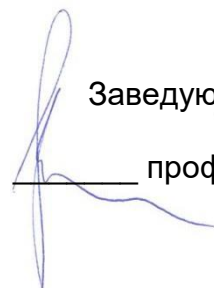


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)



**УТВЕРЖДАЮ**  
Заведующий кафедрой  
МиКМ  
проф. А.В. Ковалев  
21.03.2025г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.08 Физико-механический практикум и вычислительный эксперимент

- 1. Шифр и наименование направления подготовки:** 01.03.03 Механика и математическое моделирование
- 2. Профиль подготовки:** Компьютерный инжиниринг в механике сплошных сред
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** Механики и компьютерного моделирования
- 6. Составители программы:**  
Минаева Надежда Витальевна, доктор физ-мат. наук, профессор, факультет ПММ, кафедра МиКМ  
Бондарева Мария Владимировна, старший преподаватель кафедры механики и компьютерного моделирования  
Малыгина Юлия Владимировна, старший преподаватель кафедры механики и компьютерного моделирования
- 7. Рекомендована:** НМС факультета ПММ протокол №6 от 17.03.2025
- 8. Учебный год:** 2028 - 2029 **Семестр(ы):** 7, 8

### 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются: изучение современных систем автоматизированного проектирования и программ конечно-элементного анализа, используемых для решения статических и динамических задач механики деформируемого твердого тела и задач механики жидкости и газа. Отдельная часть курса посвящена расчету на прочность узлов и деталей ЛА.

Задачи учебной дисциплины: ознакомление с фундаментальными понятиями дисциплины, с современным программным обеспечением позволяющим решать задачи механики, научить создавать структурированные и неструктурированные сеточные модели задавать граничные условия и визуализировать полученные результаты, навыкам решения классических и современных задач средствами компьютерного моделирования.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1. Дисциплины (модули). Для освоения дисциплины необходимы знания следующих дисциплин: алгебра, аналитическая геометрия, теоретическая механика, теория упругости, теория пластичности, 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-2 | Способен проводить отдельные виды исследований в рамках поставленных задач по стандартным методикам | ПК-2.1 | Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана работы                                         | Знать: современные способы поиска информации в сети интернет.<br>Уметь: формировать запросы поиска необходимой информации<br>Владеть: навыками работы с большим объемом профессиональной информации.                                                                                                                                                                                                                    |
|      |                                                                                                     | ПК-2.2 | Проводит эксперимент в соответствии с установленными полномочиями, составляет его описание и формулирует выводы | Знать: основные понятия математического и компьютерного моделирования;<br>Уметь: формировать математическую модель, определять параметры граничных условий, задавать физические свойства веществ, задавать параметры решения задачи<br>Владеть: навыками разработки физико-математических моделей исследуемых процессов; навыками решения физико-математических моделей исследуемых процессов; навыками самостоятельно- |

|      |                                                                                                                                                                      |        |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                                                                                                                                                                      |        |                                                                                                                                                                                                                               | го получения новых знаний по моделированию рабочих процессов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ПК-3 | Способен обрабатывать, анализировать и оформлять результаты исследований и разработок под руководством специалиста более высокой квалификации                        | ПК-3.3 | Представляет/оформляет результаты лабораторных испытаний в соответствии с действующими технологическими регламентами/требованиями                                                                                             | Знать: основы математических моделей реального процесса или объекта.<br>Уметь: постигать основы математических моделей реального объекта.<br>Владеть: навыками применения моделирования для построения объектов и процессов, предсказания их свойств                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ПК-6 | Способен применять методы и средства экспериментальных исследований отдельных элементов конструкций, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов | ПК-6.1 | Имеет представление об основных методах проведения экспериментальных исследований процессов деформирования, прочности элементов конструкций, выполненных из современных материалов, методики обработки полученных результатов | Знать: возможности и особенности прикладных пакетов программ ANSYS.<br>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 ANSYS для анализа вариантов решений заданной задачи<br>Владеть: навыками решения прикладных задач с помощью прикладных пакетов ANSYS; навыками анализа вариантов решений, разработки и поиска компромиссных решений. |
|      |                                                                                                                                                                      | ПК-6.2 | Применяет при обработке данных методы анализа экспериментальных результатов, стандартное и оригинальное программное обеспечение                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|      |                                                                                                                                                                      | ПК-6.3 | Представляет/оформляет результаты лабораторных испытаний в соответствии с действующими технологическими регламентами/требованиями                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 3/108.**

**Форма промежуточной аттестации: зачет**

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

| Вид учебной работы                      |                       | Трудоемкость |                 |                 |
|-----------------------------------------|-----------------------|--------------|-----------------|-----------------|
|                                         |                       | Всего        | По семестрам    |                 |
|                                         |                       |              | 7               | 8               |
| Контактная работа                       |                       | 48           | 32              | 16              |
| в том числе:                            | лекции                |              |                 |                 |
|                                         | практические          |              |                 |                 |
|                                         | лабораторные          | 48           | 32              | 16              |
|                                         | курсовая работа       |              |                 |                 |
|                                         | др. виды(при наличии) |              |                 |                 |
| Самостоятельная работа                  |                       | 60           | 40              | 20              |
| Промежуточная аттестация (для экзамена) |                       |              | Зачет с оценкой | Зачет с оценкой |
| Итого:                                  |                       | 108          | 72              | 36              |

**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                                                                                             | <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11297">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11297</a> |
| 2.                     | Ansys, платформа Workbench                  | Основы работы в платформе Workbench                                                                                                                                                       | <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11297">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11297</a> |
| 3.                     | Ansys cfx (ламинарное/турбулентное течение) | Исследование течения жидкости в внезапно расширяющемся / сужающемся канале. Получение сеточно-независимого решения, определение длин, образующихся вихрей.                                | <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11297">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11297</a> |
| 4.                     | Ansys cfx (многокомпонентное течение)       | Исследовании взаимодействия двух различных компонентов. Определение длины перемешивания струй.                                                                                            | <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11297">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11297</a> |
| 5.                     | Ansys cfx (сверхзвуковое течение)           | Решение задачи о сверхзвуковом течении жидкости. Получение сеточно-независимого решения.                                                                                                  | <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11297">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11297</a> |
| 6.                     | ANSYS Transient Thermal                     | Решение нестационарных температурных задач с помощью модуля ANSYS Transient Thermal. Задание начальных и граничных условий. Постобработка данных. Получение сеточно-независимого решения. | <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29561">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29561</a> |
| 7.                     | ANSYS Static Structural                     | Решение задачи об изгибе балки. Поперечное сечение. Построение эпюр моментов                                                                                                              | <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11297">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11297</a> |

|  |  |                                                                                        |        |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|  |  | тов и перерезывающих сил. Задачи Ламе. Симметрия. Напряжения, деформации, перемещения. | =29561 |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------|--------|

### 13.2 Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины             | Лекции | Лабораторные | Самостоятельная работа | Всего |
|-------|---------------------------------------------|--------|--------------|------------------------|-------|
| 1.    | Введение                                    |        | 2            | 4                      | 6     |
| 2.    | Ansys, платформа Workbench                  |        | 4            | 6                      | 10    |
| 3.    | Ansys cfx (ламинарное/турбулентное течение) |        | 8            | 6                      | 14    |
| 4.    | Ansys cfx (многокомпонентное течение)       |        | 10           | 14                     | 24    |
| 5.    | Ansys cfx (сверхзвуковое течение)           |        | 8            | 10                     | 18    |
| 6.    | Ansys Transient Thermal                     |        | 6            | 8                      | 14    |
| 7.    | Ansys Static Structural                     |        | 10           | 12                     | 22    |
|       | Итого                                       |        | 48           | 60                     | 108   |

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

Освоение дисциплины «Физико-механический практикум и вычислительный эксперимент» включает лабораторные работы и самостоятельную работу обучающихся.

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

На лабораторных занятиях обучающиеся изучают инструменты и методы компьютерного моделирования процессов механики сплошных сред в современных пакетах инженерного анализа. Занятия предназначены для формирования умений и навыков, закрепленных компетенций по ОПОП.

Самостоятельная работа студентов включает в себя проработку учебного материала, разбор и выполнение лабораторных 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. К концу семестра обучающиеся должны выполнить все задания. Оценка выставляется по результатам защиты выданных лабораторных работ.

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.

Для организации самостоятельной работы или проведения занятий с использованием дистанционных образовательных технологий и электронного обучения разработан ЗУМК, размещенный на платформе электронного университета ВГУ <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11297> и <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29561>

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

а) основная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|----------|
|-------|----------|

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Наседкин, А. В. Моделирование связанных задач : математические постановки и конечно-элементные технологии : учебное пособие : [16+] / А. В. Наседкин, А. А. Наседкина ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2019. – 177 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=577955">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=577955</a> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-3184-4. – Текст : электронный. |
| 2 | Семенов, А. Г. Математическое и компьютерное моделирование : практикум : [16+] / А. Г. Семенов, И. А. Печерских ; Кемеровский государственный университет. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2019. – 237 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=574121">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=574121</a> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8353-2427-9. – Текст : электронный.                                             |
| 3 | Компьютерное моделирование : физика : учебное пособие : [16+] / З. А. Кононова, С. О. Алтухова, Г. А. Воробьев, Г. И. Белозерова. – Липецк : Липецкий государственный педагогический университет им. П.П. Семенова-Тян-Шанского, 2017. – Часть 2. – 76 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=576941">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=576941</a> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-88526-825-7. – Текст : электронный.                          |
| 4 | Карабутов, Н. Н. Основы компьютерного моделирования : учебное пособие : [16+] / Н. Н. Карабутов, М. И. Иванов ; Московская государственная академия водного транспорта. – Москва : Альтаир : МГАВТ, 2018. – 53 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=682038">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=682038</a> – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.                                                                              |

## б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Матвеев, К. А. Комплекс ANSYS : анализ устойчивости конструкций : учебное пособие : [16+] / К. А. Матвеев, И. А. Банщикова, М. А. Леган ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 66 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=575174">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=575174</a> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3383-6. – Текст : электронный.                   |
| 2     | Гридчин, А. В. Проектирование электронной компонентной базы в ANSYS Workbench : учебное пособие : [16+] / А. В. Гридчин, В. А. Колчужин, В. А. Гридчин ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. – 83 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=576253">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=576253</a> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3138-2. – Текст : электронный.           |
| 3     | Присекин, В. Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел : учебник : [16+] / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2009. – 240 с. : табл., ил. – (Учебники НГТУ). – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=436040">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=436040</a> – Библиогр.: с. 232. – ISBN 978-5-7782-1287-9. – Текст : электронный. |
| 4     | Вансович, К. А. Численные методы исследования напряженно-деформированного состояния трубопроводов и резервуаров : учебное посо-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | бие : [16+] / К. А. Вансович ; ред. К. В. Обухова ; Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2021. – 130 с. : ил., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=700851">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=700851</a> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-3348-5. – Текст : электронный. |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

| № п/п | Источник                                                                                                                                                                                                      |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Электронная библиотека ВГУ <a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a>                                                                                                                                 |
| 2     | Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" <a href="https://biblioclub.lib.vsu.ru/">https://biblioclub.lib.vsu.ru/</a>                                                               |
| 3     | Бондарева М.В. Физико-механический практикум и вычислительный эксперимент: ЗУМК / М.В. Бондарева – URL: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11297">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11297</a> |
| 4     | Малыгина Ю.В. Физико-механический практикум и вычислительный эксперимент: ЗУМК / Ю.В. Малыгина – URL: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29561">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29561</a>   |

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы**

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.

Указанные в учебно-методическом комплексе учебные пособия и справочные материалы, приведены в таблице ниже:

| № п/п | Источник                                                                                                                                                                                                      |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Положение об организации самостоятельной работы обучающихся в Воронежском государственном университете                                                                                                        |
| 2     | Афанасьев А.А. Пакеты программ инженерного и научного анализа: учебное пособие для вузов / А.А. Афанасьев, М.В. Бондарева, Е.Н. Коржов .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015 .— 48 с                        |
| 3     | Бондарева М.В. Физико-механический практикум и вычислительный эксперимент: ЗУМК / М.В. Бондарева – URL: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11297">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11297</a> |
| 4     | Малыгина Ю.В. Физико-механический практикум и вычислительный эксперимент: ЗУМК / Ю.В. Малыгина – URL: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29561">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29561</a>   |

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

Информационные технологии для реализации учебной дисциплины:

- 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 ис-

пользуется 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, 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-2           | ПК-2.1                              | Комплекты практических заданий №1 |
| 2.                                                           | Ansys, платформа Workbench                | ПК-2           | ПК-2.1                              | Комплекты практических заданий №1 |
| 3.                                                           | Ansys cfx (напорное/турбулентное течение) | ПК-3<br>ПК-6   | ПК-3.3<br>ПК-6.1                    | Комплекты практических заданий №1 |
| 4.                                                           | Ansys cfx (многокомпонентное течение)     | ПК-2<br>ПК-6   | ПК-2.1<br>ПК-6.2<br>ПК-6.3          | Комплекты практических заданий №1 |
| 5.                                                           | Ansys cfx (сверхзвуковое течение)         | ПК-2<br>ПК-6   | ПК-2.1<br>ПК-6.2<br>ПК-6.3          | Комплекты практических заданий №1 |
| 6.                                                           | Ansys Transient Thermal                   | ПК-2<br>ПК-6   | ПК-2.1<br>ПК-6.2<br>ПК-6.3          | Комплекты практических заданий №2 |
| 7.                                                           | Ansys Static Structural                   | ПК-3<br>ПК-6   | ПК-3.3<br>ПК-6.1                    | Комплекты практических заданий №2 |
| Промежуточная аттестация<br>форма контроля – зачет с оценкой |                                           |                |                                     | Перечень вопросов (КИМ №1,2)      |

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

#### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Комплект практических заданий №1

Перечень практических заданий

Лабораторная работа №1. Численное решение задачи о ламинарном или турбулентном течении жидкости в кольцевом зазоре или трубе.

Лабораторная работа №2. Численное решение задачи о смешении двух компонентов.

Лабораторная работа №3. Численное решение сверхзвукового течения в угловом сопле.

### **Комплект практических заданий №2**

#### **Перечень практических заданий**

Лабораторная работа №1. Численное решение задачи об остывании или нагреве двухслойного шара

Лабораторная работа №2. Численное решение задачи Ламе

#### **Технология проведения**

Лабораторные работы из комплектов практических заданий №1,2 выполняются в учебном классе или самостоятельно. Результаты работы предоставляются преподавателю для оценивания в печатном виде или прикрепляются отдельным файлом в ЭУМК.

#### **Критерии оценки лабораторных работ**

| Оценка     | Критерии оценок                                                                                                                                                                                                                 |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зачтено    | Правильно построена геометрическая модель. Расчетная сетка удовлетворяет построенной модели. Верно заданы граничные/начальные условия. Получено численное решение задачи.                                                       |
| Не зачтено | Не построена или неверно построена геометрическая модель или расчетная сетка не удовлетворяет построенной модели. Граничные условия не заданы/заданы частично. Не получено численное решение задачи или задача решена не верно. |

## **20.2 Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: вопросы к зачету.

Перечень вопросов к зачету (КИМ №1)

1. Модуль для решения задач механики жидкости и газа.
2. Задание начальных и граничных условий.
3. Ламинарное/турбулентное течение.
4. Выбор модели турбулентности
5. Пограничный слой.
6. Анализ сходимости численного процесса.
7. Нахождение сеточно-независимого решения.
8. Сравнение аналитического и численного решений.
9. Обработка результатов компьютерного моделирования.
10. Погрешности расчета.
11. Особенности многокомпонентного течения и смешения.
12. Создание нового компонента с известными свойствами.
13. Инициализация расчетной области.

#### 14. Особенности сверхзвукового течения жидкости.

##### Перечень вопросов к зачету (КИМ №2)

1. Модуль для решения нестационарных температурных задач
2. Задание начальных и граничных условий.
3. Постобработка данных.
4. Получение сеточно-независимого решения.
5. Модуль для решения задач механики деформируемого твердого тела.
6. Решение задачи об изгибе балки. Основные положения.
7. Задание момента, распределенной нагрузки, сосредоточенной силы.
8. Поперечное сечение. Виды, способ задания.
9. Построение эпюр моментов и перерезывающих сил.
10. Задачи Ламе. Построение геометрической области.
11. Симметрия. Виды и способ задания.
12. Граничные условия и ограничения.
13. Построение графиков компонент тензора напряжений, деформаций, перемещений.

##### Технология проведения

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о Промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Промежуточная аттестация проводится в форме собеседования на основе КИМ, который содержит 1 вопрос. Студенту предлагается 30 минут времени на подготовку к ответу.

##### 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.                                                                                                     |

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

##### Вопросы с вариантами ответов

1. Система дифференциальных уравнений в частных производных, описывающая движение вязкой ньютоновской жидкости называется уравнениями
  - a) Анри Навье
  - b) Ньютона
  - c) **Навье-Стокса**
  - d) Бюргерса
2. Количество неизвестных величин, входящих в систему уравнений, описывающих движение вязкой ньютоновской жидкости
  - a) 2
  - b) 5
  - c) 1
  - d) **4**
3. Безразмерная величина, характеризующая отношение инерционных сил к силам вязкого трения в вязких жидкостях и газах называется
  - a) Числом Маха
  - b) **Числом Рейнольдса**
  - c) Числом Фруда
  - d) Числом Ньютона
4. Отношение скорости течения в данной точке газового потока к местной скорости распространения звука в движущейся среде называется
  - a) **Числом Маха**
  - b) Числом Рейнольдса
  - c) Числом Фруда
  - d) Числом Ньютона
5. Безразмерная величина, один из критериев подобия нестационарных (часто колебательных) течений жидкостей и газов.
  - a) Число Маха
  - b) Число Рейнольдса
  - c) Число Фруда
  - d) **Число Струхала**
6. Метод, лежащий в основе численного решения гидрогазодинамики.
  - a) Метод конечных элементов
  - b) **Метод контрольных объемов**
  - c) Метод конечных разностей
7. Метод, лежащий в основе численного решения задач механики твердого тела.
  - a) **Метод конечных элементов**
  - b) Метод контрольных объемов
  - c) Метод конечных разностей
8. Верно ли утверждение: «Если какое-либо отображение оригинала геометрически полностью ему подобно, но не удовлетворяет каким-то важнейшим свойствам, то такое отображение называется не моделью, а макетом»
  - a) **Да**
  - b) Нет
9. Основоположителем теории метода конечных элементов является

- a) Х.Мартин
- b) М.Тернер
- c) **Р.Курант**
- d) Анри Навье

10. Верно ли утверждение: «Метод конечных элементов представляет собой эффективный численный метод решения инженерных и физических задач. Предполагается, что цельная конструкция рассматривается как совокупность отдельных конечных элементов».

- a) **Да**
- b) Нет

11. Для чего предназначены CAE системы

- a) Для улучшения работы в платформе
- b) **Для моделирования разнообразных физических процессов**
- c) Для автоматизации процесса проектирования
- d) Для обобщения правил работы

12. Верно ли утверждение: «Необходимость автоматизации проектирования обусловлена требованием сокращения времени разработки новых конструкций за счет повышения производительности конструкторских работ»

- a) **Да**
- b) Нет

13. Верно ли утверждение: «Цель метода моделирования, как метода познания окружающей действительности, заключается в установлении основных закономерностей и особенностей функционирования реально существующего предмета, явления или процесса»

- a) **Да**
- b) Нет

14. Верно ли утверждение: «Основная задача моделирования состоит в построении некоторого искусственно созданного физического или абстрактного образа реального объекта и исследовании его свойств»

- a) **Да**
- b) Нет

15. Моделирование, как метод познания, используется недавно и подразумевает установление поведения объекта

- a) Да
- b) **Нет**

16. Часть или фрагмент реальной действительности, содержащий интересующий нас объект, поведение которого должно быть исследовано с помощью какого-либо метода это

- a) Модель
- b) Объект
- c) **Предметная область**
- d) Способ

17. Любой предмет окружающей действительности, реальный процесс, явление или эффект, существующий вне нашего сознания и являющийся предметом теоретического исследования или практической деятельности это
- a) Модель
  - b) Объект**
  - c) Предметная область
  - d) Метод
18. Верно ли утверждение: «Моделирование какого-либо реально существующего объекта не может выполняться отдельно, без учета его связей с другими объектами данной предметной области»
- a) Да**
  - b) Нет
19. Верно ли утверждение: «Особенность теоретических моделей заключается в том, что они характеризуются достаточно высоким уровнем обобщения, собственной логикой развития и высокой степенью общности для разнообразных реальных объектов»
- a) Да**
  - b) Нет
20. Моделирование, как метод познания, используется недавно и подразумевает исследование основных закономерностей и особенностей поведения каких-либо процессов, явлений ил других реальных объектов с помощью их моделей
- a) Да
  - b) Нет**
21. Исследование основных закономерностей и особенностей функционирования реальных объектов с помощью моделей в целях возможности предсказания их поведения в определенных условиях это
- a) Предметная область
  - b) Объект
  - c) Моделирование**
  - d) Модель
22. Верно ли утверждение: «Если какое-либо отображение оригинала геометрически полностью ему подобно, но не удовлетворяет каким-то важнейшим свойствам, то такое отображение называется моделью»
- a) Да
  - b) Нет**
23. Верно ли утверждение: «Математическая модель не может описывать всех свойств реального объекта, а устанавливает связи лишь между его основными для данного исследования факторами»
- a) Да**
  - b) Нет
24. Образ ил отображение реального объекта, построенный с помощью математических соотношений, которые устанавливают связи между определяющими свойствами объекта это
- a) Математическая модель**
  - b) Объект
  - c) Предмет

d) Цель

25. Какие именно свойства являются определяющими и должны учитываться при построении математической модели, какие являются второстепенными и могут на первых этапах исследования не учитываться определяется \_\_\_\_\_ проводимого исследования

- a) Методами
- b) Целями**
- c) Свойства
- d) Факторами

26. Дискретизация области – это...

- a) **представление непрерывной области в виде множества конечных элементов.**
- b) аппроксимация функции полиномами
- c) добавление дополнительных узлов на границах элемента
- d) добавление дополнительных узлов на границах элемента

27. Выберите верные утверждения

- a) Допускается наличие точек в области, не принадлежащих ни одному элементу
- b) Каждая точка области должна быть внутренней точкой одного элемента или быть на границе элементов**
- c) Узлы элементов – точки пересечения границ элементов**
- d) Существует только одна аппроксимирующая функция.

28. Метод исследования реальной действительности с помощью математических моделей это

- a) Математическая теория
- b) Математическое моделирование**
- c) Математическая гипотеза
- d) Эксперимент

29. Суть математического моделирования заключается в построении математических моделей, изучении их свойств и на этой основе установления основных закономерностей и особенностей функционирования \_\_\_\_\_ объекта.

- a) Виртуального
- b) Реального**

30. Верно ли утверждение: «В МКЭ любые непрерывные величины, такие как перемещение, температура, давление, и пр. могут быть аппроксимированы дискретной моделью.».

- a) Да**
- b) Нет

31. Верно ли утверждение: «В МКЭ кусочно-непрерывные функции определяются с помощью значений непрерывной величины в бесконечном фиксируемом числе точек рассматриваемой области. Эти точки называются узлами.».

- a) Да
- b) Нет**

32. Верно ли утверждение: «В МКЭ значение непрерывной величины в каждой узловой точке считается переменной, которая должна быть определена.».

- a) Да**

b) Нет

33. Верно ли утверждение: «Увеличение числа элементов конечно-элементной сетки увеличивает точность производимого расчета, но при этом сокращается время его вычисления»

a) Да

b) **Нет**

34. Для чего необходимо задавать граничные условия?

a) **Для нахождения единственного решения**

b) Для определения свойств материала.

c) Для определения порядка расчетной схемы

d) Для аппроксимации функции полиномами

35. Первым шагом при решении инженерных задач численным методом является

a) Задание граничных условий

b) Обработка и анализ результатов

c) Описание расчетной схемы

d) **Построение геометрической модели объекта исследования**

36. Верно ли утверждение: «При установившемся ламинарном течении жидкости в круглой трубе профиль скорости не меняется».

a) **Да**

b) Нет

37. Искусственно созданный материальный или абстрактный (теоретический) образ или отображение реального объекта, учитывающее его наиболее важные и характерные свойства это

a) Объект

b) **Модель**

c) Программа

d) Образ

38. Как расшифровывается аббревиатура CAD

a) **Computer-Aided Design**

b) Canadian Dollar

c) Cadastral map

39. Для чего предназначены CAD системы

a) Для улучшения работы в платформе

b) Для обобщения правил работы

c) **Для автоматизации процесса проектирования**

d) Для анализа работы конструкции

40. Применение принципа многовариантности в моделировании, означает, что для любого объекта реальной действительности необходимо создавать \_\_\_\_\_ моделей.

a) Бесконечное множество

b) Одну единственную

c) **Несколько**

41. Что может вызывать движение жидкости в исследуемой области?

a) **Перепад давления**

- b) Изменение плотности среды  
 c) **Движение стенки канала**
42. Минимальная совокупность факторов, качественно верно определяющих поведение исследуемого реального объекта это  
 a) Факториальная модель  
 b) **Базовая модель**  
 c) Степенная модель  
 d) Модель без ограничений
43. Математические модели относятся к  
 a) Предметные или физические модели  
 b) **Теоретические, знаковые или символные**
44. Любая математическая модель должна удовлетворять условиям \_\_\_\_\_.  
 a) **Корректности**  
 b) Реальности  
 c) Многофакторности
45. Выберите верные утверждения  
 a) **Результаты вычислений с помощью математической модели должны удовлетворять существующим экспериментальным данным**  
 b) **Результаты вычислений должны обладать предсказуемостью**  
 c) 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.
46. Верно ли, что математическая модель не может содержать исключаящие друг друга предположения или построения  
 a) **Да**  
 b) Нет
47. Вид математического моделирования, использующий средства вычислительной техники и современные информационные технологии  
 a) **Вычислительный или компьютерный эксперимент**  
 b) Инженерно-конструкторский эксперимент  
 c) Информационный эксперимент  
 d) Технический эксперимент
48. Свойство дискретной модели, при котором приближенное решение стремится к некоторому конечному значению, являющемуся решением соответствующей задачи это  
 a) Устойчивость  
 b) **Сходимость**  
 c) Адекватность  
 d) Корректность
49. Свойство дискретной модели, алгоритма или вычислительного процесса, при наличии которого возникающие возмущения гаснут со временем это  
 a) **Устойчивость**  
 b) Сходимость  
 c) Адекватность  
 d) Корректность

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

- a) **Да**
- b) Нет

51. Верно ли утверждение: «Если метод устойчив и если все аппроксимации, используемые в процессе дискретизации точны, решение стремится к независящему от размера сетки решению»?

- a) **Да**
- b) Нет

52. Численные методы расчета параметров течения жидкости и теплообмена дают только \_\_\_\_\_ решения

- a) Точные
- b) **Приближенные**
- c) Единственно верные

53. Выберите верные утверждения

- a) турбулентные течения являются стационарными
- b) **турбулентные пульсации являются трехмерными**
- c) **турбулентные течения содержат множество вихрей разного размера**
- d) турбулентность уменьшает перемешивание и обмен импульсом и энергией

54. Верно ли утверждение: «Вычислительная механика жидкостей имеет дело с задачами, описывающими равновесие и движение жидкости и газов, включая такие хорошо разработанные области как гидродинамику, аэродинамику, физику атмосферы, физику горения и взрыва»

- a) Нет
- b) **Да**

55. Расставьте этапы решения задачи в правильном порядке (adebс)

- a) Создание/импорт геометрической модели
- b) Процесс решения задачи, контроль за сходимостью решения
- c) Обработка и анализ результатов
- d) Пространственная дискретизация расчетной области
- e) Выбор физико-математической модели, описание расчетной схемы, задание граничных и начальных условий

56. Верно ли утверждение: «Моделирование не может быть применено для расширения теоретических моделей с целью получения новых эмпирических знаний, а также для расширения эмпирических понятий в тех областях, где они пока не могут быть получены»

- a) Да
- b) **Нет**

57. \_\_\_\_\_ эксперимент – это эксперимент над математической моделью объекта на ЭВМ, который состоит в том, чтобы по одним параметрам модели вычислить другие ее параметры и на этой основе сделать выводы о свойствах явления, описываемого математической моделью

- a) Математический

- b) Вычислительный**
  - c) Пробный
  - d) Арифметический
58. Выберите лишний этап вычислительного процесса
- a) Построение математической модели
  - b) Разработка метода расчета
  - c) Сравнение результатов
  - d) Нет правильного ответа**
59. Позволяет ли вычислительный эксперимент исследовать нереализуемые на практике процессы
- a) Да**
  - b) Нет
60. Математическое моделирование – это средство для
- a) Изучения свойств реальных объектов в рамках поставленной задачи**
  - b) Упрощения поставленной задачи
  - c) Поиска физической модели
  - d) Принятия решения в рамках поставленной задачи
61. Какой модели быть не может
- a) Вещественной, физической
  - b) Идеальной, физической**
  - c) Вещественной, математической
  - d) Идеальной, математической
62. По поведению математических моделей во времени их разделяют на
- a) Детерминированные и стохастические
  - b) Статические и динамические**
  - c) Непрерывные и дискретные
  - d) Аналитические и имитационные
63. Как называется замещаемый моделью объект
- a) Копия
  - b) Оригинал**
  - c) Шаблон
  - d) Макет
64. Какие виды математических моделей получаются при разделении их по принципам построения
- a) Аналитические, имитационные**
  - b) Детерминированные, стохастические
  - c) Стохастические, аналитические
  - d) Детерминированные, имитационные
65. На какой язык должна быть «переведена» прикладная задача для ее решения с помощью ЭВМ?
- a) Неформальный математический язык
  - b) Формальный математический язык**
  - c) Формальный физический язык
  - d) Неформальный физический язык

66. Какое максимальное количество моделей одного объекта можно составить?  
**a) Любое количество**  
 b) 1  
 c) 6  
 d) 3
67. Что не входит в предмет математического моделирования?  
 a) Построение алгоритма, моделирующего поведение объекта  
 b) Корректировка построенной модели  
 c) Поиск закономерностей поведения объекта  
**d) Построение натурной модели**
68. Какие изучаются зависимости между величинами, описывающими процессы, при их моделировании  
 a) Качественные и количественные  
 b) Только качественные  
**c) Только количественные**  
 d) Нет правильного ответа
69. Какой характер носят выводы, полученные в результате исследования гипотетической модели?  
 a) Абстрактный  
**b) Условный**  
 c) Точный
70. В каких процессах вычислительный эксперимент является единственно возможным  
 a) Где натурный эксперимент может привести к очень большим объемам работ  
 b) Где натурный эксперимент может привести к неверным результатам  
**c) Где натурный эксперимент опасен для жизни и здоровья людей**  
 d) Нет правильного ответа

### Вопросы с кратким текстовым ответом

1. Дайте определение математического моделирования

Ответ: описание в математических терминах физической модели

2. Решение сформулированной математической задачи на ЭВМ связано с \_\_\_\_\_.

Ответ: разработкой вычислительного алгоритма и составлением программы

3. На что влияет погрешность, допущенная в промежуточных вычислениях, в точных методах?

Ответ: на конечный результат

4. Что означает геометрически задача интерполяции:

Ответ: Построение кривой, проходящей через заданное множество точек

5. Дайте определение погрешности

Ответ: отклонения истинного значения от приближенного

**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:

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

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 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).**