных технологий; методами применения прикладных программных средств при решении практических вопросов с использованием персональных компьютеров; методами выбора аналитических и численных методов при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении; методами разработки математических моделей исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере; методами разработки методик проведения виртуальных экспериментов с анализом их результатов.</p>	<p>степени владеет методами получения и обработки информации из различных источников с использованием современных информационных технологий; методами применения прикладных программных средств при решении практических вопросов с использованием персональных компьютеров; методами выбора аналитических и численных методов при разработке математических моделей машин, систем, технологических процессов в машиностроении; методами разработки математических моделей исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере; методами разработки методик проведения виртуальных экспериментов с анализом их результатов.</p>	<p>ботки информации из различных источников с использованием современных информационных технологий; методами применения прикладных программных средств при решении практических вопросов с использованием персональных компьютеров; методами выбора аналитических и численных методов при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении; методами разработки математических моделей исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере; методами разработки методик проведения виртуальных экспериментов с анализом их результатов. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p>	<p>обработки информации из различных источников с использованием современных информационных технологий; методами применения прикладных программных средств при решении практических вопросов с использованием персональных компьютеров; методами выбора аналитических и численных методов при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, технологических процессов в машиностроении; методами разработки математических моделей исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере; методами разработки методик проведения виртуальных экспериментов с анализом их результатов. Но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>получения и обработки информации из различных источников с использованием современных информационных технологий; методами применения прикладных программных средств при решении практических вопросов с использованием персональных компьютеров; методами выбора аналитических и численных методов при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении; методами разработки математических моделей исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере; методами разработки методик проведения виртуальных экспериментов с анализом их результатов. Обучающийся свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>
---	--	---	--	--

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание.

**Форма промежуточной аттестации: тестирование**

В системе LMS Московского Политеха, в дистанционном курсе "Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении (часть 1)", в конце каждого четного учебного модуля выложено по 25 тестовых заданий. При успешном выполнении не менее 19 заданий, обучающийся может переходить к изучению следующего модуля. При выполнении 18 и менее заданий необходимо вернуться к изучению текущего модуля.

**Форма промежуточной аттестации: зачет**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты тестового контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «незачтено».

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение студентом:

- практических работ;
- написание реферата;
- получение зачета при промежуточном тестировании всех изученных модулей.

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Описание</b>
Зачтено	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнены обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины, или студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навы-

	ков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
--	--

**Критерий оценки.** На подготовку отводится 10 минут. Студенту предлагается 2 вопроса. Ответы оцениваются по шкале от 0 до 10 баллов. Освоение компетенций зависит от результата ответа: если студент ответил на 2 поставленных вопроса правильно, то считается, что компетенции освоены; если студент не ответил на 2 поставленных вопроса правильно, то считается, что компетенции не освоены.

***Форма промежуточной аттестации: экзамен***

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение студентом:

- практических работ;
- написание реферата;
- получение зачета по результатам тестирования.

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Описание</b>
Отлично	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, но допускаются незначительные ошибки, неточности.
Удовлетворительно	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность

Неудовлетворительно	Не выполнены обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
---------------------	---

Фонды оценочных средств представлены в приложении В к рабочей программе.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) Основная литература.

1. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем: учебник / В.П. Тарасик. — Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2017. — 592 с. — Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=773106>.
2. Лузина Л.И. Компьютерное моделирование: Учебное пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2001. – 105 с. — Режим доступа: <http://simulation.su/uploads/files/default/2001-uch-posob-luzina-1.pdf>
3. Овчаренко В.А. Расчет задач машиностроения методом конечных элементов. Учебное пособие. — Краматорск: ДГМА, 2004. — 128 с.

### б) Дополнительная литература.

1. Калпин Ю.Г. и др. Сопротивление деформации и пластичность металлов при обработке давлением. Учебное пособие. М.: Машиностроение, 2010.
2. Голенков В.А. и др. Теория обработки металлов давлением. Учебник для вузов. М.: Машиностроение, 2009.

### в) Программное обеспечение и интернет-ресурсы.

1. Программное обеспечение Microsoft Office (Word, Excel, Power Point).
2. Программное обеспечение для численного моделирование методом конечных элементов в системе **ELCUT 6.4.1** «Студенческая версия», которая свободно распространяется российской фирмой TOP (<http://www.tor.ru>).
3. Программное обеспечение для численного моделирование методом конечных элементов (временные ознакомительные лицензии): **COMSOL Multiphysics**(<https://www.comsol.ru>).
4. Архив вебинаров по применению программного обеспечения COMSOL Multiphysics для решения прикладных задач: режим доступа: <https://www.comsol.ru/events/webinars>

5. 4) Программное обеспечение **T-FLEX** со специальным модулем для моделирования методом конечных элементов, бесплатная студенческая версия:  
<http://www.tflexcad.ru/download/t-flex-cad-free/>
6. 5) Программное обеспечение **AutodeskInventor** со специальным модулем для моделирования методом конечных элементов, бесплатная студенческая версия:  
<https://www.autodesk.ru/education/free-educational-software>
7. РИНЦ: <http://elibrary.ru/>
8. Scopus: [www.scopus.com](http://www.scopus.com)
9. Академия Google Scholar: <https://scholar.google.ru>
10. Электронные ресурсы РГБ: <http://www.rsl.ru/ru/root3489/all>

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте <http://mospolytech.ru> в разделе:

- «Библиотека. Электронные ресурсы»;  
<http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog>
- «Библиотека. Электронно-библиотечные системы»  
<http://lib.mami.ru/lib/ebs>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

1. Лекционные аудитории, оснащенные компьютером, проектором для демонстрации слайдов, экраном (учебный корпус, расположенный по адресу: г. Москва, ул. Автозаводская, д.16; ауд. 2502, ауд. 2503, ауд. 2505);
2. Компьютерные классы для проведения лабораторных работ по дисциплине с интернет-ресурсами (учебный корпус, расположенный по адресу: г. Москва, ул. Автозаводская, д.16; ауд. 2514, ауд. 4811).

## **9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами знаний и приобретение навыков, получаемых в процессе изучения дисциплины «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении».

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- - развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- - освоение содержания дисциплины;
- - углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- - использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к дифференцированному зачету и экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- - самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- - подготовка к лекционным занятиям;
- - подготовка к практическим работам;
- - выполнение домашних заданий по закреплению тем;
- - выполнение домашних заданий по решению типичных задач с применением специального программного обеспечения;
- - составление и оформление докладов и рефератов по отдельным темам программы;
- - научно-исследовательская работа студентов;
- - участие в тематических дискуссиях, олимпиадах.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- - определение цели самостоятельной работы;
- - конкретизация познавательной задачи;
- - самооценка готовности к самостоятельной работе;
- - выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- - планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- - осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- - рефлексия;
- - презентация работы.

### **10. Методические рекомендации для преподавателя**

Основное внимание при изучении дисциплины «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении» следует уделять на формирование базовых знаний студентов о понятиях и принципах проектирования технологических процессов и технических устройств; о видах обеспечения и функционировании автоматизированных систем проектирования; о математических моделях для описания процессов и технических объектов.

При изучении раздела «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении» необходимо сформировать навыки изучения математического обеспечения анализа проектных решений.

При изучении раздела «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении» основное внимание необходимо уделять основным понятиям в области оценки соответствия, терминам и определениям.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической работой.

Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций семинарских занятий и практических работ.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, информационные ресурсы Интернета;
- специальное программное обеспечение;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация.

## **Приложения к рабочей программе**

- А. Структура и содержание дисциплины
- Б. Тематика практических работ
- В. Тестовый контроль, вопросы к зачету.
- Г. Аннотация рабочей программы дисциплины
- Д. Фонд оценочных средств

## Приложение А

**Структура и содержание дисциплины** «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении» напр. 15.04.01 "Машиностроение"; профиль подготовки: «Цифровые технологии литейного производства» (магистр). Форма обучения очная

Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
			Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р	К.П	РГР	Реф	К/р	Э	З
Вводная лекция.	1	1, 2	2	2		8					+			
Модуль 1	1	3, 4	2	2		8					+			
Модуль 2	1	5, 6	2	2		8					+			
Модуль 2	1	7, 8	2	2		8					+			
Модуль 3	1	9, 10	2	2		8					+			
Модуль 4	1	11, 12	2	2		8					+			
Модуль 4	1	13, 14	2	2		8					+			
Модуль 5	1	15,16	2	2		8					+			
Модуль 6	1	17, 18	2	2		8					+			
<b>ИТОГО за первый семестр:</b>			<b>18</b>	<b>18</b>		<b>72</b>								<b>зачет</b>
Модуль 7	2	1, 2		6		6					+			
Модуль 7	2	3, 4		6		6					+			
Модуль 7	2	5, 6		6		6					+			
Модуль 7	2	7, 8		6		6					+			
Модуль 7	2	9		6		6					+			
Модуль 7	2	10		6		6					+			
Модуль 7	2	11		6		6					+			
Модуль 7	2	12		6		6					+			
Модуль 7	2	13,14		8		4					+			
<b>ИТОГО: за второй семестр:</b>			<b>-</b>	<b>56</b>		<b>52</b>								<b>Экз.</b>
<b>ИТОГО:</b>			<b>18</b>	<b>74</b>		<b>124</b>								

## Приложение Б

### *Тематика практических работ по дисциплине*

"Компьютерные технологии и моделирование машиностроения"

Направление подготовки 15.04.01 "Машиностроение"

Профиль подготовки (образовательная программа): «Цифровые технологии литейного производства»;

Магистр, форма обучения очная

**1 семестр - 18 часов**

**Место проведения:** Компьютерный класс ауд. Ав2514, ауд. Ав4811).

**Работа №1** "Решение задач теплопередачи методом конечных элементов" - 4 час.

**Работа №2.** "Решение задач теории упругости методом конечных элементов" - 4 час.

**Работа №3.** "Решение задач электростатики и растекания токов методом конечных элементов" - 4 час.

**Работа №4.** "Решение задач магнитостатики и магнитного поля методом конечных элементов" - 4 час.

**Работа №5.** "Решение связанных задач методом конечных элементов" - 2 час.

Выполнение лабораторных работ производится в системе ELCUT 6.4.1 «Студенческая версия», которая свободно распространяется российской фирмой TOP (<http://www.top.ru>).

### **Минимальные требования**

Требуемая конфигурация оборудования:

- компьютер: 386, 486 или Pentium IBMPC;
- сопроцессор: Intel 80387 или выше;
- память: 640К минимум, 4МВ рекомендуется (1МВ extended), 416МВ для больших задач;
- свободное дисковое пространство: 2,5МВ;
- видео: VGA цветной или монохромный.

**2 семестр - 56 часов.**

**Профиль «Цифровые технологии литейного производства»**

Место проведения: Компьютерный класс ауд. Ав4109А, ауд. Ав1511).

**Работа №1.** «Создание твердотельных трехмерных моделей деталей и отливок» - 6 час.

**Работа №2.** «Создание трехмерных моделей оснастки для последующего изготовления её на станках с ЧПУ» - 6 час.

**Работа №3.** «Моделирование процессов заливки сплава в форму» - 6 час.

Работа №4. «Изучение возможности трехмерного сканирования и реверс инжиниринг»- 6 час.

Работа №5. «Применение результатов сканирования для оценки погрешностей размеров при сравнении готовой отливки и трехмерной модели»- 6 час.

Работа №6. «Применение трехмерных принтеров в литейном производстве»- 6 час.

Работа №7. «Работа с трехмерными принтерами, изучение возможности изготовления мастер моделей для создания литейных форм»- 6 час.

Работа №8. «Применение различных цифровых технологий на этапе создания прототипов изделий» - 6 час.

Работа №9. «Изучение возможности создания форм при помощи аддитивного производства»- 6 час.

Выполнение лабораторных работ производится в системе AutodeskInventor, которая свободно распространяется.

### **Минимальные требования**

Требуемая конфигурация оборудования:

- сопроцессор: Intel Core i5 или выше;
- память: 8 ГБ минимум, 16 ГБ рекомендуется
- свободное дисковое пространство: 25 ГБ;
- видео: дискретная видеокарта 4 ГБ, или больше.

## **Приложение В**

### ***Промежуточный тестовый контроль***

В процессе обучения для контроля текущего усвоения дисциплины предусмотрены промежуточные тестовые опросы, позволяющие оценить степень освоения компетенции по основным её разделам.

Результаты текущего контроля учитываются при проведении зачета

### ***Промежуточные тестовые задания для модулей 1 и 2.***

1.	Какие элементы входят в общую схему любого активного действия? Выбрать правильные ответы Получение или сбор информации. <b>+20%</b> ; Выбор варианта действия. <b>+20%</b> ; Осуществление действия. <b>+20%</b> ; Коррекция действий. <b>+20%</b> ; Контроль результатов. <b>+20%</b> ; Формирование результатов. <b>-50%</b> ; Коррекция результатов <b>-50%</b>
2.	Моделирование это процесс _____. Выбрать правильные ответы. Разработки модели. <b>+33%</b> ; Создания модели. <b>+33%</b> ; Применения модели <b>+33%</b>
3.	Какой объект может заменить модель? Выбрать правильные ответы. Предмет. <b>+33%</b> ; Явление. <b>+33%</b> ; Процесс. <b>+33%</b> ; Сущность. <b>-100%</b>

4.	<p>Компьютерная модель - компьютерная программа, работающая на _____.</p> <p>Выбрать правильные ответы.</p> <p>Отдельном компьютере. <b>+33%</b>; Суперкомпьютере. <b>+33%</b>; Множестве компьютеров, связанных единой сетью. <b>+33%</b>; Множестве компьютеров <b>-100%</b></p>
5.	<p>Компьютерная модель это _____.</p> <p>=Условный образ исследуемого объекта. ~ Физический образ исследуемого объекта. ~ Статистический образ исследуемого объекта. ~ Собираемый образ исследуемого объекта.</p>
6.	<p>Компьютерные модели, описанные с помощью _____ называют математическими? Выбрать правильные ответы.</p> <p>уравнений, <b>+33%</b>; логических соотношений, <b>+33%</b>; таблиц, <b>+33%</b>; диаграмм, <b>-33%</b>; графиков, <b>-33%</b>; анимационных фрагментов, <b>-33%</b></p>
7.	<p>Компьютерные модели, описанные с помощью _____ называют структурно-функциональными? Выбрать правильные ответы.</p> <p>графиков, анимационных фрагментов <b>+25%</b>; гипертекстов, <b>+25%</b>; таблиц <b>+25%</b>; уравнений, <b>-50%</b>; логических соотношений, <b>-50%</b></p>
8.	<p>Что входит в понятие "качественные результаты" компьютерной программы? Выбрать правильные ответы.</p> <p>Обнаружение неизвестных заранее свойств объекта. <b>+33%</b>; Динамика развития исследуемого объекта. <b>+33%</b>; Устойчивость исследуемого объекта. <b>+33%</b>; Соответствие показателей исследуемого объекта заданным критериям. <b>50%</b>; Числовые показатели исследуемого объекта. <b>-50%</b></p>
9.	<p>В понятие "Машинный эксперимент" входят _____ методы исследования. Выбрать правильные ответы.</p> <p>расчетный, <b>+33%</b>; статистический, <b>+33%</b>; имитационный, <b>+33%</b>; табличный, <b>-50%</b>; числовой, <b>-50%</b></p>
10.	<p>В какой форме возможно получение результатов расчетного метода моделирования? Выбрать правильные ответы.</p> <p>Табличной. <b>+50%</b>; Графической. <b>+50%</b>; В виде анимационных фрагментов. <b>-50%</b>; В виде текста. <b>-50%</b></p>
11.	<p>Какие цели ставит исследователь перед компьютерным моделированием?</p> <p>Выбрать правильные ответы.</p> <p>Познание окружающего мира. <b>+25%</b>; Понимание устройства объекта. <b>+25%</b>;</p>

	Создание объектов с заданными свойствами. <b>+25%</b> ; Определение последствий воздействия на объект. <b>+25%</b>
12.	<p>Математической модели присущи _____ свойства. Выбрать правильные ответы.</p> <p>Полнота. <b>+20%</b>; Надежность. <b>+20%</b>; Адекватность. <b>+20%</b>; Аутентичность. <b>+20%</b>; Универсальность. <b>+20%</b>; Граничность. <b>-33%</b>; Специфичность. <b>-33%</b></p> <p>Членимость. <b>-33%</b></p>
13.	<p>Экономичность математической модели определяется _____ факторами. Выбрать правильные ответы.</p> <p>затратами машинного времени на прогон модели; <b>+50%</b>; затратами оперативной памяти, необходимой для размещения модели; <b>+50%</b>; материальными затратами на реализацию; <b>-50%</b>; финансовыми затратами на реализацию; <b>-50%</b></p>
14.	<p>Компьютерное моделирование дает возможность _____. Выбрать правильные ответы.</p> <p>Изучать неповторяющиеся явления. <b>+20%</b>; Изучать абстрактные объекты. <b>+20%</b>; Визуализировать изучаемые объекты. <b>+20%</b>; Изучать объекты во временном континууме. <b>+20%</b></p> <p>Изучать объекты без риска для здоровья наблюдателя. <b>+20%</b></p>
15.	<p>Аналитическое моделирование основано на _____.</p> <p>=косвенном описании объекта с помощью набора математических формул.~прямом описании объекта с помощью набора математических формул.~ наборе математических формул и таблиц.~ наборе математических формул, таблиц и графического материала, описывающего объект</p>
16.	<p>Одно из основных назначений имитационного моделирования состоит в _____</p> <p>= оценке различных вариантов технических решений, стратегий управления при поиске оптимальной структуры системы;</p> <p>~ оценке себестоимости различных вариантов технических решений;~определения вида и величины внешних воздействий на объект, для выполнения поставленной задачи;</p>
17.	<p>Какие факторы влияют на вид математической модели? Выбрать правильные ответы.</p> <p>Природа исследуемого объекта. <b>+25</b>; Задачи исследуемого объекта. <b>+25</b>; Требования по достоверности решения. <b>+25</b>; Требования по точности решения. <b>+25</b>; Требования по затратам на исследование. <b>-50%</b>; Материальные возможности</p>

	исследователя.-50%
18.	<p>Укажите последовательность применения математической модели.</p> <p>Реальный объект → Постановка задачи</p> <p>Постановка задачи → Разработка математической модели</p> <p>Разработка математической модели → Выбор метода решения задачи</p> <p>Выбор метода решения задачи → Получение решения</p>
19.	<p>Может ли математическая модель быть точным отражением реального объекта, и почему?</p> <p>=Нет, так как математическая модель - приближенное описание объекта.~Нет, так как математическая модель не может адекватно отражать свойства объекта.~ Да, надо только найти соответствующий математический аппарат.~ Да, так как это входит в задачу математического описания объекта.</p>
20.	<p>Аналитические модели могут быть записаны в виде _____. Выберите правильные ответы.</p> <p>Формул. +50%; Уравнений. +50%; Специальных алгоритмов. -50%; Специальных программ. -50%</p>
21.	<p>Имитационные модели могут быть записаны в виде _____. Выберите правильные ответы.</p> <p>Формул. -50%; Уравнений. -50%; Специальных алгоритмов. +50%; Специальных программ.+50%</p>
22.	<p>Установить связь между видом модели и ее свойством.</p> <p>Статическая → не зависит от времени</p> <p>Динамическая → - зависит от времени</p> <p>Детерминированная → взаимосвязи заданы точно</p> <p>Стохастическая → параметры модели могут быть случайными величинами</p> <p>Разрешимые → аналитическое исследование может быть доведено до конца.</p>
23.	<p>Установить связь между методом моделирования и способом задания (решения) функций модели.</p> <p>Аналитические → заданы явно в виде функции одной или нескольких переменных</p> <p>Численные → приближенные способы решения типовых математических задач</p> <p>Эмпирические → использование экспериментальных данных, полученных при испытаниях объектов</p>

24.	<p>Надо ли учитывать наличие погрешности измерения входных параметров при математическом моделировании, и почему?</p> <p>= Обязательно, так как эта погрешность скажется на достоверности конечных результатов.~Не надо, так как это виртуальный эксперимент.~ Не надо, так как современные средства измерений позволяют пренебречь этой погрешностью</p>
25.	<p>Основная задача математического моделирования _____. Выбрать правильные ответы.</p> <p>выделение законов в природе, обществе и технике, <b>+50%</b>; запись законов на языке математики, <b>+50%</b>; обоснование законов в природе, обществе и технике, <b>-+20%</b>; нахождение законов в природе, обществе и технике, <b>-+20%</b>; запись законов в виде математических формул, <b>-+20%</b>; запись законов в табличном виде, <b>-+20%</b>; запись законов в графическом виде, <b>-+20%</b></p>

**Промежуточные тестовые задания для модулей 3и 4.**

1.	<p>Основные преимущества метода конечных элементов _____. Выбрать правильные ответы.</p> <p>доступность,<b>+25%</b>, простота его понимания,<b>+25%</b>,применимость метода для задач с произвольной формой области решения,<b>+25%</b>, возможность создания универсальных программ для ЭВМ <b>+25%</b>, возможность создания программ для исследования любых объектов,<b>-100%</b></p>
2.	<p>В общем случае алгоритм метод конечных элементов состоит из следующих этапов _____. Выбрать правильные названия этапов.</p> <p>Выделение конечных элементов. <b>+25%</b>; Определение функции элемента. <b>+25%</b>; Объединение конечных элементов в ансамбль. <b>+25%</b>; Определение вектора узловых значений функции. <b>+25%</b>; Составление топологической информации. <b>33%</b>; Нумерация узлов элементов. <b>33%</b>; Разбивка области на элементы и подэлементы. <b>-33%</b></p>
3.	<p>Ширина полосы матрицы коэффициентов системы зависит от ____.</p> <p>=числа степеней свободы узлов и способа нумерации последних.~числа степеней свободы.~ способа нумерации узлов.</p>
4.	<p>Связана ли ширина полосы матрицы коэффициентов системы уравнений с объемом требуемой оперативной памяти?</p> <p>=Связана пропорциональной зависимостью.</p> <p>Не связана.</p> <p>~ Связана обратно пропорциональной зависимостью.~Связана квадратич-</p>

	ной зависимостью. ~ Связана кубической зависимостью.
5.	<p>Как связана ширина полосы "L" с разностью между номерами узлов для отдельного элемента "N" и числом степеней свободы "M"</p> <p>= <math>L=(N+1) \times M</math>. ~ <math>L= N \times M</math>. ~ <math>L = N/ M</math>. ~ <math>L = M/ N</math>. ~ <math>L = (N+1)/ M</math>. ~ <math>L = M/(N+1)</math>. ~ <math>L=( M +1) \times N</math></p>
6.	<p>При составлении топологической информации необходимо указывать _____ . Выбрать правильные ответы.</p> <p>тип конечного элемента, <b>+20%</b>; порядковый номер конечного элемента, <b>+20%</b>; координаты узлов, <b>+20%</b>; информацию о соединении элементов между собой, <b>+20%</b>; значения физических параметров объекта в пределах каждого конечного элемента, <b>+20%</b></p>
7.	<p>Значение непрерывной функции <i>ив</i> в произвольной точке (e)-го конечного элемента аппроксимируется полиномом _____</p> <p>= <math>\varphi^{(e)} = A^{(e)T} \times R + A_0</math>. ~ <math>\varphi^{(e)} = A \times R + A_0</math>. ~ <math>\varphi^{(e)} = A^{(e)T} + A_0</math>.</p> <p>~ <math>\varphi^{(e)} = A^{(e)T} \times R - A_0</math></p>
8.	<p>Между векторами <math>\Phi^{(e)}(e=1,2,\dots,N)</math> и вектором <math>\Phi</math> существует топологическая связь _____</p> <p>= <math>\Phi^{(e)} = \Delta^{(e)} \times \Phi</math>; <math>e = 1, 2, \dots, N</math>. ~ <math>\Phi^{(e)} = \Delta^{(e)} \times \Phi^2</math>; <math>e = 1, 2, \dots, N</math></p> <p>~ <math>\Phi^{(e)} = \Delta^{(e)}/\Phi^2</math>; <math>e = 1, 2, \dots, N</math></p>
9.	<p>Алгоритм определения вектора узловых значений функции состоит из следующих этапов: _____ .</p> <p>Выбор функционала <i>F</i>, зависящего для стационарных задач от искомой функции <i>и</i> и ее частных производных <math>du/dx</math>, <math>du/dy</math>, <math>du/dt</math>. <b>+25%</b>; Подстановка аппроксимирующего выражения. <b>+25%</b>; Вычисление производных <math>du/dx</math>, <math>du/dy</math>, <math>du/dz</math>. <b>+25%</b>; Минимизация по вектору <math>\Phi</math> функционала <i>F</i>. <b>+25%</b>; Вычисление связи между векторами <math>\Phi^{(e)}(e=1,2,\dots,N)</math> и вектором <math>\Phi</math>. <b>-50%</b>; Вычисление коэффициентов аппроксимирующего полинома. <b>-50%</b></p>
10.	<p>Какие возмущения учитывают в статистической модели объекта?</p> <p>= Случайные. ~ Систематические. ~ Систематические закономерно изменяющиеся. Грубые ошибки. ~ Выплески.</p>
11.	<p>Методика статистического моделирования состоит из следующих этапов: _____ . Выбрать правильные ответы.</p> <p>Моделирование на ЭВМ псевдослучайных последовательностей. <b>+33%</b>; Использование полученных числовых последовательностей в имитационных ма-</p>

	<p>тематических моделях. <b>+33%</b>; Статистическая обработка результатов моделирования. <b>+33%</b>; Использование полученных числовых последовательностей в имитационных физических моделях. <b>-50%</b>; Моделирование на ЭВМ детерминированных последовательностей. <b>-50%</b></p>
12.	<p>Входит ли замена непосредственной деятельности человека в неблагоприятных условиях в задачу компьютерного моделирования, и почему?</p> <p>= Да, так при исследовании объекта возможно использование вместо человека его макет. ~ Нет, это входит в компетенцию охраны труда человека. ~ Нет, т.к. это в компетенцию автоматизации и механизации труда человека.</p>
13.	<p>Надо ли сравнивать стоимость исследований и внедрения объекта и стоимость компьютерного моделирования, и почему?</p> <p>= Да, так как материальные затраты на подготовку и проведение экспериментов не должны превышать затраты на вычисления.</p> <p>~ Нет, так как стоимость программных блоков по определению не превышает величину затрат на подготовку и проведение экспериментов. ~ Нет, так как стоимость входит в компетенцию экономических наук. ~ Нет, так как стоимость труда квалифицированных программистов превышает стоимость труда инженеров - исследователей.</p>
14.	<p>Какие свойства из ниже перечисленных входят в общие свойства модели?</p> <p>Выбрать правильные ответы.</p> <p>Приблизительность. <b>+33%</b>; Адекватность. <b>+33%</b>; Информативность. <b>+33%</b>; Членимость. <b>-33%</b>; Свойства связи. <b>-33%</b>; Интегративность. <b>-33%</b></p>
15.	<p>Какое свойство из ниже перечисленных не входит в общие свойства модели?</p> <p>= Интегративность. ~ Полнота. ~ Приблизительность. ~ Адекватность. ~ Потенциальность.</p>
16.	<p>Реальная модель это _____.</p> <p>= Компромисс между затратами на её построение и ущербом от неточности её применения. ~ Модель, обеспечивающая минимум затрат на ее построение. ~ Модель, обеспечивающая наибольшее соответствие исследуемому объекту. ~ Модель, обеспечивающая минимальный ущерб от ее применения.</p>
17.	<p>Какой критерий необходимо соблюдать при улучшении модели?</p> <p>= Баланс «затраты - эффект». ~ "Достижимость цели исследования". ~ Применение бритвы Оккама «Не следует множить сущее без необходимости».</p>

18.	<p>Внешняя среда есть совокупность элементов _____.</p> <p>= не принадлежащих системе, но связанных с ней и оказывающих на нее существенное влияние; ~не принадлежащих системе, не связанных с ней и оказывающих на нее существенное влияние; ~ оказывающих на систему существенное влияние;</p>
19.	<p>Для каких объектов рационально применять имитационное моделирование? Выбрать правильные ответы.</p> <p>Для которых еще не разработаны аналитические модели. <b>+25%</b>; Для которых создание аналитической модели принципиально невозможно. <b>+25%</b>; Для которых не разработаны методы решения полученной модели. <b>+25%</b>; Для которых решения неустойчивы. <b>+25%</b>; Для любых. <b>.-33%</b>; Для простых по структуре. <b>.-33%</b>; Для сложных по структуре. <b>-33%</b></p>
20.	<p>Под процессом имитационного исследования понимается _____. Выбрать правильные ответы.</p> <p>разработка логико-математической модели объекта; <b>+16,6%</b>; разработка набора алгоритмов, описывающих поведение объекта (имитационная модель); <b>+16,6%</b>; отладка и испытание компьютерной программы; <b>+16,6%</b>; разработка алгоритма возмущений (воздействий); <b>+16,6%</b>; направленный вычислительный эксперимент; <b>+16,6%</b>; формулировка выводов об адекватности модели реальному объекту (системе), и о реакции системы на возмущения; <b>+16,6%</b></p>
21.	<p>Связать уровни построения модели с ее названием.</p> <p>неформализованный → концептуальная модель;</p> <p>формализованный → формальная модель;</p> <p>программный → имитационная модель.</p>
22.	<p>Какие задачи должен решать моделирующий алгоритм имитационного моделирования? Выбрать правильные ответы.</p> <p>моделирование элементарных элементов исследуемого объекта; <b>25%</b>; учет взаимодействия элементарных процессов и объединение их в единый процесс; <b>+25%</b>; обеспечение согласованной работы отдельных алгоритмов при реализации модели на ЭВМ; <b>+25%</b>; имитирование случайных факторов, влияющих на течение процесса; <b>+25%</b></p>
23.	<p>Позволяет ли имитационная модель исследовать структуру объекта?</p> <p>= Нет, так как она является функциональной. ~Позволяет, при составлении соответствующего алгоритма.</p>

24.	<p>Имитируя различные реальные ситуации на имитационных моделях, исследователь получает возможность _____? Выбрать правильные ответы.</p> <p>Оценить эффективности различных принципов управления объектом. <b>+25%</b>; Сравнить эффективность различных вариантов структуры объекта. <b>+25%</b>; Определить степень влияния изменений параметров объекта и начальных условий на его показатели. <b>+25%</b>; Определить степень влияния изменений возмущающих воздействий на показатели объекта. <b>+25%</b>; Оценить сложность структуры объекта. <b>-100%</b></p>
25.	<p>Имитационные модели обладают следующими недостатками _____. Выбрать правильные ответы.</p> <p>Требует больших затрат времени. <b>+33%</b>; Требует больших финансовых затрат. <b>+33%</b>; Модель качественная. <b>+33%</b>; Не позволяет оценить влияние на объект возмущающих воздействий. <b>-50%</b>; Не позволяет увидеть состояние системы в динамике. <b>-50%</b></p>

**Промежуточные тестовые задания для модулей 5и 6.**

1.	<p>Элементами матриц могут быть: _____. Выбрать правильные ответы.</p> <p>действительные числа; <b>+20%</b>; нули или единицы, которые могут трактоваться, как логические значения «истина» или «ложь»; <b>+20%</b>; функции; <b>+20%</b>; дифференциальные операторы; <b>+20%</b>; другие матрицы; <b>+20%</b></p>
2.	<p>Соотнести название матрицы с числом ее строк (n) и столбцов (m).</p> <p>Квадратная <math>\rightarrow n \times m</math>;</p> <p>Матрица строка <math>\rightarrow n \times 1</math>;</p> <p>Матрица столбец <math>\rightarrow m \times 1</math>;</p> <p>Прямоугольная матрица <math>\rightarrow n \neq m</math>;</p>
3.	<p>Чему равен определитель матрицы первого порядка?</p> <p><math>= \det A = a_{11}</math>; <math>\sim \det A = a_{11} \times a_{22} - a_{12} \times a_{21}</math>; <math>\sim \det A = a_{11} \times a_{22} + a_{12} \times a_{21}</math></p>
4.	<p>Чему равен определитель матрицы второго порядка?</p> <p><math>= \det A = a_{11} \times a_{22} - a_{12} \times a_{21}</math>; <math>\sim \det A = a_{11} \times a_{22} + a_{12} \times a_{21}</math>;</p> <p><math>\sim \det A = a</math></p>
5.	<p>Чему равна сумма матриц [B] + [C]?</p> <p><math>= [A] = [B] + [C]</math> если для всех i и j <math>A_{ij} = B_{i1} + C_{ij}</math>; <math>\sim [A] = [B] + [C]</math> если для всех i <math>A_i = B_i + C_i</math>; <math>\sim [A] = [B] + [C]</math> если для всех j <math>A_j = B_j + C_j</math>; <math>\sim [A] = [B] + [C]</math> если для всех i и j <math>A_{ij} = B_{i1} - C_{ij}</math></p>
6.	<p>Чему равна разница матриц [B] - [C]?</p>

	<p><math>= [A] = [B] - [C]</math> если для всех <math>i</math> и <math>j</math> <math>A_{ij} = B_{ij} - C_{ij}</math>; <math>\sim [A] = [B] - [C]</math> если для всех <math>i</math> <math>A_i = B_i - C_i</math>; <math>\sim [A] = [B] - [C]</math> если для всех <math>j</math> <math>A_j = B_j - C_j</math>; <math>\sim [A] = [B] - [C]</math> если для всех <math>i</math> и <math>j</math> <math>A_{ij} = B_{ij} + C_{ij}</math></p>
7.	<p>Какое утверждение справедливо только для обращения матрицы <math>[A]</math>?</p> <p><math>=</math> если <math>[B]=[A]^{-1}</math>, то <math>[A]x[B] = [B]x[A]</math>; <math>\sim</math> если <math>[B]=[A]^{-1}</math>, то <math>[A]x[B] \neq [B]x[A]</math></p>
8.	<p>Чему равно транспонирование произведения нескольких матриц?</p> <p><math>=</math> если <math>[B] = [A]^T</math>, то <math>([A] \times [B] \times \dots \times [C])^T = [C]^T \times [B]^T \times \dots \times [A]^T</math></p> <p><math>\sim</math> если <math>[B] = [A]^T</math>, то <math>([A] + [B] + \dots + [C])^T = [C]^T + [B]^T + \dots + [A]^T</math></p> <p><math>\sim</math> если <math>[B] = [A]^T</math>, то <math>([A] \times [B] \times \dots \times [C])^T \pm [C]^T \times [B]^T \times \dots \times [A]^T</math></p>
9.	<p>Как изменятся компоненты двумерного вектора при повороте координатных осей на угол <math>\alpha</math>?</p> <p><math>= \{x'=x\cos \alpha + y\sin \alpha; y'=y\cos \alpha - x\sin \alpha\}</math>; <math>\sim \{x'=y\cos \alpha - x\sin \alpha; y'=x\cos \alpha + y\sin \alpha\}</math>; <math>\sim \{x'=x\cos \alpha + y\sin \alpha; y'=y\cos \alpha + x\sin \alpha\}</math>; <math>\sim \{x'=y\cos \alpha + x\sin \alpha; y'=x\cos \alpha + y\sin \alpha\}</math></p>
10.	<p>Дифференциальный оператор «набла», определяемый в декартовой системе координат <math>(x, y, z)</math> как _____.</p> <p><math>= \nabla=(\partial/\partial x; \partial/\partial y; \partial/\partial z)</math>; <math>\sim \nabla=(\partial^2/\partial x^2; \partial^2/\partial y^2; \partial^2/\partial z^2)</math>; <math>\sim \nabla=(\partial^3/\partial x^3; \partial^3/\partial y^3; \partial^3/\partial z^3)</math></p>
11.	<p>Как определяется градиент поля <math>F</math>?</p> <p><math>= \nabla F= (\partial F/\partial x; \partial F/\partial y; \partial F/\partial z)</math>; <math>\sim \nabla F= F \times (\partial F/\partial x; \partial F/\partial y; \partial F/\partial z)</math>;</p> <p><math>\sim \nabla F= F \times (\partial/\partial x; \partial/\partial y; \partial/\partial z)</math></p>
12.	<p>Что такое "дивергенция вектора <math>F</math>"?</p> <p><math>=</math> Скалярное произведение вектора <math>\nabla</math> и векторного поля <math>F</math>. <math>\sim</math> Произведение вектора <math>\nabla</math> и векторного поля <math>F</math>. <math>\sim</math> Сумма вектора <math>\nabla</math> и векторного поля <math>F</math>. <math>\sim</math> Разность вектора <math>\nabla</math> и векторного поля <math>F</math></p>
13.	<p>Сопоставьте величину <math>\text{div}F</math> и свойство точки поля.</p> <p><math>\text{div}F &gt; 0 \rightarrow</math> точка поля является источником</p> <p><math>\text{div}F &lt; 0 \rightarrow</math> точка поля является стоком</p> <p><math>\text{div}F = 0 \rightarrow</math> стоков и источников нет, или они компенсируют друг друга</p>
14.	<p>Что такое оператор Лапласа?</p> <p><math>=</math> Скалярное произведение <math>\nabla \times \nabla = \nabla^2</math>; <math>\sim</math> Скалярное произведение векторов <math>\nabla</math> и <math>F</math>. <math>\sim</math> Сумма векторов <math>\nabla</math> и <math>F</math>. <math>\sim</math> Поворот вектора <math>\nabla</math> вокруг вектора <math>F</math>.</p>
15.	<p>В чем состоит идеализация физической постановки задачи?</p> <p><math>=</math> В допущениях, которые приведут к системе дифференциальных уравнений, представляющих математическую постановку задачи.</p>

	<p>~ В допущениях, которые упростят построение математической модели.~ В допущениях, которые позволят с заданной точностью достичь поставленных целей анализа.</p>
16.	<p>Эффективность математической модели определяется _____. Выбрать правильные ответы.</p> <p>Точностью с которой результат, полученный выбранной моделью совпадает с результатами полученным при решении наиболее полной математической модели. <b>+50%</b>; Соотношением "точность полученных результатов" - затраты (машинного времени, финансовые или иные) на достижение этой точности. <b>+50%</b>; Заданной точностью достижения поставленных целей анализа. <b>-50%</b>; Заданной точностью совпадения с физической моделью объекта. <b>-50%</b></p>
17.	<p>Этапы решения МКЭ _____. Выбрать правильные ответы.</p> <p>Выделение конечных элементов.</p> <p>Определение функции элемента.</p> <p>Объединение конечных элементов в ансамбль.</p> <p>Определение вектора узловых значений функции. <b>+25%</b></p>
18.	<p>Предназначение препроцессора _____</p> <p>= Ввод и подготовки всей информации, необходимой для решения задачи.~Решение системы линейных или нелинейных уравнений.</p> <p>~ Извлечение значащей информации.~Представление численной информации в графической форме.</p>
19.	<p>Что включает в себя описание физических характеристик? Выбрать правильные ответы.</p> <p>описание физических характеристик материалов; <b>+20%</b>; описание источников; <b>+20%</b>; описание граничных условий; <b>+20%</b></p> <p>описание начальных условий для нестационарных задач; <b>+20%</b></p> <p>описание физических свойств объекта; <b>-50%</b>; описание физических или иных условий существования объекта. <b>-50%</b></p>
20.	<p>Генерация сети в области заключается в _____. Выбрать правильные ответы.</p> <p>формировании совокупности узлов; <b>+33%</b>; формировании совокупности конечных элементов, обеспечивающих приемлемую дискретизацию области; <b>+33%</b>; формировании размера ячейки сети; <b>-50%</b>; формировании граничных условий ячеек; <b>-50%</b></p>

21.	Какие параметры характеризуют узлы ячеек? = Координаты.~Размер ячейки сети.~ Тип и перечень узлов.~ Границы.
22.	Полученное процессором решение не может непосредственно использоваться так как _____. Выбрать правильные ответы. Значения переменных в узлах сетки не всегда имеют четкий физический смысл. <b>+50%</b> ; Масса необработанной численной информации, велика для восприятия пользователем. <b>+50%</b> ;Используется двоично восьмеричный код представления информации <b>-50%</b> ; Используется двоичный код представления информации; <b>-50%</b>
23	Соотнести вид с типом организации ПО для МКЭ. "Ввод, вычисление, вывод" → единая программа "Ввод, вывод" → "Вычисление" → программы с разделением функций "Ввод" → "Вывод" → "Вычисление" → отдельные программы
24	В каких случаях эффективна единая программа? = Когда необходимо многочисленное повторение цикла ввод - расчет-вывод.~Когда нет повторений цикла ввод - расчет-вывод.~ При математической модели в виде системы линейных уравнений.
25	Что такое "многодисциплинарные программы"? = Программы служащие для решения сходных задач, происходящих из различных дисциплин.~ Программы для решения однотипных задач, из различных разделов физики.~ Программы для решения однотипных задач, из различных разделов химии.

***Итоговые тестовые задания***

1.	Установить соответствие между видом модели и ее свойством. Статическая модель → не зависит от времени Динамическая модель → - зависит от времени Детерминированная модель → взаимосвязи заданы точно Стохастическая модель → параметры модели могут быть случайными величинами Разрешимые модели → аналитическое исследование может быть доведено до конца.
2.	Какие факторы влияют на вид математической модели? Выбрать правильные ответы. Природа исследуемого объекта. <b>+25</b> ; Задачи исследуемого объекта. <b>+25</b> ; Требования

	<p>ния по достоверности решения. <b>+25</b>; Требования по точности решения. <b>+25</b>; Требования по затратам на исследование. Материальные возможности исследователя. <b>-50%</b></p>
3.	<p>Надо ли учитывать наличие погрешности измерения входных параметров при математическом моделировании, и почему?</p> <p>= Обязательно, так как эта погрешность скажется на достоверности конечных результатов. ~ Не надо, так как это виртуальный эксперимент. ~ Не надо, так как современные средства измерений позволяют пренебречь этой погрешностью</p>
4.	<p>Может ли математическая модель быть точным отражением реального объекта, и почему?</p> <p>= Нет, так как математическая модель - приближенное описание объекта. ~ Нет, так как математическая модель не может адекватно отражать свойства объекта. ~ Да, надо только найти соответствующий математический аппарат. ~ Да, так как это входит в задачу математического описания объекта.</p>
5.	<p>Аналитические модели могут быть записаны в виде _____. Выберите правильные ответы.</p> <p>Формул. <b>+50%</b>; Уравнений. <b>+50%</b>; Специальных алгоритмов. <b>-50%</b>; Специальных программ. <b>-50%</b></p>
6.	<p>Установить соответствие между методом моделирования и способом задания (решения) функций модели.</p> <p>Аналитические методы → заданы явно в виде функции одной или нескольких переменных</p> <p>Численные методы → приближенные способы решения типовых математических задач</p> <p>Эмпирические методы → использование экспериментальных данных, полученных при испытаниях объектов</p>
7.	<p>Основная задача математического моделирования _____. Выберите правильные ответы.</p> <p>выделение законов в природе, обществе и технике, <b>+50%</b>; запись законов на языке математики, <b>+50%</b>; обоснование законов в природе, обществе и технике, <b>-25%</b>; нахождение законов в природе, обществе и технике, <b>-25%</b>; запись законов в виде математических формул, <b>-25%</b>; запись законов в табличном виде, <b>-25%</b>.</p>
8.	<p>К недостаткам экспериментального моделирования относятся _____. Выберите правильные ответы.</p> <p>высокая стоимость подготовки и проведения экспериментов, <b>+50%</b>; получение</p>

	<p>частного знания о свойствах и поведении объекта, <b>+50%</b>; низкая достоверность выводов, <b>-33%</b>; низкая сходимость результатов, низкая информативность выводов, <b>-33%</b>;</p>
9.	<p>Имитируя различные реальные ситуации на имитационных моделях, исследователь получает возможность _____? Выбрать правильные ответы.</p> <p>Оценить эффективности различных принципов управления объектом. <b>+25%</b>;</p> <p>Сравнить эффективность различных вариантов структуры объекта. <b>+25%</b>; Определить степень влияния изменений параметров объекта и начальных условий на его показатели. <b>+25%</b>; Определить степень влияния изменений возмущающих воздействий на показатели объекта. <b>+25%</b>; Оценить сложность структуры объекта. <b>-100%</b></p>
10.	<p>Связать уровни построения модели с ее названием.</p> <p>неформализованный → концептуальная модель;</p> <p>формализованный → формализованный</p> <p>программный → имитационная модель.</p>
11.	<p>Для каких объектов рационально применять имитационное моделирование? Выбрать правильные ответы.</p> <p>Для которых еще не разработаны аналитические модели. <b>+25%</b>;</p> <p>Для которых создание аналитической модели принципиально невозможно. <b>+25%</b>;</p> <p>Для которых не разработаны методы решения полученной модели. <b>+25%</b>; Для которых решения неустойчивы. <b>+25%</b>; Для любых. <b>-33%</b>; Для простых по структуре. <b>-33%</b>; Для сложных по структуре. <b>-33%</b>;</p>
12.	<p>Реальная модель это _____.</p> <p>= Компромисс между затратами на её построение и ущербом от неточности её применения. ~ Модель, обеспечивающая минимум затрат на ее построение. ~ Модель, обеспечивающая наибольшее соответствие исследуемому объекту. ~ Модель, обеспечивающая минимальный ущерб от ее применения.</p>
13.	<p>Значение непрерывной функции <math>\varphi</math> в произвольной точке <math>(e)</math>-го конечного элемента аппроксимируется полиномом _____</p> <p><math>= \varphi^{(e)} = A^{(e)T} \times R + A_0</math>; <math>\sim \varphi^{(e)} = A \times R + A_0</math></p> <p><math>\sim \varphi^{(e)} = A^{(e)T} + A_0</math>; <math>\sim \varphi^{(e)} = A^{(e)T} \times R - A_0</math></p>
14.	<p>Между векторами <math>\Phi^{(e)}</math> (<math>e=1,2,\dots,N</math>) и вектором <math>\Phi</math> существует топологическая связь _____</p> <p><math>= \Phi^{(e)} = \Delta^{(e)} \times \Phi</math>; <math>e = 1, 2, \dots, N</math>; <math>\sim \Phi^{(e)} = \Delta^{(e)}/\Phi</math>; <math>e = 1, 2, \dots, N</math>; <math>\sim \Phi^{(e)} = \Delta^{(e)} \times \Phi^2</math>; <math>e = 1, 2, \dots, N</math>; <math>\sim \Phi^{(e)} = \Delta^{(e)}/\Phi^2</math>; <math>e = 1, 2, \dots, N</math></p>

15.	Какие возмущения учитывают в статистической модели объекта? = Случайные.~Систиматичекие.~ Грубые ошибки.~ Любые.
16.	Какие свойства из ниже перечисленных входят в общие свойства модели? Выбрать правильные ответы. Приблизительность. +33%; Адекватность. +33%; Информативность. +33%; Членимость..-33%; Свойства связи..-33%; Интегративность.-33%;
17.	Как получают ротор вектора F? = В результате векторного произведения векторов $\nabla$ и F.~ В результате сложения векторов $\nabla$ и F.~ В результате поворота вектора F.
18.	Соотнести вид с типом организации ПО для МКЭ. "Ввод, вычисление, вывод" → единая программа "Ввод, вывод" → "Вычисление" → программы с разделением функций "Ввод" → "Вывод" → "Вычисление" → отдельные программы
19.	Как изменятся компоненты двумерного вектора при повороте координатных осей на угол $\alpha$ ? = $\{x'=x\cos \alpha + y\sin \alpha; y'=y\cos \alpha - x\sin \alpha\}$ ; ~ $\{x'=y\cos \alpha - x\sin \alpha; y'=x\cos \alpha + y\sin \alpha\}$ ; ~ $\{x'=x\cos \alpha + y\sin \alpha; y'=y\cos \alpha + x\sin \alpha\}$ ; ~ $\{x'=y\cos \alpha + x\sin \alpha; y'=x\cos \alpha + y\sin \alpha\}$
20.	Как определяется градиент поля F? = $\nabla F = (\partial F/\partial x; \partial F/\partial y; \partial F/\partial z)$ ; ~ $\nabla F = F \times (\partial F/\partial x; \partial F/\partial y; \partial F/\partial z)$ ; ~ $\nabla F = F \times (\partial/\partial x; \partial/\partial y; \partial/\partial z)$
21.	Что такое "дивергенция вектора F"? = Скалярное произведение вектора $\nabla$ и векторного поля F.~ Произведение вектора $\nabla$ и векторного поля F.~ Сумма вектора $\nabla$ и векторного поля F.~ Разность вектора $\nabla$ и векторного поля F
22.	Что такое оператор Лапласа? = Скалярное произведение $\nabla \times \nabla = \nabla^2$ ; ~ Скалярное произведение векторов $\nabla$ и F.~ Сумма векторов $\nabla$ и F.~ Разница векторов $\nabla$ и F.
23.	В чем состоит идеализация физической постановки задачи? = В допущениях, которые приведут к системе дифференциальных уравнений, представляющих математическую постановку задачи.~ В допущениях, которые приведут к построению наиболее простой математической модели.~ В допущениях, которые позволят с заданной точностью достичь поставленных целей анализа.
24.	Что включает в себя описание физических характеристик? Выбрать правильные ответы.

	описание физических характеристик материалов; <b>+25%</b> ; описание источников; <b>+25%</b> ; описание граничных условий; <b>+25%</b> ; описание начальных условий для нестационарных задач; <b>+25%</b> ; описание физических свойств объекта; <b>-50%</b> ; описание физических или иных условий существования объекта. <b>-50%</b> ;
25.	К недостаткам экспериментального моделирования относятся _____. Выбрать правильные ответы. высокая стоимость подготовки и проведения экспериментов, <b>+50%</b> ; получение частного знания о свойствах и поведении объекта, <b>+50%</b> ; низкая достоверность выводов, <b>-33%</b> ; низкая сходимость результатов, <b>-33%</b> ; низкая информативность выводов, <b>-33%</b> ;

***Варианты вопросов к зачету и экзамену***

1. Моделирование объекта (определение и классификация).
2. Цели и задачи компьютерного моделирования.
3. Математическая модель (определение и свойства).
4. Компьютерная модель.
5. Основные преимущества компьютерного моделирования.
6. Вычислительный эксперимент.
7. Классификация математических моделей.
8. Аналитические методы математического моделирования.
9. Численные методы математического моделирования.
10. Эмпирические методы математического моделирования
11. Имитационное моделирование
12. Взаимосвязь между математической и компьютерной моделями процессов, явлений и объектов
13. Графическое моделирование.
14. Управление на основе моделей.
15. Краткая характеристика математических моделей, применяемых в компьютерном моделировании.
16. Общий алгоритм метода конечных элементов
17. Методика статистического моделирования
18. Общая схема метода Монте-Карло
19. Основные задачи проектирования объектов в машиностроении, решаемые с применением компьютерного моделирования
20. Общие свойства моделей
21. Классификация моделей по цели использования

22. Классификация моделей по области применения
23. Классификация моделей по способу представления
24. Виды моделирования
25. Кибернетическое моделирование
26. Моделирующий алгоритм имитационного моделирования
27. Имитационная модель
28. Основные этапы имитационного моделирования
29. Формулировка проблемы и определение целей имитационного исследования
30. Разработка концептуальной модели объекта моделирования
31. Формализация имитационной модели
32. Испытание и исследование свойств имитационной модели
33. Основные определения теории матриц.
34. Определитель матрицы
35. Основные операции над матрицами
36. Специальные виды матриц
37. Дифференциальные операторы
38. Физическая и математическая постановка задачи МКЭ
39. Этапы решения МКЭ
40. МКЭ. Выделение конечных элементов.
41. МКЭ. Определение функции элемента.
42. МКЭ. Определение вектора узловых значений функции.
43. МКЭ. Архитектура комплексов программ, основанных на методе конечных элементов
44. МКЭ. Функции процессора.
45. МКЭ. Функции постпроцессора.
46. МКЭ. Структура программного обеспечения для МКЭ.
47. МКЭ. Взаимодействие между программами.
48. МКЭ. Многодисциплинарные программы.
49. КЭ анализ

## Приложение Д

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
Московский политехнический университет

### Направление подготовки

15.04.01 "Машиностроение"

### Профиль подготовки (образовательная программа):

«Цифровые технологии литейного производства»

магистр,

форма обучения очная

### ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по учебной дисциплине

**«КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ в МАШИНО-  
СТРОЕНИИ»**

### Состав:

- 1. Паспорт фонда оценочных средств*
- 2. Описание оценочных средств:*

Реферат

Тесты

Вопросы к зачету и экзамену

Составители: доц., к.т.н. Черепяхин А.А.

Ст. преп. Кондратьев С.А.

Москва, 2022 год

**Паспорт ФОС по дисциплине "КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ в МАШИНОСТРОЕНИИ"**

Код компетенции	Элементы компетенции (части компетенции)	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины по рабочей программе	Периодичность контроля	Виды контроля	Способы контроля	Средства контроля
ОПК-6	<p><b>знать:</b> методы получения и обработки информации из различных источников с использованием современных информационных технологий; методы применения прикладных программных средств при решении практических задач с использованием методов компьютерного моделирования; методы выбора аналитических и численных методов при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении; методы разработки математических моделей исследуемых систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере;</p>	Модуль 1,2,3,7	ТЕК; ПА	З, Э	У	В, Эб
	<p><b>уметь:</b> получать и обрабатывать информацию из различных источников с использованием современных информационных технологий; применять прикладные программные средства при решении практических задач с использованием методов компьютерного моделирования; выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении; разрабатывать математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере</p>	Модуль 4,5,6,7	ТЕК; ПА	З, Э	У	В, Эб

	<p><b>владеть:</b> методами получения и обработки информации из различных источников с использованием современных информационных технологий; методами применения прикладных программных средств при решении задач с использованием методов компьютерного моделирования; методами выбора аналитических и численных методов при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении; методами разработки математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.</p>	Модуль 4,5,6,7	ТЕК; ПА	3, Э	У	В, Эб
ОПК-12	<p><b>знать:</b> методы получения и обработки информации из различных источников с использованием современных информационных технологий; методы применения прикладных программных средств при решении практических задач с использованием методов компьютерного моделирования; методы выбора аналитических и численных методов при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении; методы разработки математических моделей исследуемых систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере;</p>	Модуль 1,2,3,7	ТЕК; ПА	3, Э	У	В, Эб
	<p><b>уметь:</b> получать и обрабатывать информацию из различных источников с использованием современных информационных технологий; применять прикладные программные средства при решении практических задач с использованием методов компьютерного моделирования; выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей ма-</p>	Модуль 4,5,6,7	ТЕК; ПА	3, Э	У	В, Эб
			ТЕК;	3, Э	У	В, Эб

	шин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении; разрабатывать математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере <b>владеть:</b> методами получения и обработки информации из					
	различных источников с использованием современных информационных технологий; методами применения прикладных программных средств при решении задач с использованием методов компьютерного моделирования; методами выбора аналитических и численных методов при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении; методами разработки математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.	Модуль 4,5,6,7	ПА			

Сокращения: ТЕК - текущий контроль; ПА - промежуточная аттестация; Э - экзамен; Тк - тестовый контроль; У - устно; П - письменно; Т - тест; Эб - экзаменационный билет; В - вопрос; З - зачет.

## *Описание оценочных средств*

### **Реферат**

Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

**Примерные темы рефератов** - по тематике модулей.

**Шкала оценивания:** полнота раскрытия выбранной темы; процент заимствования не более 50%.

**Процедура применения:** выбор темы и согласование ее с лектором; обсуждение реферата на практическом занятии, участие в конференциях.

### **Тесты**

Промежуточные тестовые задания приведены в Приложении В.

**Шкала оценивания:** зачтено - не более 30% ошибок; не зачтено - более 30% ошибок.

**Процедура применения:** после изучения нечетного модуля студенту выдается 25 тестов.

### **Зачет**

Средство проверки знаний, умений, навыков. Включает в себя 3 вопроса соответствующие изучаемым модулям. Вопросы к зачету приведены в приложении Б.

### **Шкала оценивания:**

**"Зачтено"** - если студент глубоко и прочно освоил весь материал программы обучения, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при изменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

**"Незачтено"** - если студент не знает значительной части программного материала, допускает серьёзные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания.

**Процедура применения:** 2 вопроса, время на подготовку до 10 мин. Устный ответ.

### **Экзамен**

Средство проверки знаний, умений, навыков. Включает в себя 3 вопроса соответствующие изучаемым модулям. Экзаменационные билеты приведены в приложении Б.

### **Шкала оценивания:**

**"Отлично"** - если студент глубоко и прочно освоил весь материал программы обучения, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при изменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения.

**"Хорошо"** - если студент твёрдо знает программный материал, грамотно и по существу его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

**"Удовлетворительно"** - если студент освоил только основной материал программы, но не знает отдельных тем, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность изложения программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

**"Неудовлетворительно"** - если студент не знает значительной части программного материала, допускает серьёзные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания.

Каждое задание экзаменационного билета оценивается отдельно. Общей оценкой является среднее значение, округлённое до целого значения.

**Процедура применения:** Случайная выборка из 30 билетов, время на подготовку до 20 мин. Устный ответ.