



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММнМ  
А.С. Савинов

09.02.2023 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### **САЕ-СИСТЕМЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ**

Направление подготовки (специальность)  
15.04.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль/специализация) программы  
Инжиниринг в металлургическом машиностроении

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очная

|                     |   |
|---------------------|---|
| Институт/ факультет | Институт металлургии, машиностроения и материалобработки            |
| Кафедра             | Проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования |
| Курс                | 2   |
| Семестр             | 3   |

Магнитогорск  
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование (приказ Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1026)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования  
06.02.2023, протокол № 6

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Г. Корчунсв

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
09.02.2023 г. протокол № 5

Председатель \_\_\_\_\_ А.С. Савинсв

Рабочая программа составлена:

доцент \_\_\_\_\_ кафедры \_\_\_\_\_ ПиЭММиО, канд. техн. наук  
\_\_\_\_\_ О.А.Филатова

Рецензент:

гл. механик \_\_\_\_\_ ООО НПЦ "Гальва" , канд. техн. наук  
\_\_\_\_\_ В.А. Русанов

## Лист актуализации рабочей программы

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Г. Корчунов

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Г. Корчунов

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью преподавания дисциплины является:

- овладение достаточным уровнем общепрофессиональных и профессиональных компетенций;
- овладение современными методами инженерных и научных расчетов

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина САЕ-системы в машиностроении входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Основы работы в Blender

Цифровые двойники в машиностроении

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Производственная - научно-исследовательская практика

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «САЕ-системы в машиностроении» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции   |
|----------------|--|
| ПК-3           | Способен осуществлять инжиниринговую деятельность в области металлургического машиностроения |
| ПК-3.1         | Разрабатывает предложения по совершенствованию машиностроительного производства              |
| ПК-3.2         | Применяет методы реверсивного инжиниринга для разработки конструкторской документации        |

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц 252 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 70,8 акад. часов;
- аудиторная – 68 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,8 акад. часов;
- самостоятельная работа – 181,2 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 2 акад. час;

Форма аттестации - курсовая работа, зачет

| Раздел/ тема дисциплины  | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) |           |             | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной работы  | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код компетенции |
|--|---------|--|-----------|-------------|---------------------------------|---|---|-----------------|
|  |         | Лек.   | лаб. зан. | практ. зан. |                                 |   |   |                 |
| 1. САЕ-системы   |         |  |           |             |                                 |   |   |                 |
| 1.1 Введение   | 3       | 4  |           |             | 10                              | изучение материала  | Устный опрос  | ПК-3.1, ПК-3.2  |
| 1.2 Проведение расчетов МКЭ. Задание начальных и граничных условий моделей. Допущения и упрощения моделей. Виды сеток, редактирование сетки конечных элементов. Методы расчетов. Анализ напряжений и деформаций деталей. Анализ результатов моделирования. |         | 14   |           | 14          | 81,2                            | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы, Поиск дополнительной информации по заданной теме Подготовка к практическому заданию | Устный опрос, проверка индивидуальных работ                     | ПК-3.1, ПК-3.2  |
| 1.3 Методы расчетов. Анализ напряжений и деформаций деталей. Анализ результатов моделирования.   |         | 16   |           | 20          | 90                              | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы, Поиск дополнительной информации по заданной теме Подготовка к практическому заданию | Собеседование Проверка индивидуального задания                  |                 |
| Итого по разделу   |         | 34   |           | 34          | 181,2                           |   |   |                 |
| Итого за семестр   |         | 34   |           | 34          | 181,2                           |   | зачёт,кр  |                 |
| Итого по дисциплине  |         | 34   |           | 34          | 181,2                           |   | курсовая работа, зачет  |                 |

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины используются традиционная модульно-компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях-консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы. При проведении лекций особое внимание уделяется взаимосвязи рассматриваемых тем и вопросов с действующими гостями. Полное овладение требованиями данных гостей необходимо будет студентам при их дальнейшей самостоятельной практической деятельности на самых разнообразных предприятиях машиностроительной и металлургической отрасли. При рассмотрении тем данной дисциплины необходимо проводить достаточное количество примеров из практической деятельности ведущих предприятий города, региона и России, а также использовать опыт известных мировых лидеров в области машиностроения и металлургии. Для этого необходимо рассмотрение материалов обновленной печати, информационных писем предприятий, а также информации Медиа изданий.

При проведении практических и лабораторных занятий используются работа в команде и методы ИТ, в достаточном объеме используются имеющиеся модели, образцы и элементы различного оборудования, плакаты, фотографии и раздаточные материалы.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при решении задач на практических занятиях, при подготовке к контрольным работам и итоговой аттестации.

Для изучения дисциплины предусмотрены практические занятия в интерактивной форме.

Практические занятия проводятся для закрепления и углубления знаний, полученных студентами на лекциях и должны способствовать выработке у них навыков постановки, формализации, построения блок-схем принятия решений, построение твердотельных моделей и реализации решений с помощью пакета Autodesk Fusion 360, Autodesk Inventor .

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная консультационная работа.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

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

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Пожидаев Ю. А. Компьютерное моделирование и создание проектно-конструкторской документации в машиностроении средствами САПР. Инженерная и компьютерная графика в Autodesk Inventor, AutoCAD [Электронный ресурс] : учебное пособие. Ч. 1 / Ю. А. Пожидаев, Е. А. Свистунова, О. М. Веремей ;

МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2525.pdf&show=dcatalogues/1/1130327/2525.pdf&view=true>. - Макрообъект.

#### **б) Дополнительная литература:**

1. Горбатюк С.М., Каменев А.В., Глухов Л.М. Конструирование машин и оборудования металлургических производств. В 2 х томах [Электронный ресурс]: учебник. – Издательство «Лань» Электронно-библиотечная система, 2008. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2077&login-failed=1](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2077&login-failed=1)

Загл. с экрана.

2. Громов, С. В. Машинная графика и основы САПР. Основные возможности AutoCAD 2000 : учебное пособие / С. В. Громов, Е. А. Калашников. — Москва : МИСИС, 2002. — 56 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116728> (дата обращения: 08.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Основы диагностики и надежности технических объектов : учебное пособие / В. П. Анцупов, А. Г. Корчунов, А. В. Анцупов (мл.), А. В. Анцупов ; МГТУ, [каф. МОМЗ]. - Магнитогорск, 2012. - 114 с. : ил., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?>

4. Гузненков, В.Н. Autodesk Inventor 2012. Трехмерное моделирование деталей и создание чертежей. [Электронный ресурс] / В.Н. Гузненков, П.А. Журбенко. — Элек-трон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2012. — 120 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/40001> — Загл. с экрана.name=521.pdf&show=dcatalogues/1/1092485/521.pdf&view=true (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

#### **в) Методические указания:**

Пожидаев, Ю. А. Компьютерное моделирование и создание проектно-конструкторской документации в машиностроении средствами САПР. Инженерная и компьютерная графика в Autodesk Inventor, AutoCAD : учебное пособие. Ч. 1 / Ю. А. Пожидаев, Е. А. Свистунова, О. М. Веремей ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2525.pdf&show=dcatalogues/1/1130327/2525.pdf&view=true> (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

Анцупов, В. П. Изучение, расчет и исследование приводов прокатных станков : учебное пособие / В. П. Анцупов, А. В. Анцупов (мл.), А. В. Анцупов ; МГТУ. - Магнитогорск, 2009. - 86 с. : ил., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=268.pdf&show=dcatalogues/1/1060892/268.pdf&view=true> (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

##### **Программное обеспечение**

| Наименование ПО             | № договора                   | Срок действия лицензии |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------|
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007          | бессрочно              |
| 7Zip                        | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |

|  |                        |           |
|--|------------------------|-----------|
| Браузер  | свободно               | бессрочно |
| FlowVision   | К-93-09 от 19.06.2009  | бессрочно |
| Autodesk Inventor Professional 2011 Master         | К-526-11 от 22.11.2011 | бессрочно |
| Autodesk Simulation Multiphysics 2011 Master Suite | К-526-11 от 22.11.2011 | бессрочно |
| APM WinMachine                                     | Д-262-12 от 15.02.2012 | бессрочно |
| АСКОН Компас 3D                                    | Д-261-17 от 16.03.2017 | бессрочно |

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса  | Ссылка  |
|---|---|
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного | URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>                        |
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова                           | <a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a> |
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar)                            | URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>  |
| Электронная база периодических изданий East View Information                  | <a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>   |
| Российская Государственная библиотека. Каталоги                               | <a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>                 |

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория. Оснащение: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации. 407а, 404, 297.

Компьютерный класс: с пакетом программ из перечня и выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. 407а

Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки: Персональные компьютеры с пакетом программ из перечня, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. 407а

**Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельное изучение учебной и научной литературы по темам разделов читаемой дисциплины заключается в освоении соответствующих разделов основной литературы.

Подготовка к практическим занятиям заключается в изучении теоретических разделов источника 1 методических указаний, оформлении отчетов по выполненным работам и к подготовке их к защите.

***Примерные задания для проработки материала и подготовки к зачету:***

- Моделирование процесса прокатки, определение энергосиловых параметров процесса
- Моделирование процесса разливки стали в промежуточный ковш МНЛЗ
- Моделирование аэродинамики движения объекта

**Теоретические вопросы для самостоятельной подготовки к зачету:**

1. Основные принципы моделирования
2. Постановка задачи определения прочности детали
3. Какие разновидности сетки используются при МКЭ
4. Интерпретация результатов расчетов
5. Постановка задачи на расчет МКЭ
6. Моделирование процессов
7. Области применения CAE-систем

**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

| Структурный элемент компетенции  | Планируемые результаты обучения   | Оценочные средства  |
|--|---|---|
| ПК-3: Способен осуществлять инжиниринговую деятельность в области металлургического машиностроения |   |   |
|  | ПК-3.1: Разрабатывает предложения по совершенствованию машиностроительного производства       | <p><b>Примерные вопросы и задания для зачета</b><br/>                     Провести расчет на прочность смоделированной детали детали<br/>                     Какие разновидности сетки используются при МКЭ<br/>                     Области применения CAE-систем<br/>                     Последовательность решения инженерных задач МКЭ</p> <p><b>Примерные практические задания к зачету:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Моделирование процесса прокатки, определение энергосиловых параметров процесса</li> <li>• Моделирование процесса разлива стали в промежуточный ковш МНЛЗ</li> <li>• Моделирование аэродинамики движения объекта</li> </ul> |
|  | ПК-3.2: Применяет методы реверсивного инжиниринга для разработки конструкторской документации | <p><b>Примерные вопросы и задания для зачета</b></p> <p>Основные принципы моделирования<br/>                     Постановка задачи определения прочности детали<br/>                     Постановка задачи определения течения жидкости<br/>                     Постановка задачи определения деформации детали</p> <p><b>Примерные практические задания к зачету:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Моделирование процесса прокатки, определение энергосиловых параметров процесса</li> </ul>  |

- Моделирование процесса разливки стали в промежуточный ковш МНЛЗ
- Моделирование аэродинамики движения объекта

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Итоговая аттестация по дисциплине «САЕ- системы в машиностроении» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета. Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме, включает 2 вопроса.

***Показатели и критерии оценивания зачета:***

– **«зачтено»** ставится, если обучающийся показывает удовлетворительный уровень знаний основных понятий и определений, умений применять современные образовательные технологии, использовать новые знания и умения, корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания и владения профессиональным языком предметной области знания.

– **«незачтено»** ставится, если обучающийся показывает слабый уровень знаний основных понятий и определений, умений применять современные образовательные технологии, использовать новые знания и умения, корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания и владения профессиональным языком предметной области знания.

**Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельное изучение учебной и научной литературы по темам разделов читаемой дисциплины заключается в освоении соответствующих разделов основной литературы.

Подготовка к практическим занятиям заключается в изучении теоретических разделов источника 1 методических указаний, оформлении отчетов по выполненным работам и к подготовке их к защите.

***Примерные задания для проработки материала и подготовки к зачету:***

- Моделирование процесса прокатки, определение энергосиловых параметров процесса
- Моделирование процесса разлива стали в промежуточный ковш МНЛЗ
- Моделирование аэродинамики движения объекта

**Теоретические вопросы для самостоятельной подготовки к зачету:**

8. Основные принципы моделирования
9. Постановка задачи определения прочности детали
10. Какие разновидности сетки используются при МКЭ
11. Интерпретация результатов расчетов
12. Постановка задачи на расчет МКЭ
13. Моделирование процессов
14. Области применения CAE-систем

**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

| Структурный элемент компетенции  | Планируемые результаты обучения   | Оценочные средства  |
|--|---|---|
| ПК-3: Способен осуществлять инжиниринговую деятельность в области металлургического машиностроения |   |   |
|  | ПК-3.1: Разрабатывает предложения по совершенствованию машиностроительного производства | <p><b>Примерные вопросы и задания для зачета</b><br/>                     Провести расчет на прочность смоделированной детали детали<br/>                     Какие разновидности сетки используются при МКЭ<br/>                     Области применения CAE-систем<br/>                     Последовательность решения инженерных задач МКЭ</p> <p><b>Примерные практические задания к зачету:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Моделирование процесса прокатки, определение энергосиловых параметров процесса</li> <li>• Моделирование процесса разлива стали в промежуточный ковш МНЛЗ</li> <li>• Моделирование аэродинамики движения объекта</li> </ul> <p><b>Задание . Расчет напряженно-деформированного состояния технических объектов в среде Autodesk Inventor , с использованием среды динамического моделирования и среды анализа напряжений.</b></p> <p>Провести анализ напряженно – деформированного состояния кулачка и толкателя, разработанных в предыдущем задании. Провести динамическое моделирование кулачкового механизма с заданием нагрузки: крутящий момент на кулачке 50Н*м, Осевая нагрузка на толкателе - 2000Н. Выполнить анализ напряжений деталей: кулачка и толкателя для двух</p> |

ПК-3.2: Применяет методы реверсивного инжиниринга для разработки конструкторской документации

различных положений кулачкового механизма. Составить отчет, сделать вывод о работоспособности деталей. Отчет по анализу предоставить в формате doc, с выводами о работоспособности деталей. Привести картины напряжений по Мизесу, коэффициентам запаса прочности.

#### ***Примерные вопросы и задания для зачета***

Основные принципы моделирования

Постановка задачи определения прочности детали

Постановка задачи определения течения жидкости

Постановка задачи определения деформации детали

#### ***Примерные практические задания к зачету:***

- Моделирование процесса прокатки, определение энергосиловых параметров процесса
- Моделирование процесса разлива стали в промежуточный ковш МНЛЗ
- Моделирование аэродинамики движения объекта

#### ***Примерное практическое задание***

Разработать 3D – модели деталей шпинделя, используя при этом связь параметров. ***Размеры деталей связаны между собой.***

Собрать сборку из разработанных деталей. Расположить вал и головку шпинделя под углом в градусах относительно друг друга. При этом детали не должны пересекать друг друга. ***Вал и головка шпинделя в сборке должны вращаться вокруг своих осей. Провести анализ напряжений в САЕ системе. Предоставить отчет по напряженно-деформированному состоянию узла***



**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Итоговая аттестация по дисциплине «САЕ- системы в машиностроении» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета. Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме, включает 2 вопроса.

***Показатели и критерии оценивания зачета:***

– «*зачтено*» ставится, если обучающийся показывает удовлетворительный уровень знаний основных понятий и определений, умений применять современные образовательные технологии, использовать новые знания и умения, корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания и владения профессиональным языком предметной области знания.

– «*незачтено*» ставится, если обучающийся показывает слабый уровень знаний основных понятий и определений, умений применять современные образовательные технологии, использовать новые знания и умения, корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания и владения профессиональным языком предметной области знания.

***Показатели и критерии оценивания курсовой работы:***

– на оценку «отлично» (5 баллов) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку «хорошо» (4 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

– на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

