

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

МиКМ

проф. А.В. Ковалев

21.03.2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.02 Прикладные модели в мехатронике

1. Код и наименование направления подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника.
2. Профиль подготовки: Интеллектуальные системы управления в мехатронике и робототехнике.
3. Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр
4. Форма образования: Очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: Механики и компьютерного моделирования
6. Составители программы:
Ковалев Алексей Викторович, доктор физ-мат. наук, профессор, факультет ПММ, кафедра МиКМ, kovalev@amm.vsu.ru
Бондарева Мария Владимировна, преподаватель, факультет ПММ, кафедра МиКМ, Dobrosotskaya_masha@mail.ru
7. Рекомендована: НМС факультета ПММ 17.03.2025, протокол № 6.
8. Учебный год: 2027 - 2028 Семестр(-ы): 5

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель изучения дисциплины обучение студентов методам использования компьютер-ных пакетов для построения конечно-элементных сеток и их приложения к современным задачам мехатроники.

Задачи учебной дисциплины: обучение методами использования систем инженерного анализа, моделирования и проектирования для исследования сложных систем; ознакомление с современными пакетами инженерного анализа; обучение работе с современными пакетами программ для проведения компьютерного и вычислительного эксперимента в мехатронике и обработке его результатов.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Учебная дисциплина относится к формируемой участниками образовательных отношений части Блока1 и является дисциплиной по выбору. Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин математического цикла, введение в инженерные пакеты, алгоритмы построения расчетных сеток. Освоение дисциплины позволит в дальнейшем изучать дисциплины: математическое моделирование, физико-механический практикум и вычислительный эксперимент

11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-3	Способен осуществлять выбор программного обеспечения для системы управления гибкими производственными системами в машиностроении	ПК-3.1	Проводит анализ существующих программных сред для разработки и сопряжения систем управления гибкими производственными процессами и осуществляет выбор оптимальных решений	Знать: фундаментальные понятия дисциплины, быть знакомым с современным состоянием дисциплины. Уметь: формулировать и доказывать основные классические и современные положения дисциплины, применять существующие программные пакеты Владеть: навыками решения классических и современных задач
ПК-5	Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, выполненных под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-5.1	Накапливает и систематизирует знания в отношении передового отечественного и международного опыта в области мехатроники и робототехнических систем	Знать: возможности и особенности прикладных пакетов программ Уметь: создавать и импортировать геометрические модели; применять сеточный генератор для построения геометрической и сеточной моделей для анализа различных вариантов решений заданной задачи; использовать программное обеспечение для анализа вариантов решений заданной задачи Владеть: навыками решения прикладных задач и оптимизации конструктивных схем проточной части с помощью прикладных пакетов; навыками анализа вариантов

				решений, разработки и поиска компромиссных решений.
--	--	--	--	---

12. Структура и содержание учебной дисциплины:

Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 2 / 72

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен): зачет

13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)	
	Всего	По семестрам
		5
Аудиторные занятия	32	32
в том числе:		
лекции		
практические		
лабораторные	32	32
Самостоятельная работа	40	40
Итого:	72	72
Форма промежуточной аттестации	Зачет	Зачет

13.1. Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
Лабораторные занятия			
1	Введение. ANSYS Workbench	Общее представление об оболочке, импорт геометрии, сеточных моделей для решения задач.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=18357
2	ICEM CFD	Построение трехмерных геометрических моделей	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=18357
3	ICEM CFD	Различные методы построения тетраэдрических сеточных моделей.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=18357
4	ICEM CFD	Построение гексаэдрических сеточных моделей с использованием блочных структур	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=18357

13.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение			2		2
2	Метод конечных элементов.			4	6	10

	Метод контрольных объемов.					
3	ANSYS Workbench			4	4	8
4	ICEM CFD			22	30	52
	Итого			32	40	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Освоение дисциплины включает лабораторные занятия и самостоятельную работу обучающихся.

На первом занятии студент получает информацию для доступа к комплексу учебно-методических материалов.

Лабораторные занятия предназначены для формирования умений и навыков, закрепленных компетенций по ОПОП. Они организовываются в виде работы над лабораторными работами.

Самостоятельная работа студентов включает в себя проработку учебного материала, разбор заданий.

Для успешного освоения дисциплины рекомендуется просматривать основную и дополнительную литературу по соответствующей теме, чтобы систематизировать изучаемый материал.

Промежуточная аттестация. В течение семестра обучающимся предлагается выполнить лабораторные задания. По окончании дисциплины проводится зачет.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения следует выполнять все указания преподавателя по работе на LMS- платформе, своевременно подключаться к online-занятиям, соблюдать рекомендации по организации самостоятельной работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины:

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Афанасьев, А.А. Пакеты программ инженерного и научного анализа. ANSYS [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов : [для студ., изучающих дисциплину "Компьютерные системы и технологии"] : [для направления 010800 - Механика и математическое моделирование] / А.А. Афанасьев, М.В. Бондарева, Е.Н. Коржов ; Воронеж. гос. ун-т .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015 .— Загл. с титул. экрана .— Режим доступа: для зарегистрированных читателей ВГУ .— Текстовый файл .— Windows 2000 ; Adobe Acrobat Reader .— <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-22.pdf >.
2	Н. Н. Федорова, С. А. Вальгер, М. Н. Данилов, Ю. В. Захарова. Основы работы в ANSYS 17 — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 210 с. — ISBN 978-5-97060-425-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/90112 .
3.	Басов, К. А. ANSYS: справочник пользователя : справочник / К. А. Басов. — Москва : ДМК Пресс, 2008. — 640 с. — ISBN 5-94074-108-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/1335
4	Банщикова, И. А. Комплекс ANSYS: анализ устойчивости конструкций : учебное пособие / И. А. Банщикова, М. А. Леган, К. А. Матвеев. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 66 с. — ISBN 978-5-7782-3383-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. —

URL: https://e.lanbook.com/book/118128
--

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5.	Артемов, Михаил Анатольевич . Математическое моделирование и компьютерный эксперимент : Метод. пособие для студ. 3-5 курсов по специальностям 010200 и 010500 / М.А.Артемов, Е.Н.Коржов; Воронеж. гос. ун-т. Каф. теорет. и приклад. механики .— Воронеж, 2001 .— 64 с. : ил. — 9.44 .— <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb02041.pdf >.
6.	Банщикова, И. А. Комплекс ANSYS: анализ устойчивости конструкций : учебное пособие / И. А. Банщикова, М. А. Леган, К. А. Матвеев. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 66 с. — ISBN 978-5-7782-3383-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118128

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1.	Электронно-библиотечная система «Лань» (доступ осуществляется по адресу: https://e.lanbook.com/)
2.	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – Режим доступа: http://www.lib.vsu.ru .
3.	Онлайн-курс, размещенный на LMS-платформе edu.vsu.ru: https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=18357

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

Самостоятельная работа обучающегося должна включать подготовку к лабораторным занятиям, контрольной работе и подготовку к промежуточной аттестации.

Для обеспечения самостоятельной работы студентов в электронном курсе дисциплины на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» сформирован учебно-методический комплекс, который включает в себя: программу курса, учебные пособия и справочные материалы, методические указания по выполнению заданий. Студенты получают доступ к данным материалам на первом занятии по дисциплине.

При реализации дисциплины используются следующие образовательные технологии: логическое построение дисциплины, обозначение теоретического и практического компонентов в учебном материале.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

При реализации дисциплины могут применяться дистанционные образовательные технологии в части освоения материала, самостоятельной работы по дисциплине или отдельным ее разделам.

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Для организации занятий рекомендован онлайн-курс «Приближенные методы в механике», размещенный на

платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), а также Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: специализированная мебель, персональные компьютеры для индивидуальной работы с возможностью подключения к сети «Интернет», мультимедийное оборудование (проектор, экран, средства звуковоспроизведения).

ОС Windows 8 (10), интернет-браузер (Google Chrome, Mozilla Firefox), ПО Adobe Reader, пакет стандартных офисных приложений для работы с документами, таблицами (MS Office, МойОфис, LibreOffice), допускается демоверсия или виртуальный аналог ПО

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Введение	ПК-5	ПК-5.1	<i>Лабораторные задания/домашние задания</i>
2	Метод конечных элементов. Метод контрольных объемов.	ПК-3	ПК-3.1	<i>Лабораторные задания/домашние задания</i>
3	ANSYS Workbench	ПК-3	ПК-3.1	<i>Лабораторные задания/домашние задания</i>
4	ICEM CFD	ПК-4 ПК-5	ПК-3.1 ПК-5.1	<i>Лабораторные задания/домашние задания</i>
Промежуточная аттестация форма контроля - зачет				<i>Список вопросов</i>

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Лабораторные работы/домашние задания

(наименование оценочного средства текущего контроля успеваемости)

Перечень заданий из задачников и пособий из п.16

Технология проведения

Лабораторные работы из комплектов практических заданий выполняются в учебном классе или самостоятельно. Результаты работы предоставляются преподавателю для оценивания в печатном виде или прикрепляются отдельным файлом в ЭУМК

Оценка	Критерии оценок
Отлично	Правильное выполнение лабораторной работы. Выполнены дополнительные задания
Хорошо	Правильное выполнение лабораторной работы. Выполнение дополнительных заданий вызывает сложности, но студент справляется самостоятельно.
Удовлетворительно	Правильное выполнение лабораторной работы. Выполнение дополнительных заданий вызывает сложности, но студент справляется с подсказкой преподавателя
Неудовлетворительно	Неправильное выполнение лабораторной работы.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по вопросам

(наименование оценочного средства промежуточной аттестации)

Вопросы к зачету

1. Основы построения сеточных моделей.
2. Способы построения точки.
3. Способы задания кривой.
4. Способы построения поверхности.
5. Способы импорта геометрии.
6. Алгоритм построения тетраэдрической сетки.
7. Алгоритм построения гексаэдрической сетки.
8. Задание глобальных настроек сетки.
9. Задание локальных настроек сетки.
10. Способы построения пристеночного слоя.
11. Импорт сеточной модели

Описание технологии проведения. Зачет проводится в форме собеседования на основе КИМ, составленных на основе вопросов для подготовки к зачету и выполнения лабораторных работ

Оценка	Критерии оценок
Зачтено	Правильное выполнение восьми лабораторных работ. Правильные ответы на дополнительные вопросы.
Незачтено	Неправильное выполнение восьми лабораторных работ или их невыполнение.

Зачет может проводиться в виде теста в электронной образовательной среде «Электронный университет ВГУ». Большая часть вопросов проверяется автоматически, проверки преподавателем с ручным оцениванием требуют только расчетные задачи, практико-ориентированные задачи

Перечень заданий теста

1. Если при построении расчетной сетки блоки соединяются между собой интегрально (узел в узел), то это блочная сетка с сопрягающимися поверхностями?
a) **Да**
b) Нет
2. Если при построении расчетной сетки блоки соединяются между собой по поверхностям раздела ячеек, то это блочная сетка с не сопрягающимися поверхностями?
a) **Да**
b) Нет
3. Могут ли иметь место сетки с накладывающимися блоками (сетки-химеры)?
a) **Да**
b) Нет
4. Верно ли утверждение: «Разность между решением исходной системы дифференциальных уравнений и точным решением исходной системы дифференциальных уравнений называют погрешностью метода»
a) **Да**
b) Нет
5. Назовите что не относится к основным формам элемента для построения сетки в трехмерной области
a) Гексаэдр
b) Тетраэдр
c) Призма
d) **Тор**
6. Чем определяется размер сеточного элемента?
a) **Максимально длинной гранью элемента**
b) Высота элемента
c) Сумма длин элемента
d) Длина элемента
7. Что подразумевается под размером расчетной сетки?
a) Длина элемента
b) Высота элемента
c) **Количество узлов, элементов сетки**
d) Сумма длин элемента
8. Какие тела не относятся к примитивным?
a) Параллелепипед
b) Конус
c) Сфера

d) **Спираль**

9. Математическая модель объекта это

a) **Совокупность записанных на языке математики формул, отражающих те или иные свойства объекта оригинала или его поведение**

b) Формула корней квадратного уравнения

c) Трехмерная модель расчетной области

10. Виды расчетных сеток

a) **Структурированная (регулярная)**

b) **Неструктурированная**

c) Многогранные

d) Формальные

11. Форма ячеек сетки в двумерном случае

a) **Треугольник, четырехугольник**

b) Отрезок

c) Тетраэдр, гексаэдр

12. Форма ячеек сетки в трехмерном случае

a) Треугольник, четырехугольник

b) Отрезок

c) **Тетраэдр, гексаэдр**

13. Дискретизация области – это _____

a) представление непрерывной области в виде множества конечных элементов.

b) аппроксимация функции полиномами.

c) добавление дополнительных узлов на границах элемента.

d) разбивание конечных элементов на более мелкие.

14. Расшифруйте аббревиатуру CAD

a) **Общепринятое международное обозначение систем автоматизированного проектирования моделей объектов**

b) Общепринятое международное обозначение систем, предназначенных для проведения различных видов инженерного анализа деталей и машин

c) Общепринятое международное обозначение систем автоматизированного проектирования технологий обработки

d) Системы управления проектом и техническим документооборотом

15. Расшифруйте аббревиатуру CAE

a) Общепринятое международное обозначение систем автоматизированного проектирования моделей объектов

b) **Общепринятое международное обозначение систем, предназначенных для проведения различных видов инженерного анализа деталей и машин**

c) Общепринятое международное обозначение систем автоматизированного проектирования технологий обработки

d) Системы управления проектом и техническим документооборотом

16. Расшифруйте аббревиатуру CAM

- a) Общепринятое международное обозначение систем автоматизированного проектирования моделей объектов
 - b) Общепринятое международное обозначение систем, предназначенных для проведения различных видов инженерного анализа деталей и машин
 - c) **Общепринятое международное обозначение систем автоматизированного проектирования технологий обработки**
 - d) Системы управления проектом и техническим документооборотом
17. Расшифруйте аббревиатуру PDM
- a) Общепринятое международное обозначение систем автоматизированного проектирования моделей объектов
 - b) Общепринятое международное обозначение систем, предназначенных для проведения различных видов инженерного анализа деталей и машин
 - c) Общепринятое международное обозначение систем автоматизированного проектирования технологий обработки
 - d) **Системы управления проектом и техническим документооборотом**

Описание технологии проведения. Для студента будет предложено десять вопросов, на один из которых необходимо дать письменный ответ (расчетные задачи, практико-ориентированные задачи). Остальные вопросы с выбором ответа, которые проверяются автоматически.

На прохождение теста отводится 30 минут. Максимальное число баллов, которое может получить абитуриент, пройдя тест, равно **35** баллам. Правила оценивания вопросов приведены в «**Критерии и шкалы оценивания**».

Критерии и шкалы оценивания:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

- 5 баллов – задание выполнено верно;
- 2 балла – выполнение задания содержит незначительные ошибки;
- 0 баллов – задание не выполнено или выполнено неверно.

Оценка промежуточной аттестации формируется как интегральная оценка по следующей формуле:

$$Q_{\text{промматтест}} = 0,5Q_{\text{текаттес}} + 0,5Q_{\text{зачет}}$$

При округлении оценки используется правило округления. При получении оценки менее 3 баллов - выставляется «не зачтено». Считается, что контрольная работа и лабораторные работы должны быть зачтены.

Студент, выполнивший в полном объеме программу курса (выполнено практическое задание с оценкой «отлично» и/или «хорошо» (лабораторные работы и контрольная работа зачтена) и имеющий посещаемость занятий 75% и более, на усмотрение преподавателя может быть освобожден от вопросов к зачету. В этом случае

промежуточная аттестация осуществляется по текущей аттестации. Итоговая оценка в этом случае, выставляется как балл по практическому заданию.

20.3 Задания раздела 20.1 и 20.2 рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных результатов освоения данной дисциплины (знаний, умений, навыков).