

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

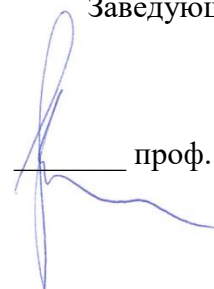
УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

МиКМ

проф. А.В. Ковалев

21.03.2025г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.01.02 Конструирование и проектирование в пакетах инженерного анализа

1. Код и наименование направления подготовки:

02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

2. Профиль подготовки:

Инженерия программного обеспечения

3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

4. Форма обучения: 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

Бондарева Мария Владимировна, ст. преподаватель, факультет ПММ, кафедра МиКМ

7. Рекомендована: НМС факультета ПММ протокол №6 от 17.03.2025.

8. Учебный год: 2027 - 2028

Семестр(-ы): 5

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

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

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 механике и обработке его результатов.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Учебная дисциплина относится к формируемой участниками образовательных отношений части Блока1. 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 обрабатывать, анализировать и оформлять результаты исследований и разработок под руководством специалиста более высокой	ПК-3.2	Применяет при обработке данных и стандартное и оригинальное программное обеспечение	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 с оценкой

13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)	
	Всего	По семестрам
		5
Аудиторные занятия	32	32
в том числе:		
лекции	16	16

практические		
лабораторные	16	16
Самостоятельная работа	40	40
Итого:	72	72
Форма промежуточной аттестации	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой

13.1. Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1. Лекции			
1	Введение	Обзор современного уровня развития пакетов прикладных программ и их применения при решении инженерных задач.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6237#section-1
2	Метод конечных элементов. Метод контрольных объемов.	Основные понятия и принципы метода конечных элементов и контрольных объемов.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6237#section-1
3	ANSYS Workbench	Общее представление об оболочке, импорт геометрии, сеточных моделей для решения задач.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6237#section-1
4	ICEM CFD	Построение трехмерных геометрических моделей Различные методы построения тетраэдрических сеточных моделей. Построение гексаэдрических сеточных моделей с использованием блочных структур	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6237#section-1
2. 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=6237#section-1
2	ICEM CFD	Построение трехмерных геометрических моделей	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6237#section-1
3	ICEM CFD	Различные методы построения тетраэдрических сеточных моделей.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6237#section-1
4	ICEM CFD	Построение гексаэдрических сеточных моделей с использованием блочных структур	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6237#section-1

13.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практич	Лаборат	Самостоят	Всего

			еские	орные	ельная работа	
1	Введение	2				
2	Метод конечных элементов. Метод контрольных объемов.	4		2	6	
3	ANSYS Workbench	2		2	4	
4	ICEM CFD	8		12	30	
	Итого	16		16	40	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

На лекционных занятиях студенты знакомятся с основными понятиями курса, их логической взаимосвязью. Изучение тем начинается с лекций, которые составляют основу теоретической подготовки студентов. Лекции читаются с использованием технических средств обучения. На самостоятельной работе студенты развивают и углубляют полученные знания. Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме, выполнение индивидуальных заданий. Практические занятия позволяют развивать у студентов творческое теоретическое мышление, умение самостоятельно изучать литературу, анализировать практику; учат четко формулировать мысль, вести дискуссию, то есть имеют исключительно важное значение в развитии самостоятельного мышления. При подготовке к практическим занятиям необходимо повторить основные положения и понятия по теме занятия. При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей 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 «Консультант студента». - Режим доступа: https://www.studentlibrary.ru/
2.	Электронно-библиотечная система «Лань» (доступ осуществляется по адресу: https://e.lanbook.com/)
3.	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – Режим доступа: http://www.lib.vsu.ru .
4.	Онлайн-курс, размещенный на LMS-платформе edu.vsu.ru: https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6237#section-1

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 проводиться различные типы лекций (вводная, обзорная и т.д.), применяться дистанционные образовательные технологии в части освоения лекционного 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 лекций, специализированная мебель, компьютер (ноутбук), мультимедийное оборудование (проектор, экран, средства звуковоспроизведения), меловая (маркерная) доска, допускается переносное оборудование.

ОС Windows 8 (10), интернет-браузер (Google Chrome, Mozilla Firefox), ПО Adobe Reader, пакет стандартных офисных программ для работы с документами (MS Office, Мой Офис, Libre Office).

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ, текущей и промежуточной аттестации, организации самостоятельной работы: специализированная мебель, персональные компьютеры в количестве, обеспечивающем возможность индивидуальной работы, компьютер преподавателя, мультимедийное оборудование (проектор, экран), меловая (маркерная) доска, допускается переносное оборудование.

ОС Windows 8 (10), интернет-браузер (Google Chrome, Mozilla Firefox), ПО Adobe Reader, пакет стандартных офисных программ для работы с документами, таблицами (MS Office, Мой Офис, Libre Office), специализированное ПО по тематике дисциплины (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-3	ПК-3.2	<i>Домашние задания</i>
2	Метод конечных элементов. Метод контрольных объемов.	ПК-3	ПК-3.2	<i>Лабораторные задания/домашние задания</i>
3	ANSYS Workbench	ПК-3	ПК-3.2	<i>Лабораторные задания/домашние задания</i>
4	ICEM CFD	ПК-3 ПК-3	ПК-3.2	<i>Лабораторные задания/домашние задания</i>
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				<i>Выполнение лабораторных работ</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

Описание технологии проведения. Проводится контроль путем проверки выполненных работ

Шкалы и критерии оценивания

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.

20.1 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

Шкалы и критерии оценивания

Оценка	Критерии оценок
Отлично	Дан правильный ответ на вопрос из КИМ и дополнительные вопросы по темам разделов. Выполнены все лабораторные работы, предусмотренные для выполнения в течение семестра.
Хорошо	Дан правильный ответ на вопрос из КИМ, но не даны верные ответы на дополнительные вопросы по темам разделов. Выполнены все лабораторные работы, предусмотренные для выполнения в течение семестра.

Удовлетворительно	Ответ на вопрос из КИМ содержит ошибки, не даны/частично верные ответы на дополнительные вопросы по темам разделов. Выполнены все лабораторные работы, предусмотренные для выполнения в течение семестра.
Не удовлетворительно	Неверный и нет ответа на вопрос из КИМ. Не выполнены все лабораторные работы или хотя бы одна из них.

Оценка промежуточной аттестации формируется как интегральная оценка по следующей формуле:

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

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 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

- Если при построении расчетной сетки блоки соединяются между собой интегрально (узел в узел), то это блочная сетка с сопрягающимися поверхностями?
a) Да
b) Нет
- 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
- Могут ли иметь место сетки с накладывающимися блоками (сетки-химеры)?
a) Да
b) Нет
- 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
1. Виды расчетных сеток
- a) Структурированная (регулярная)**
 - b) Неструктурированная**
 - c) Многогранные
 - d) Формальные
2. Форма ячеек сетки в двумерном случае
- a) Треугольник, четырехугольник**
 - b) Отрезок
 - c) Тетраэдр, гексаэдр
3. Форма ячеек сетки в трехмерном случае
- a) Треугольник, четырехугольник
 - b) Отрезок
 - c) Тетраэдр, гексаэдр**
4. Дискретизация области – это _____
- a) представление непрерывной области в виде множества конечных элементов.
 - b) аппроксимация функции полиномами.
 - c) добавление дополнительных узлов на границах элемента.

- d) разбиение конечных элементов на более мелкие.
5. 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
6. 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
7. 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
8. 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 **10** 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.

Оценка промежуточной аттестации формируется как интегральная оценка по следующей формуле:

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

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.

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