Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 16.06.2026 11:32:06
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения

_____/Е.В. Сафонов/
« 26 » февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении»

Направление подготовки
15.04.01 «Машиностроение»

Образовательная программа (профиль подготовки)
«Комплексные высокоэффективные технологии машиностроения»

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

Москва, 2026 г.

Разработчик(и):

доцент кафедры «Технологии и оборудование машиностроения», к.т.н.,  /А.В. Александров/

Согласовано:
Заведующий кафедрой ТиОМ,
к.т.н., доцент  /А.В. Александров/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 5
3. Структура и содержание дисциплины ... 5
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 5
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 5
   - 3.3. Содержание дисциплины ... 5
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 8
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 10
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 10
   - 4.1. Нормативные документы и ГОСТы ... 10
   - 4.2. Основная литература ... 10
   - 4.3. Дополнительная литература ... 10
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы ... 11
   - 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 11
   - 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 11
5. Материально-техническое обеспечение ... 12
6. Методические рекомендации ... 12
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 12
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 13
7. Фонд оценочных средств ... 14
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 15
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 16
   - 7.3. Оценочные средства ... 20

8. Прил. 1 Тематический план содержания дисциплины ... 21

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении» является:

- 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.

Задачи дисциплины:

- 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.

Изучение курса «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении» способствует расширению научного кругозора в области технических наук, дает тот минимум фундаментальных знаний, на базе которых будущий специалист сможет самостоятельно овладевать всем новым, с чем ему придется столкнуться в профессиональной деятельности.

Обучение по дисциплине «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-5. Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	ИОПК-5.1. Разрабатывает аналитические и численные методы для решения профессиональных задач ИОПК-5.2. Создает математические модели машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении ИОПК-5.3. разрабатывает методы уменьшения влияния технологических факторов, вызывающих погрешности изготовления машиностроительных изделий
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	ИОПК-12.1 анализирует процесс технологической подготовки производства изделий в организации и выявляет этапы, подлежащие автоматизации ИОПК-12.2 контролирует ведение баз знаний и баз данных CAPP-системы, PDM –системы, MDM –системы, выполняемые специалистами более низкой квалификации ИОПК-12.3 описывает на формальных

	языках алгоритм работы новых компонентов CAPP-систем, PDM-систем, MDM-систем организации

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении» является частью профессионального цикла дисциплин подготовки студентов по направлению «Машиностроение». Дисциплина реализуется на факультете машиностроения, кафедрой «ТиОМ».

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

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

- методы, алгоритмы и средства исследования для решения изобретательских задач

В части, формируемой участниками образовательных отношений части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- «Автоматизация систем управления жизненным циклом изделий (PDM\PLM)»
- «Алгоритмизация и модульное программирование»
- «Математическое моделирование машин и процессов в машиностроении»

В элективных дисциплинах Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- «Методология выбора технологического оборудования и оснастки»

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(е) единиц(ы) (216 часов),

Изучается на 1 и 2 семестрах обучения. Форма промежуточной аттестации – зачет, экзамен.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			1 семестр	2 семестр
1	**Аудиторные занятия**	120	48	72
	В том числе:			
1.1	Лекции	16	16	-
1.2	Семинарские/практические занятия			-
1.3	Лабораторные занятия	104	32	72
2	**Самостоятельная работа**	104	44	60
	В том числе:			
2.1	Подготовка и защита лабораторных работ	12	2	10
2.2	Самостоятельное изучение	92	42	50
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен		зачет	экзамен
	Итого	**224**	100	124

3.2 Тематический план изучения дисциплины

Тематический план размещён в приложении 1 к рабочей программе.

3.3 Содержание дисциплины

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 3.2Методконечныхразностей
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.
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.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

Тематика лабораторных работ по дисциплине (ОПК-5, ОПК-12)

1 семестр - 16 часов

Место проведения: Компьютерный класс ауд. Ав.1517

Работа №1 "Решение задач теплопередачи методом конечных элементов" - 4 час. (ОПК-5, ОПК-12)

Работа №2. "Решение задач теории упругости методом конечных элементов" - 4 час. (ОПК-5, ОПК-12)

Работа №3."Решение задач электростатики и растекания токов методом конечных элементов" - 4 час. (ОПК-5, ОПК-12)

Работа №4. "Решение задач магнитостатики и магнитного поля методом конечных элементов" - 4 час. (ОПК-5, ОПК-12)

Работа №5."Решение связанных задач методом конечных элементов" - 2 час. (ОПК-5, ОПК-12)

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

Минимальные требования

Требуемая конфигурация оборудования:

компьютер: 386, 486 илиPentiumIBMPC;

сопроцессор:Intel80387 или выше;

память: 640Kминимум, 4MBрекомендуется (1MBextended), 416MBдля больших задач;

свободное дисковое пространство: 2.5MB;

видео:VGA цветной или монохромный.

2 семестр - 72 часа

Место проведения: Компьютерный класс ауд. Ав.1517

Работа №1 "Геометрическое проектирование сборочного узла". - 8 час. (ОПК-5, ОПК-12)

Работа №2 "Численное моделирование процесса кристаллизации сварного шва" - 8 час. (ОПК-5, ОПК-12)

Работа №3. "Решение связанных задач методом конечных элементов" - 8 час. (ОПК-5, ОПК-12)

Работа №4 "Численное моделирование напряженно-деформированное состояние (определение остаточных деформаций свариваемого изделия) при механизированной сварке"- 8 час. (ОПК-5, ОПК-12)

Работа №5 "Сопряженная задача численного моделирования процесса кристаллизации сварного шва: температура + напряженно-деформированное состояние (определение остаточных деформаций свариваемого изделия)" - 8час. (ОПК-5, ОПК-12)

Работа №6 "Численное моделирование перемещения источника тепла в процессе электродуговой сварки (тепловая задача: нагрев)" - 8 час. (ОПК-5, ОПК-12)

Работа №7 "Численное моделирование перемещения источника тепла в процессе плазменной сварки" - 8 час. (ОПК-5, ОПК-12)

Работа №8 "Сопряженная задача численного моделирования перемещения источника тепла в процессе лазерной сварки"- 8 час. (ОПК-5, ОПК-12)

Работа №9 "Сопряженная задача численного моделирования перемещения источника тепла в процессе плазменной сварки"- 8 час. (ОПК-5, ОПК-12)

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

Минимальные требования

Требуемая конфигурация оборудования:

компьютер: 386, 486 или Pentium IBMPC;

сопроцессор:Intel80387 или выше;

память: 640K минимум, 4MB рекомендуется (1MBextended), 416MBдля больших задач;

свободное дисковое пространство: 2.5MB;

видео: VGA цветной или монохромный.

перемещения источника тепла в процессе плазменной сварки

Тематика семинаров/практических работ (1 семестр, 16 часов) (ОПК-5, ОПК-12)

1. Моделирование простейшего потока событий (ОПК-5, ОПК-12) – 2 час.

2. Определение показателей системы массового обслуживания (ОПК-5, ОПК-12) – 2 час.

3. Динамический расчет плоской рамы методом конечных элементов (ОПК-5, ОПК-12) – 2 час.

4. Расчет кольца методом конечных элементов (ОПК-5, ОПК-12) – 2 час.

5. Использование прямоугольного квадратичного элемента в методе конечных элементов (ОПК-5, ОПК-12) – 2 час.

6. Векторные графические модели. Растровые графические модели (ОПК-5, ОПК-12) – 2 час.

7. Компьютерные геометрические модели. Геометрическое моделирование объемных тел (ОПК-5, ОПК-12) – 2 час.

8. Гибридные геометрические модели. Параметризация геометрических моделей (ОПК-5, ОПК-12) – 2 час.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы/проекты отсутствуют

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

ГОСТ 23501.101-87 «Системы автоматизированного проектирования. Основные положения».

ГОСТ 15971-90 «Системы обработки информации. Термины и определения».

ГОСТ 23501.108-85 «Системы автоматизированного проектирования».

Стандарт ИСО 9004-1-94. Управление качеством и элементы системы качества

4.2 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.

4.3 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.

Программное обеспечение и интернет-ресурсы:

1) Программное обеспечение Microsoft Office (Word, Excel, Power Point).

2) Программное обеспечение для численного моделирование методом конечных элементов (временные ознакомительные лицензии): COMSOL Multiphysics (https://www.comsol.ru).

3) Архив вебинаров по применению программного обеспечения COMSOL Multiphysics для решения прикладных задач: https://www.comsol.ru/events/webinars

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/

5) Программное обеспечение Autodesk Inventor со специальным модулем для моделирования методом конечных элементов, бесплатная студенческая версия: https://www.autodesk.ru/education/free-educational-software

6) РИНЦ: http://elibrary.ru/

7) Scopus: www.scopus.com

8) Академия Google Scholar: https:// scholar.google.ru

9) Электронные ресурсы РГБ: http://www.rsl.ru/ru/root3489/all

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном ви-де, 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

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка
Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=8346

Разработанные ЭОР включают тренировочные и итоговые тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета

(elib.mgup; lib.mami.ru/lib/content/elektronyy-katalog) к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам)

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Нет

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Перечень ресурсов сети Интернет, доступных для освоения дисциплины:

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
1	Stack Overflow	https://stackoverflow.com/	Доступна в сети Интернет без

			ограничений
Электронно-библиотечные системы			
2	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
3	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
4	Юрайт	https://www.urait.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
5	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
6	Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий необходимы аудитории, оснащенные мультимедийными проекторами и экранами, а так же компьютерные классы (ауд. Ав.2514, ауд. Ав.4811).

6. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий:

– аудиторные занятия: лекции, лабораторные работы, тестирование;

– внеаудиторные занятия: самостоятельное изучение отдельных вопросов, подготовка к лабораторным работам.

Образовательные технологии

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных электронных образовательных ресурсов (ЭОР) (см. п. 4.4).

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО мосполитеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. В начале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.9. При подготовке **к семинарскому занятию** по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.10. Целесообразно в ходе защиты **лабораторных работ** задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

6.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS Мосполитеха), как во время контактной работы с преподавателем так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.4. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите.

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 самостоятельной работы или защита лабораторной работы.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств представлен в Приложении 2 к рабочей программе и включает разделы:

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.3. Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

7.3.2. Промежуточная аттестация

В процессе обучения в течение семестра используются оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций. Применяются следующие оценочные средства: тест, реферат, практические работы, зачет, экзамен.

Обучение по дисциплине «Сварка спецсталей и сплавов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-5. Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	ИОПК-5.1. анализирует производственную ситуацию и выявляет причины дефектов при изготовлении опытных образцов машиностроительных изделий ИОПК-5.2. выявляет основные технологические задачи, решаемые при разработке технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности ИОПК-5.3. разрабатывает методы уменьшения влияния технологических факторов, вызывающих погрешности изготовления машиностроительных изделий
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	ИОПК-12.1 анализирует процесс технологической подготовки производства изделий в организации и выявляет этапы, подлежащие автоматизации ИОПК-12.2 контролирует ведение баз знаний и баз данных CAPP-системы, PDM –системы, MDM –системы, выполняемые специалистами более низкой квалификации ИОПК-12.3 описывает на формальных языках алгоритм работы новых компонентов CAPP-систем, PDM-систем, MDM-систем организации

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Практические работы (ПР)	Метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы; оценивается способность студента к решению различных прикладных задач, образцы которых были даны на лекциях	Перечень практических работ
2	Промежуточное тестирование в системе ЛМС	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий Ссылка в ЛМС на курс по данной дисциплине https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=8346

3	Тесты (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий Ссылка в ЛМС на курс по данной дисциплине https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=8346
4	Лабораторные работы в системе ЛМС. (ЛР)	Средство проверки умений и навыков применять полученные знания для решения практических задач с помощью инструментальных средств.	Выполнение лабораторных работ производится в системе ELCUT 4.1 «Студенческая версия», которая свободно распространяется российской фирмой ТОР (http://www.tor.ru). Отчеты оп лабораторным работам выкладываются в систему ЛМС. https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=8346

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение работ, предусмотренных рабочей программой и прохождение всех промежуточных тестов не ниже, чем на 60% правильных ответов. Промежуточные тестирования могут проводится как в аудитории Университета под контролем преподавателя, так и дистанционном формате на усмотрение преподавателя.

Форма промежуточной аттестации: зачёт.

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. 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 выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой. 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.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. 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 виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. 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.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно - экзаменационной сессии.

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины.

Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице:

Вид работы*	Форма отчетности и текущего контроля
Лабораторные работы в системе	Выполнение лабораторных работ производится в

ЛМС.	системе ELCUT 4.1 «Студенческая версия», которая свободно распространяется российской фирмой ТОР (http://www.tor.ru). Отчеты оп лабораторным работам выкладываются в систему ЛМС. https://lms.mospolytech.ru/course/view.php?id=3124
Промежуточное тестирование в системе ЛМС	Раздел дисциплины (модуль) зачитывается студенту как освоенная «зачтено», если количество правильных ответов 60% и более. Если правильных ответов меньше 60% ставится «незачтено» и назначается повторное тестирование. https://lms.mospolytech.ru/course/view.php?id=3124

*Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку по итогам промежуточной аттестации.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация – зачет (1 семестр) может проводиться:

- по билетам в устной форме
- с применением средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий – тесты

Регламент проведения аттестации:

- время для подготовки ответа на вопросы по билетам (не более 30 мин.);
- время на выполнение задания. Тест проходиться в течении 30 минут, 20 вопросов;
- время на ответ по билету – не более 10 минут.

Содержание задания на зачет:

Количество вопросов в билете 2. Билеты хранятся на кафедре и в материалах РПД не размещаются. Но обязательно в помощь студентам для подготовки к аттестации в РПД размещается перечень вопросов, выносимых преподавателем на аттестацию по дисциплине, из которых формируются билеты.

Для проведения текущего контроля успеваемости по отдельным разделам (темам) дисциплины могут применяться тестовые задания или контрольные задания с ответами «верно – неверно» или соответствия на ввод численного значения.

Раздел дисциплины (тема) зачитывается студенту как освоенная «зачтено», если количество правильных ответов 60% и более. Если правильных ответов меньше 60% ставится «незачтено» и назначается повторное тестирование.

Итоговая аттестация Зачет может проходить в формате Теста.

Студент набравший от 60 и выше - **оценка - зачтено**

Студент набравший до 60 баллов - **оценка - не зачтено**

Промежуточная аттестация – экзамен (2 семестр) может проводиться:

- по билетам в устной форме
- с применением средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий – тесты

Регламент проведения аттестации:

- время для подготовки ответа на вопросы по билетам (не более 40 мин.);
- время на выполнение задания. Тест проходиться в течении 30 минут, 20 вопросов;
- время на ответ по билету – не более 10 минут.

Содержание экзаменационного задания:

Количество вопросов в билете 2. Экзаменационные билеты хранятся на кафедре и в материалах РПД не размещаются. Но обязательно в помощь студентам для подготовки к

аттестации в РПД размещается перечень вопросов, выносимых преподавателем на аттестацию по дисциплине, из которых формируются экзаменационные билеты.

Для проведения текущего контроля успеваемости по отдельным разделам (темам) дисциплины могут применяться тестовые задания или контрольные задания с ответами «верно – неверно» или соответствия на ввод численного значения.

Раздел дисциплины (тема) зачитывается студенту как освоенная «зачтено», если количество правильных ответов 60% и более. Если правильных ответов меньше 60% ставится «незачтено» и назначается повторное тестирование.

Итоговая аттестация Экзамен может проходить в формате Теста.

Студент набравший от 81 балла и выше - **оценка - отлично.**

Студент набравший от 71 до 80 - **оценка - хорошо.**

Студент набравший от 60 до 70 - **оценка - удовлетворительно**

Студент набравший до 60 баллов - **оценка - неудовлетворительно**

Перечень вопросов для подготовки к зачету, экзамену и составления зачетно-экзаменационных билетов (1, 2 семестр)

1. Моделирование объекта (определение и классификация). (ОПК-5, ОПК-12)
2. Цели и задачи компьютерного моделирования. (ОПК-5, ОПК-12)
3. Математическая модель (определение и свойства). (ОПК-5, ОПК-12)
4. Компьютерная модель. (ОПК-5, ОПК-12)
5. Основные преимущества компьютерного моделирования. (ОПК-5, ОПК-12)
6. Вычислительный эксперимент. (ОПК-5, ОПК-12)
7. Классификация математических моделей. (ОПК-5, ОПК-12)
8. Аналитические методы математического моделирования. (ОПК-5, ОПК-12)
9. Численные методы математического моделирования. (ОПК-5, ОПК-12)
10. Эмпирические методы математического моделирования. (ОПК-5, ОПК-12)
11. Имитационное моделирование. (ОПК-5, ОПК-12)
12. Взаимосвязь между математической и компьютерной моделями процессов, явлений и объектов. (ОПК-5, ОПК-12)
13. Графическое моделирование. (ОПК-5, ОПК-12)
14. Управление на основе моделей. (ОПК-5, ОПК-12)
15. Краткая характеристика математических моделей, применяемых в компьютерном моделировании. (ОПК-5, ОПК-12)
16. Общий алгоритм метода конечных элементов. (ОПК-5, ОПК-12)
17. Методика статистического моделирования. (ОПК-5, ОПК-12)
18. Общая схема метода Монте-Карло. (ОПК-5, ОПК-12)
19. Основные задачи проектирования объектов в машиностроении, решаемые с применением компьютерного моделирования. (ОПК-5, ОПК-12)
20. Общие свойства моделей. (ОПК-5, ОПК-12)
21. Классификация моделей по цели использования. (ОПК-5, ОПК-12)
22. Классификация моделей по области применения. (ОПК-5, ОПК-12)
23. Классификация моделей по способу представления. (ОПК-5, ОПК-12)
24. Виды моделирования. (ОПК-5, ОПК-12)
25. Кибернетическое моделирование. (ОПК-5, ОПК-12)
26. Моделирующий алгоритм имитационного моделирования. (ОПК-5, ОПК-12)
27. Имитационная модель. (ОПК-5, ОПК-12)
28. Основные этапы имитационного моделирования. (ОПК-5, ОПК-12)
29. Формулировка проблемы и определение целей имитационного исследования. (ОПК-5, ОПК-12)
30. Разработка концептуальной модели объекта моделирования. (ОПК-5, ОПК-12)
31. Формализация имитационной модели. (ОПК-5, ОПК-12)
32. Испытание и исследование свойств имитационной модели. (ОПК-5, ОПК-12)

33. Основные определения теории матриц. (ОПК-5, ОПК-12)
34. Определитель матрицы. (ОПК-5, ОПК-12)
35. Основные операции над матрицами. (ОПК-5, ОПК-12)
36. Специальные виды матриц. (ОПК-5, ОПК-12)
37. Дифференциальные операторы. (ОПК-5, ОПК-12)
38. Физическая и математическая постановка задачи МКЭ. (ОПК-5, ОПК-12)
39. Этапы решения МКЭ. (ОПК-5, ОПК-12)
40. МКЭ. Выделение конечных элементов. (ОПК-5, ОПК-12)
41. МКЭ. Определение функции элемента. (ОПК-5, ОПК-12)
42. МКЭ. Определение вектора узловых значений функции. (ОПК-5, ОПК-12)
43. МКЭ. Архитектура комплексов программ, основанных на методе конечных элементов. (ОПК-5, ОПК-12)
44. МКЭ. Функции процессора. (ОПК-5, ОПК-12)
45. МКЭ. Функции постпроцессора. (ОПК-5, ОПК-12)
46. МКЭ. Структура программного обеспечения для МКЭ. (ОПК-5, ОПК-12)
47. МКЭ. Взаимодействие между программами. (ОПК-5, ОПК-12)
48. МКЭ. Многодисциплинарные программы. (ОПК-5, ОПК-12)

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении»
по направлению подготовки
15.04.01 «Машиностроение»
Профиль подготовки
Комплексные высокоэффективные технологии машиностроения
Форма обучения: очная
Год набора: 2026/2027
(Магистр)

n/n	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	Реферат	К/р	Э	З
1	Модуль 1. Общие сведения о компьютерном моделировании	1	1,2	2		4	4								
2	Модуль 2. Основные понятия математического моделирования	1	3,4	2		4	4								
3	Модуль 3. Методы компьютерного моделирования	1	5,6	2		4	5								
4	Модуль 4. Общие сведения о компьютерном моделировании в машиностроении	1	7,8	2		4	4								
5	Модуль 5. Математический аппарат моделирования	1	9,10	2		4	5								
6	Модуль 6. Теоретические основы методов конечных элементов и конечных объёмов	1	11,12	2		4	5								
7	Модуль 7. Разработка геометрической модели сборки машиностроительного объекта и прочностной анализ МКЭ	1	13,14	2		4	5								

8	Лабораторная работа №1 "Решение задач теплопередачи методом конечных элементов" Лабораторная работа №2. "Решение задач теории упругости методом конечных элементов" Лабораторная работа №3. "Решение задач электростатики и растекания токов методом конечных элементов" Лабораторная работа №4. "Решение задач магнитостатики и магнитного поля методом конечных элементов"	1	15,16	2		4	4								
	Итого за 1 семестр:			16		32	36								+
10	Лабораторная работа №1 "Геометрическое проектирование сборочного узла"	2	1,2			8	6								
11	Лабораторная работа №2 "Численное моделирование процесса сборки"	2	3,4			8	6								
12	Лабораторная работа №3. "Решение связанных задач методом конечных элементов"	2	5,6			8	7								
13	Лабораторная работа №4 "Численное моделирование напряженно-деформированное состояние	2	7,8			8	6								
14	Лабораторная работа №5 " Сопряженная задача численного моделирования процесса кристаллизации сварного шва:	2	9,10			8	7								

	температура + напряженно-деформированное состояние (определение остаточных деформаций свариваемого изделия)"														
15	Лабораторная работа №6 " Численное моделирование перемещения источника тепла в процессе электродуговой сварки (тепловая задача: нагрев)"	2	11,12			8	8								
16	Лабораторная работа №7 " Численное моделирование перемещения источника тепла в процессе плазменной сварки "	2	13,14			8	7								
17	Лабораторная работа №8 "Сопряженная задача численного моделирования перемещения источника тепла в процессе лазерной сварки"	2	15,16			8	6								
18	Лабораторная работа №9 "Сопряженная задача численного моделирования перемещения источника тепла в процессе плазменной сварки"	2	17,18			8	7								
	Итого за 2 семестр					72	60							+	
	Итого:			16		104	96								