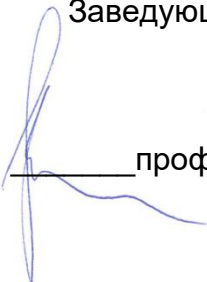


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУ»)

Заведующий кафедрой  
МиКМ  
проф.А.В. Ковалев  
22.03.2024г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.06 Компьютерный практикум по механике

- 1. Шифр и наименование направления подготовки / специальности:**  
01.04.03 Механика и математическое моделирование
- 2. Профиль подготовки:** Прикладная механика и компьютерное моделирование
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** магистр
- 4. Форма обучения:** Очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**  
Механики и компьютерного моделирования
- 6. Составители программы:**  
Бондарева Мария Владимировна, аспирант, факультет ПММ, кафедра МиКМ,  
[Dobrosotskaya\\_masha@mail.ru](mailto:Dobrosotskaya_masha@mail.ru)  
Ковалев Алексей Викторович, доктор физ-мат. наук, профессор, факультет ПММ,  
кафедра МиКМ, [kovalev@amm.vsu.ru](mailto:kovalev@amm.vsu.ru)
- 7. Рекомендована:** НМС факультета ПММ протокол №5 от 22.03.2024
- 8. Учебный год:** 2025 - 2026 **Семестр(ы):** 3, 4

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель изучения дисциплины: Целью учебной дисциплины является изучение и освоение математических моделей для проведения исследовательских работ с использованием средств объектно-ориентированного программирования и ознакомление с современными системами и библиотеками графического программирования.

Задачи учебной дисциплины: Задачей является применение данных систем для решения прикладных задач механики, получение навыков составления математических моделей для проведения расчетно-экспериментальных исследований, научить студентов применять современное программное обеспечение при обработке данных, оформлять и представлять результаты в соответствии с требованиями.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина Б1.В.06 «Ф Компьютерный практикум по механике» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений. Для освоения дисциплины необходимы знания следующих дисциплин: алгебра, аналитическая геометрия, теоретическая механика, механика жидкости и газа, пакеты инженерного анализа, алгоритмы построения расчетных сеток. Освоение дисциплины позволит в дальнейшем изучать специальные курсы по профилю подготовки.

## 11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-5	Способен руководить работами по составлению математических моделей для проведения расчетных работ с использованием современных инженерно-вычислительных комплексов	ПК -5.3	Имеет практический опыт руководства при проведении исследований в области механики деформируемых тел и сред.	Знать: основные методы решения задач. численные методы алгебры, решения дифференциальных уравнений.; основные способы обработки результатов компьютерного моделирования; Основы проведения физического эксперимента  Уметь: выбирать необходимое программное обеспечение для решения задачи. алгоритмизировать поставленную задачу, использовать возможности интернет-ресурсов и пакетов прикладных программ; работать в команде
ПК-7	Способен организовывать и проводить работы по обработке результатов расчетно-эксперимента	ПК -7.1	Имеет представление об основных методах проведения экспериментальных исследований процессов деформирования, прочности элементов конструкций, выполненных из	Знать: основные методы проведения экспериментальных процессов деформирования, прочности элементов конструкций, выполненных современных материалов  Владеть: основными навыками решения задач с использованием прикладного программного

	льных исследований		современных материалов, методиках обработки полученных результатов.	обеспечения; способами реализации и расчета поставленной задачи; методикой проведения исследования и способами анализа результатов
		ПК -7.2	Применяет при обработке данных методы анализа экспериментальных результатов, стандартное и оригинальное программное обеспечение	Уметь: применять при обработке данных методы анализа результатов  Владеть: методами проведения физического эксперимента; подбирать средства и методы для обработки результатов;
		ПК -7.3	Представляет/ оформляет результаты лабораторных испытаний в соответствии с действующими технологическими регламентами/требованиями	Знать: действующий регламент/требования оформления и представления результатов лабораторных испытаний  Уметь: оформлять и представлять результаты лабораторных испытаний

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

**Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен): зачет**

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			4
Контактная работа		24	24
в том числе:	лекции		
	практические		
	лабораторные	24	24
	курсовая работа		
	<i>др. виды(при наличии)</i>		
Самостоятельная работа		48	48
Промежуточная аттестация (для экзамена)			Зачет
Итого:		72	72

#### 13.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
2.Лабораторные занятия			

1.	Введение	Обзор современного программного обеспечения предназначенного для решения задач гидродинамики	«Компьютерный практикум по механике»
2.	Ansys, платформа Workbench	Основы работы в платформе Workbench	«Компьютерный практикум по механике»
3.	Ansys fluent (ламинарное/турбулентное течение)	Исследование течения жидкости в внезапно расширяющемся / сужающемся канале. Получение сеточно-независимого решения, определение длин, образующихся вихрей.	«Компьютерный практикум по механике»
4.	Ansys fluent (многокомпонентное течение)	Исследования взаимодействия двух различных компонентов. Определение длины перемешивания струй.	«Компьютерный практикум по механике»
5.	Ansys fluent (сверхзвуковое течение)	Решение задачи о сверхзвуковом течении жидкости. Получение сеточно-независимого решения.	«Компьютерный практикум по механике»

### 13.3 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.	Введение		2	2	4
2.	Ansys, платформа Workbench		2	4	8
3.	Ansys fluent (ламинарное/турбулентное течение)		6	12	18
4.	Ansys fluent (многокомпонентное течение)		8	18	26
5.	Ansys fluent (сверхзвуковое течение)		6	12	18
	Итого		24	48	72

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Студентам, изучающим дисциплину, рекомендуется проведение самостоятельной работы с конспектами лекций, презентационным материалом, методическими указаниями, литературой. 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.	<b>Афанасьев, А.А.</b> 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: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-22.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-22.pdf</a> >.
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: <a href="https://e.lanbook.com/book/90112">https://e.lanbook.com/book/90112</a> .
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: <a href="https://e.lanbook.com/book/1335">https://e.lanbook.com/book/1335</a>

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: <a href="https://e.lanbook.com/book/118128">https://e.lanbook.com/book/118128</a>
----	---

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1.	<b>Артемов, Михаил Анатольевич.</b> 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: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb02041.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb02041.pdf</a> >.
2.	анщикова, 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: <a href="https://e.lanbook.com/book/118128">https://e.lanbook.com/book/118128</a>

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1.	Электронно-библиотечная система «Консультант студента». - Режим доступа: <a href="https://www.studentlibrary.ru/">https://www.studentlibrary.ru/</a>
2.	Электронно-библиотечная система «Лань» (доступ осуществляется по адресу: <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> )
3.	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – Режим доступа: <a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a> .
4.	Онлайн-курс, размещенный на LMS-платформе edu.vsu.ru: «Компьютерный практикум по механике»

**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. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):**

- технологии синхронного и асинхронного взаимодействия студентов и преподавателя посредством служб (сервисов) по пересылке и получению электронных сообщений, в том числе, по сети Интернет а также другие Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.;
- сервис электронной почты для оперативной связи преподавателя и студентов.

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, для организации самостоятельной работы обучающихся используется онлайн-курс, размещенный на платформе Электронного

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

### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: специализированная мебель, персональные компьютеры для индивидуальной работы.

ОС Windows 8 (10), ПО Adobe Reader, пакет стандартных офисных приложений для работы с документами, таблицами (MS Office, МойОфис, LibreOffice), ПО Pascal ABC NET, ПО Free Pascal

### 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-5.3	Домашние задания
2.	Ansys, платформа Workbench	ПК-5	ПК-5.3	Лабораторные задания/домашние задания
3.	Ansys fluent (ламинарное/турбулентное течение)	ПК-5 ПК-7	ПК-5.3 ПК-7.1 ПК-7.2	Лабораторные задания/домашние задания
4.	Ansys fluent (многокомпонентное течение)	ПК-5 ПК-7	ПК-5.3 ПК-7.1 ПК-7.3	Лабораторные задания/домашние задания
5.	Ansys fluent (сверхзвуковое течение)	ПК-5 ПК-7	ПК-5.3 ПК-7.2 ПК-7.3	Лабораторные задания/домашние задания
Промежуточная аттестация форма контроля - зачет				Выполнение лабораторных работ

### 20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

#### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Лабораторные задания/домашние задания

---

(наименование оценочного средства текущего контроля успеваемости)

Описание технологии проведения: Решение лабораторных заданий происходит в течение 1 часа 30 минут в учебной аудитории

Оценка	Критерии оценок
Зачтено	Правильное выполнение трех лабораторных работ.
Незачтено	Неправильное или невыполнение трех лабораторных работ.

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью оценки выполнения студентом первой лабораторной работы.

## 20.3 Фонд оценочных средств сформированности компетенций студентов, рекомендуемый для проведения диагностических работ:

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

ЗАДАНИЕ 1. Выберите верные утверждения

- a) **Результаты вычислений с помощью математической модели должны удовлетворять существующим экспериментальным данным**
- b) Математическая модель может быть признана корректной, если содержит явно или неявно противоречивые утверждения, гипотезы или математические зависимости, связывающие какие-либо характеристики или параметры реального объекта.
- c) **Результаты вычислений должны обладать предсказуемостью**

ЗАДАНИЕ 2. Что происходит с результатами исследований на ЭВМ при проверке адекватности математической модели и реального объекта, процесса или системы?

- a) Сравниваются с результатами эксперимента на опытном натурном образце
- b) Принимаются в качестве итоговых результатов
- c) Не принимаются во внимание
- d) Нет правильного ответа

ЗАДАНИЕ 3. Математическое моделирование это

- a) словесное описание процесса или явления
- b) **описание в математических терминах физической модели**
- c) решение задач на ЭВМ

ЗАДАНИЕ 4. Решение сформулированной математической задачи на ЭВМ связано с \_\_\_\_\_

- a) выделением второстепенных факторов физической модели
- b) разработкой гипотетической модели
- c) **разработкой вычислительного алгоритма и составлением программы**

ЗАДАНИЕ 5. Задача считается поставленной корректно, если

- a) решение может не существовать
- b) **решение должно быть однозначно определено**
- c) решение не зависит от данной задачи

ЗАДАНИЕ 6. Вычислительный процесс сходится, если

- a) **на каком-то шаге погрешность в решении задачи будет меньше заданной**
- b) погрешность при вычислениях не убывает
- c) нет правильного ответа

ЗАДАНИЕ 7. Численные методы могут быть реализованы с помощью:

- a) только с применением ЭВМ
- b) только с ручным счетом
- c) **с помощью ЭВМ и ручного счета**

ЗАДАНИЕ 8. Погрешность, допущенная в промежуточных вычислениях, в точных методах:

- a) **влияет на конечный результат**
- b) не влияет на конечный результат
- c) автоматически исправляются

ЗАДАНИЕ 9. Если численный метод позволяет получать решения лишь с заданной точностью, то он относится к \_\_\_\_\_

- a) Точным
- b) Приближенным
- c) Неточным

ЗАДАНИЕ 10. Построение математической модели изучаемого объекта состоит из следующих этапов:

- a) выделение его наиболее существенных свойств
- b) описание существенных свойств с помощью математических соотношений
- c) установление границы применимости модели
- d) поиск метода решения сформулированной задачи
- e) решение математической задачи

ЗАДАНИЕ 11. Итерационные алгоритмы требуют

- a) предварительной проверки условий сходимости
- b) выбора начального приближения
- c) выделения второстепенных факторов физической модели
- d) разработки гипотетической модели
- e) установление границы применимости модели

ЗАДАНИЕ 12. Для решения систем линейных уравнений по правилу Крамера необходимо следующее:

- a) определитель матрицы системы не равен нулю
- b) найти разрешающую формулу
- c) выразить первую производную

задать точность вычислений  $\epsilon > 0$

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

ЗАДАНИЕ 1. Если при построении расчетной сетки блоки соединяются между собой интегрально (узел в узел), то это блочная сетка с сопрягающимися поверхностями?

**Ответ: Да**

ЗАДАНИЕ 2. Если при построении расчетной сетки блоки соединяются между собой по поверхностям раздела ячеек, то это блочная сетка с не сопрягающимися поверхностями?

**Ответ: Да**

ЗАДАНИЕ 3. Могут ли иметь место сетки с накладывающимися блоками (сетки-химеры)?

**Ответ: Да**

ЗАДАНИЕ 4. Верно ли утверждение: «Разность между решением исходной системы дифференциальных уравнений и точным решением исходной системы дифференциальных уравнений называют погрешностью метода»

**Ответ: Да**

ЗАДАНИЕ 5. Чем определяется размер сеточного элемента?

**Ответ: Максимально длинной гранью элемента**

ЗАДАНИЕ 6. Что подразумевается под размером расчетной сетки?

**Ответ: Количество узлов, элементов сетки**

ЗАДАНИЕ 7. Математическая модель объекта это

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

Задания раздела 20.3 рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных знаний по результатам освоения данной дисциплины.