

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего**  
**образования**  
**«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ**  
**УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Материаловедения, сварочных и аддитивных технологий»

**УТВЕРЖДЕНА:**  
на заседании кафедры  
Протокол №5 от 21 января 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ»**

Направление: 15.04.01 Машиностроение

Цифровые, аддитивные технологии в сварочном производстве

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной  
подписью  
Составитель программы: Рыжиков Игорь  
Николаевич  
Дата подписания: 09.06.2025

Документ подписан простой электронной  
подписью  
Утвердил и согласовал: Балановский Андрей  
Евгеньевич  
Дата подписания: 18.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

**1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

**1.1 Дисциплина «Цифровые технологии в машиностроении» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения**

| <b>Код, наименование компетенции</b>                                                                                                                                                                                         | <b>Код индикатора компетенции</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| ОПК-11 Способен организовывать и осуществлять профессиональную подготовку по образовательным программам в области машиностроения                                                                                             | ОПК-11.1                          |
| 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 | ОПК-12.1                          |

**1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы**

| <b>Код индикатора</b> | <b>Содержание индикатора</b>                                                                                                           | <b>Результат обучения</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-11.1              | Может организовать и осуществить профессиональную подготовку по применению компьютерных технологий в машиностроении                    | <b>Знать</b> возможности применения цифровых технологий при проведении профессиональной подготовки по образовательным программам в области машиностроения.<br><b>Уметь</b> применять цифровые технологии в области профессиональной подготовки по образовательным программам в области машиностроения<br><b>Владеть</b> навыками применения цифровых технологий при проведении профессиональной подготовки по образовательным программам в области машиностроения |
| ОПК-12.1              | Владеет современными цифровыми технологиями автоматизированного проектирования деталей и узлов машин, оборудования различной сложности | <b>Знать</b> назначение и возможности применения современных прикладных программных средств при решении задач автоматизированного проектирования.<br><b>Уметь</b> применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования деталей и узлов машин и оборудования<br><b>Владеть</b> навыками применения современных цифровых систем автоматизированного                                                                                |

|  |  |                                                      |
|--|--|------------------------------------------------------|
|  |  | проектирования деталей и узлов машин и оборудования. |
|--|--|------------------------------------------------------|

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Цифровые технологии в машиностроении» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: Нет

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Автоматизированное проектирование изделий сварочного и аддитивного производства», «Компьютерное моделирование процессов сварки и наплавки», «Имитационное моделирование в машиностроении»

## 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

| Вид учебной работы                                                 | Трудоемкость в академических часах<br>(Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа) |             |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|                                                                    | Всего                                                                                                         | Семестр № 1 |
| Общая трудоемкость дисциплины                                      | 144                                                                                                           | 144         |
| Аудиторные занятия, в том числе:                                   | 36                                                                                                            | 36          |
| лекции                                                             | 12                                                                                                            | 12          |
| лабораторные работы                                                | 24                                                                                                            | 24          |
| практические/семинарские занятия                                   | 0                                                                                                             | 0           |
| Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)            | 72                                                                                                            | 72          |
| Трудоемкость промежуточной аттестации                              | 36                                                                                                            | 36          |
| Вид промежуточной аттестации<br>(итогового контроля по дисциплине) | Экзамен                                                                                                       | Экзамен     |

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

#### Семестр № 1

| №<br>п/п | Наименование<br>раздела и темы<br>дисциплины                                  | Виды контактной работы |              |    |              |         |              | СРС |              | Форма<br>текущего<br>контроля |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------|----|--------------|---------|--------------|-----|--------------|-------------------------------|
|          |                                                                               | Лекции                 |              | ЛР |              | ПЗ(СЕМ) |              |     |              |                               |
|          |                                                                               | №                      | Кол.<br>Час. | №  | Кол.<br>Час. | №       | Кол.<br>Час. | №   | Кол.<br>Час. |                               |
| 1        | 2                                                                             | 3                      | 4            | 5  | 6            | 7       | 8            | 9   | 10           | 11                            |
| 1        | Введение в<br>технологии<br>компьютерного<br>математического<br>моделирования | 1                      | 2            |    |              |         |              |     |              | Устный<br>опрос               |
| 2        | Компьютерная<br>графика и<br>геометрическое<br>моделирование                  | 2                      | 2            | 1  | 2            |         |              | 3   | 22           | Устный<br>опрос               |
| 3        | Геометрическое<br>моделирование                                               | 3                      | 2            |    |              |         |              |     |              | Устный<br>опрос               |

|   |                                                                      |   |    |         |    |  |  |      |     |              |
|---|----------------------------------------------------------------------|---|----|---------|----|--|--|------|-----|--------------|
|   | объемных тел                                                         |   |    |         |    |  |  |      |     |              |
| 4 | Параметризация геометрических моделей. Моделирование объемных сборок | 4 | 2  | 2       | 6  |  |  |      |     | Устный опрос |
| 5 | Численные методы инженерного анализа                                 | 5 | 2  | 3, 4, 5 | 16 |  |  | 1, 2 | 50  | Устный опрос |
| 6 | Визуализация и оптимизация в инженерном анализе                      | 6 | 2  |         |    |  |  |      |     | Устный опрос |
|   | Промежуточная аттестация                                             |   |    |         |    |  |  |      | 36  | Экзамен      |
|   | Всего                                                                |   | 12 |         | 24 |  |  |      | 108 |              |

## 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

### Семестр № 1

| № | Тема                                                                 | Краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Введение в технологию компьютерного математического моделирования    | История развития компьютерных технологий. Актуальность моделирования в технике-. Применение компьютерных технологий в промышленности. Автоматизация проектирования и производства.                                                                                                                                                                                   |
| 2 | Компьютерная графика и геометрическое моделирование                  | Классификация и область применения графических и геометрических компьютерных моделей. Векторные графические модели. Растровые графические модели. Компьютерные геометрические модели. Моделирование линий. Построение поверхностей.                                                                                                                                  |
| 3 | Геометрическое моделирование объемных тел                            | Методы построения 3D-моделей (управление геометрическими моделями, синхронное моделирование, Булева геометрия, многодельное моделирование). Геометрические операции {выдавливание, вращение, кинематическая операция, операция по сечениям}. Гибридные геометрические модели                                                                                         |
| 4 | Параметризация геометрических моделей. Моделирование объемных сборок | Программная параметризация (алгоритмическая). Параметризация по истории построения (иерархическая). Эскизная параметризация (вариационная). Параметризация объемных геометрических моделей. Моделирование объемных сборок. Базовые функции моделирования сборок. Использование компьютерных сборок для организации процессов разработки сложных технических объектов |
| 5 | Численные методы инженерного анализа                                 | Основы метода конечных элементов (МКЭ). Общая схема компьютерной реализации МКЭ. Классификация и применимость конечных элементов                                                                                                                                                                                                                                     |

|   |                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6 | Визуализация и оптимизация в инженерном анализе | Методы визуализации в системах инженерного анализа. Искусство инженерного анализа. Ошибки идеализации, Погрешности моделирования. Погрешности расчетов. Ошибки интерпретации результатов. Методы оптимизации в инженерном анализе (параметрическая и структурная оптимизация) |
|---|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

##### Семестр № 1

| № | Наименование лабораторной работы                                       | Кол-во академических часов |
|---|------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Построение чертежа сечения в графическом редакторе APM GRAPH           | 2                          |
| 2 | Создание параметрической модели в редакторе APM Graph                  | 6                          |
| 3 | Моделирование и расчет металлоконструкции в APM Studio                 | 6                          |
| 4 | Моделирование и расчет группового болтового соединения в модуле APM    | 4                          |
| 5 | Моделирование и расчет металлоконструкции с учетом сварного соединения | 6                          |

#### 4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Семестр № 1

| № | Вид СРС                                                   | Кол-во академических часов |
|---|-----------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам) | 10                         |
| 2 | Подготовка к экзамену                                     | 40                         |
| 3 | Проработка разделов теоретического материала              | 22                         |

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: дискуссия, компьютерные имитации

#### 5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

##### 5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

###### 5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Рыжиков И.Н. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Цифровые технологии в машиностроении». - Иркутск, 2018. (электронный ресурс)

###### 5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

## **6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

### **6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля**

#### **6.1.1 семестр 1 | Устный опрос**

##### **Описание процедуры.**

В начале каждой лекции проводится устный опрос в течение 5-ти минут. Студентам задаются не сложные вопросы по теме предыдущей лекции. Опрос проводится выборочно, опрашиваются 5-6 студентов. Целью опроса является закрепление теоретического материала.

##### **Критерии оценивания.**

- при ответах на вопросы студент дает верный и полный ответ (отлично);
- ответ, в целом, верный, но не полный. Необходимость в уточняющих вопросах (хорошо);
- при ответе допускает значительные неточности. При ответах на дополнительные вопросы испытывает затруднения. Демонстрирует неполное, поверхностное усвоение материала (удовлетворительно);
- не знает ответа на вопрос (неудовлетворительно).

### **6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

#### **6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации**

| <b>Индикатор достижения компетенции</b> | <b>Критерии оценивания</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации</b>                                                         |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-11.1                                | На теоретические вопросы дает правильные и полные ответы. Выполняет практические задания по дисциплине в полном объеме в соответствии с установленными требованиями. На вопросы дает правильные и полные ответы. Выполняет практические задания по дисциплине в полном объеме в соответствии с установленными требованиями | Фонд оценочных средств по дисциплине «Цифровые технологии в машиностроении» . Вид промежуточной аттестации - экзамен |
| ОПК-12.1                                | На теоретические вопросы дает правильные и полные ответы.                                                                                                                                                                                                                                                                  | Фонд оценочных средств по                                                                                            |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                            |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Выполняет практические задания по дисциплине в полном объеме в соответствии с установленными требованиями. На вопросы дает правильные и полные ответы. Выполняет практические задания по дисциплине в полном объеме в соответствии с установленными требованиями | дисциплине «Цифровые технологии в машиностроении» . Вид промежуточной аттестации - экзамен |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|

## 6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

### 6.2.2.1 Семестр 1, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

#### 6.2.2.1.1 Описание процедуры

1. Формой итоговой аттестации по дисциплине является экзамен. Для подготовки к экзамену студентам выдается список вопросов по всему курсу.
2. Для допуска к экзамену студенты должны:
  - а) выполнить и защитить лабораторные работы;
  - б) получить среднюю положительную оценку за устный опрос на лекциях.
3. Для оценки знаний на экзамене студенту предлагается билет, содержащий два вопроса и задачу. В зависимости от ответа студента экзаменатор может задать дополнительные вопросы как связанные с темами вопросов, содержащихся в билете, так и не связанные с ними.

#### Пример задания:

1. Использование параметрической оптимизации при моделировании
2. Базовые функции моделирования сборок
3. Задача\_

#### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

| Отлично                                                                                                                                                                                             | Хорошо                                                                                                                                                                                              | Удовлетворительно                                                                                                                                                                                                    | Неудовлетворительно                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Усвоил материал курса глубоко и прочно, излагает его логически стройно, с полным пониманием существа вопроса. Правильно отвечает при видоизменении вопроса (вариантах), свободно выполняет задания, | Знает материал курса и умеет практически использовать его. В основном, удовлетворяет требованиям на оценку «хорошо», однако допускает при ответе несущественные неточности, погрешности в изложении | Знает основные положения курса, но не проявляет должную глубину в понимании существа вопросов. Допускает существенные неточности, поверхностные формулировки. Излагает материал не логично, испытывает затруднения в | Не знает основных положений курса либо не знает или не понимает значительной части материала, допускает существенные ошибки при ответах, не выполняет предложенные задания. |

|                              |  |                                 |  |
|------------------------------|--|---------------------------------|--|
| предлагаемые преподавателем. |  | практическом применении знаний. |  |
|------------------------------|--|---------------------------------|--|

## **7 Основная учебная литература**

1. Медведев Ф. В. Автоматизированное проектирование деталей сложной геометрии [Электронный ресурс] : монография : учебно-методическое пособие / Ф. В. Медведев; под общ. ред. Б. Б. Пономарева, 2008. - 101.
2. Прикладные системы компьютерного моделирования : сборник учебно-методических материалов / Ф. В. Медведев [и др.]; под общ. ред. А. М. Горленко, 2007. - 183.

## **8 Дополнительная учебная литература и справочная**

1. Пыхалов А. А. Математические модели в инженерных приложениях [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Пыхалов, 2011. - 180.

## **9 Ресурсы сети Интернет**

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

## **10 Профессиональные базы данных**

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

## **11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем**

1. APM WinMachine 16 (для классов)
2. Microsoft Office 2007 Standard - 2003 Suites и 2007 Suites - поставка 2010
3. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08\_2007

## **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5  
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
2. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5  
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
3. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5  
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
4. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5  
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
5. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5  
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1

6. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5  
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
7. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5  
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
8. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5  
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
9. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5  
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
10. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5  
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
11. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5  
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
12. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5  
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
13. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5  
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
14. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5  
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
15. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5  
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
16. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5  
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1