

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 21.05.2025 12:23:02  
Уникальный программный ключ:  
sa953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»**

**Инженерная академия**

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **САЕ-СИСТЕМЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ**

(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:**

### **15.04.05 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

**Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):**

### **ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2025 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «САЕ-системы в машиностроении» входит в программу магистратуры «Технологии машиностроения и автоматизации производства» по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» и изучается во 2 семестре 1 курса. Дисциплину реализует Базовая кафедра «Машиностроительные технологии». Дисциплина состоит из 6 разделов и 21 тема и направлена на изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся научно-исследовательской, производственно-технологической, проектно-конструкторской деятельности по направлению подготовки 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС и ОС РУДН, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «САЕ-системы в машиностроении» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

*Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)*

| Шифр  | Компетенция                                                                                                            | Индикаторы достижения компетенции<br>(в рамках данной дисциплины)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-2  | Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла                                                        | УК-2.1 Владеет методами анализа, синтеза и оптимизации конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств;<br>УК-2.2 Знает методы математического моделирования процессов, средств и систем машиностроительных производств с использованием современных технологий проведения научных исследований;<br>УК-2.3 В рамках поставленных задач определяет экономическую эффективность;                                                        |
| УК-3  | Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели | УК-3.1 Умеет планировать командную работу, распределять поручения и делегировать полномочия членам команды;<br>УК-3.2 Владеет навыками постановки заданной цели в условиях командой работы;<br>УК-3.3 Владеет способами управления командной работой в решении поставленных задач;                                                                                                                                                                             |
| ОПК-2 | Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы         | ОПК-2.1 Применяет на практике знания современного состояния науки в отечественном и мировом машиностроении;<br>ОПК-2.2 Решает научные, технические, организационные и экономические проблемы конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств;<br>ОПК-2.3 Выполняет математическое моделирование процессов, средств и систем машиностроительных производств с использованием современных технологий проведения научных исследований; |

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «САЕ-системы в машиностроении» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «САЕ-системы в машиностроении».

*Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины*

| Шифр  | Наименование компетенции                                                                                               | Предшествующие дисциплины/модули, практики*                                                                                                                                                                                 | Последующие дисциплины/модули, практики*                                                                                                           |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-3  | Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели |                                                                                                                                                                                                                             | Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы);<br><i>Менеджмент в машиностроительной науке**</i> ; |
| УК-2  | Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла                                                        | <i>Расчет, моделирование и конструирование оборудования с компьютерным управлением**</i> ;<br>Надежность и диагностика технологических систем;<br><i>Фотомеханика в машиностроении**</i> ;<br>Основы DIY и приборостроения; | Экономическое обоснование научных решений;<br>Основы DIY и приборостроения;                                                                        |
| ОПК-2 | Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы         | <i>История и методология науки в машиностроении</i> ;<br><i>Математическое моделирование в машиностроении</i> ;<br><i>Нанотехнологии в машиностроении</i> ;<br><i>Физическое моделирование в машиностроении</i> ;           | Methodology of Scientific Research;<br>Методика и практика технических экспериментов;                                                              |

\* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

\*\* - элективные дисциплины /практики

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «САЕ-системы в машиностроении» составляет «4» зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

| Вид учебной работы                        | ВСЕГО, ак.ч. |     | Семестр(-ы) |
|-------------------------------------------|--------------|-----|-------------|
|                                           |              |     | 2           |
| Контактная работа, ак.ч.                  | 36           |     | 36          |
| Лекции (ЛК)                               | 18           |     | 18          |
| Лабораторные работы (ЛР)                  | 18           |     | 18          |
| Практические/семинарские занятия (СЗ)     | 0            |     | 0           |
| Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч. | 81           |     | 81          |
| Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч. | 27           |     | 27          |
| Общая трудоемкость дисциплины             | ак.ч.        | 144 | 144         |
|                                           | зач.ед.      | 4   | 4           |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

| Номер раздела | Наименование раздела дисциплины                           | Содержание раздела (темы) |                                                                                                                                     | Вид учебной работы* |
|---------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Раздел 1      | Инженерное представление МКЭ                              | 1.1                       | Основные положения механики сплошных сред, понятие матрицы жесткости.                                                               | ЛК                  |
|               |                                                           | 1.2                       | Построение матрицы жесткости КЭ прямым методом.                                                                                     | ЛР                  |
|               |                                                           | 1.3                       | Построение матрицы жесткости системы, реализация граничных условий, получение и использование результатов расчета МКЭ.              | ЛР                  |
| Раздел 2      | САЕ-системы на базе МКЭ и их компоненты                   | 2.1                       | Общая структура САЕ - систем, базирующихся на МКЭ.                                                                                  | ЛК                  |
|               |                                                           | 2.2                       | Препроцессор.                                                                                                                       | ЛК, ЛР              |
|               |                                                           | 2.3                       | Задачи препроцессора.                                                                                                               | ЛК                  |
|               |                                                           | 2.4                       | Структура расчетного блока.                                                                                                         | ЛК, ЛР              |
|               |                                                           | 2.5                       | Постпроцессор. Задачи постпроцессора                                                                                                | ЛК, ЛР              |
| Раздел 3      | Решение задачи в САЕ-системе                              | 3.1                       | Постановка задачи. Последовательность решения. Общая блок-схема программы по расчету методом конечных элементов.                    | ЛК                  |
|               |                                                           | 3.2                       | Структура исходных данных. Геометрическая модель. Триангуляция.                                                                     | ЛК, ЛР              |
|               |                                                           | 3.3                       | Граничные условия. Алгоритмы реализации граничных условий.                                                                          | ЛК                  |
|               |                                                           | 3.4                       | Внешние воздействия. Сосредоточенные силы и распределенная нагрузка. Алгоритм разнесения распределенной нагрузки по узлам.          | ЛК                  |
|               |                                                           | 3.5                       | Оценка достоверности результатов решения задач в САЕ-системе.                                                                       | ЛК, ЛР              |
| Раздел 4      | Универсальные САЕ-системы на базе МКЭ и их алгоритмизация | 4.1                       | Общая архитектура многодисциплинарных программных систем, базирующихся на методе конечных элементов.                                | ЛК, ЛР              |
|               |                                                           | 4.2                       | Функции управляющей программы, выполнение матричных операций. Размерность задачи.                                                   | ЛК                  |
| Раздел 5      | Автоматизация подготовки исходных данных в САЕ-системах   | 5.1                       | Структура и содержанию исходных данных. Задача триангуляции.                                                                        | ЛК                  |
|               |                                                           | 5.2                       | Теоретические основы дискретизация плоской области. Функция плотности. Условие оптимальности сетки КЭ. Оценка качества сетки КЭ.    | ЛК, ЛР              |
|               |                                                           | 5.3                       | Основные алгоритмы и методы формирования сетки конечных элементов.                                                                  | ЛК                  |
|               |                                                           | 5.4                       | Методы оптимизации сеток. Алгоритмы Делоне и Рапперта.                                                                              | ЛК, ЛР              |
| Раздел 6      | Разреженная технология в САЕ-системах                     | 6.1                       | Разреженные матрицы и необходимость их хранения в упакованном виде. Способы хранения разреженных матриц.                            | ЛК, ЛР              |
|               |                                                           | 6.2                       | Особенности решения матричных уравнений. Проблема упорядочения. Матрицы и графы. Ленточные и профильные методы упорядочения матриц. | ЛК, ЛР              |

\* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Тип аудитории              | Оснащение аудитории                                                                                                                                                                                          | Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости) |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекционная                 | Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.                                      |                                                                                                                  |
| Лаборатория                | Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.                     |                                                                                                                  |
| Для самостоятельной работы | Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС. |                                                                                                                  |

\* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература:

1. Колошкина, И. Е. Компьютерная графика : учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 233 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12341-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470890>
2. Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 133 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12249-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/476288>
3. Иванов, С. Е. Интеллектуальные программные комплексы для технической и технологической подготовки производства. Часть 5. Системы инженерного расчета и анализа деталей и сборочных единиц : учебное пособие / С. Е. Иванов. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2011. — 48 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/40763>

### Дополнительная литература:

1. Компьютерные технологии инженерного анализа : учебное пособие / А. А. Александров, Е. Ю. Дульский, А. В. Лившиц, Н. Г. Филиппенко. — Иркутск : ИрГУПС, 2018. — 124 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117575>
2. Компьютерные технологии инженерного анализа в проектировании рамы тележки электровоза : учебное пособие / Е. Ю. Дульский, Е. А. Милованова, Пыхалов А.А., П. Ю. Иванов. — Иркутск : ИрГУПС, 2018. — 68 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117576>
3. Мельников, В. Г. Компьютерные лабораторные работы в системе инженерного анализа : учебно-методическое пособие / В. Г. Мельников, С. Е. Иванов, Г. И. Мельников.

— Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2012. — 65 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/40832>  
*Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:*

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации

<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS

<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

*Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля\*:*

1. Курс лекций по дисциплине «САЕ-системы в машиностроении».

\* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

**РАЗРАБОТЧИК:**

Доцент

*Должность, БУП*

*Подпись*

Давыденко Павел  
Александрович

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

Заведующий кафедрой

*Должность БУП*

*Подпись*

Боронина Людмила  
Владимировна

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

Доцент

*Должность, БУП*

*Подпись*

Алленов Дмитрий  
Геннадьевич

*Фамилия И.О.*