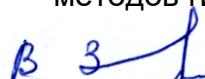


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
(ФГБОУ ВО ВГУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
алгебры и математических  
методов гидродинамики  
  
(Звягин В.Г.)  
подпись, расшифровка подписи  
17.04.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
Б1.В.08 Математические модели движения сплошных сред

**1. Шифр и наименование специальности:**

02.04.01 Математика и компьютерные науки

**2. Профиль специализации:** Математическое и компьютерное моделирование

**3. Квалификация выпускника:** Магистр

**4. Форма образования:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра алгебры и  
математических методов гидродинамики

**6. Составители программы:** профессор, д.ф.-м.н. Орлов Владимир Петрович

**7. Рекомендована:** НМС математического факультета протокол № 0500-03  
от 28.03.2024 г.

**8. Учебный год:** 2025-2026

**Семестр(-ы):** 3

## **9. Цели и задачи учебной дисциплины:**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- ознакомление студентов с основными понятиями теории моделирования сплошной среды;
- выработка навыков исследования решений математических моделей сплошных сред;
- фундаментальная подготовка в области исследования, овладение современным математическим аппаратом для дальнейшего использования в приложениях.

*Задачи учебной дисциплины:*

- изучение основных фактов математической гидродинамики сплошных сред;
- овладение методами, позволяющими осуществлять качественное исследование решений моделей сплошных сред.

## **10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.

Для её успешного освоения необходимы знания и умения, приобретенные в результате обучения по предшествующим дисциплинам: функциональный анализ, уравнения в частных производных и др.

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

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-2	Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований в области математического и компьютерного моделирования различных процессов	ПК-2.3	Имеет практический опыт исследований в конкретной области математического и компьютерного моделирования	Знать: современные методы разработки и реализации различных процессов Уметь: проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований Владеть: теоретическими подходами и современными методами разработки и реализации в области математического и компьютерного моделирования
		ПК-2.2	Умеет обрабатывать, анализировать и обобщать полученную информацию с целью решения научных задач	Знать: методы решения исследовательских задач Уметь: осознанно выбирать подходящие методы решения исследовательских задач и представлять результаты научных исследований в различных форматах Владеть: методами решения исследовательских задач и навыками представления результатов в различных форматах

ПК-1	Способен проводить научно-исследовательские разработки в области математического моделирования физических и экономических процессов методами функционального анализа, а также реализовывать программно соответствующие математические алгоритмы	ПК-1.1	Обладает базовыми знаниями, полученными в области математического моделирования	Знать: современные методы и теории разработки и реализации различных процессов Уметь: использовать базовые знания при проведении научно-исследовательских работ Владеть: теоретическими подходами и современными методами при проведении научно-исследовательских работ
		ПК-1.3	Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний и реализации программно соответствующих математических алгоритмов	Знать: методы решения задач на основе теоретических знаний и реализации программно соответствующих математических алгоритмов Уметь: выбирать методы решения и реализации математических алгоритмов Владеть: навыками выбора методов решения задач профессиональной деятельности и реализации математических алгоритмов

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

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**13. Виды учебной работы:**

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)	
	Всего	По семестрам
Аудиторные занятия	54	54
в том числе:		
лекции	22	22
практические	32	32
лабораторные	-	-
Самостоятельная работа	18	18
Итого:	72	72

**13.1 Содержание разделов дисциплины:**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лекции</b>			
1	Уравнение сплошной среды	Функциональные пространства. Реологические соотношения. Вывод уравнения движения	
2	Условия неразрывности и несжимаемости среды	Вывод уравнения несжимаемости среды и условия неразрывности	
3	Метод механических моделей. Структурная модель тел	Метод механических моделей. Структурная модель тел Максвелла и Джейффриса	

	Максвелла и Джейфриса	
4	Тензоры напряжений и скоростей деформации	Тензоры напряжений и скоростей деформации
5	Многомерные модели сплошной среды	Вывод моделей движения сплошной среды
6	Ньютоновская жидкость	Реологическое соотношение, дополнительные условия для описания ньютоновской жидкости
7	Частная и субстанциональные производные. Задача Коши с субстанциональной производной	Частная и субстанциональные производные. Задача Коши с субстанциональной производной
8	Уравнения движения несжимаемой вязкоупругой жидкости Джейфриса с частными и субстанциональными производными	Уравнения движения несжимаемой вязкоупругой жидкости Джейфриса с частными и субстанциональными производными

## 2. Практические занятия.

1	Уравнение сплошной среды	Функциональные пространства. Реологические соотношения. Вывод уравнения движения	
2	Условия неразрывности и несжимаемости среды	Вывод уравнения несжимаемости среды и условия неразрывности	
3	Метод механических моделей. Структурная модель тел Максвелла и Джейфриса	Метод механических моделей. Структурная модель тел Максвелла и Джейфриса	
4	Тензоры напряжений и скоростей деформации	Тензоры напряжений и скоростей деформации	
5	Многомерные модели сплошной среды	Вывод моделей движения сплошной среды	
6	Ньютоновская жидкость	Реологическое соотношение, дополнительные условия для описания ньютоновской жидкости	
7	Частная и субстанциональные производные. Задача Коши с субстанциональной производной	Частная и субстанциональные производные. Задача Коши с субстанциональной производной	

8	Уравнения движения несжимаемой вязкоупругой жидкости Джейфриса с частными и субстанциональными производными	
---	---	--

### 13.2 Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Уравнение сплошной среды	2	4		2	8
2	Условия неразрывности и несжимаемости среды	2	4		2	8
3	Метод механических моделей. Структурная модель тел Максвелла и Джейфриса	3	4		2	9
4	Тензоры напряжений и скоростей деформации	2	4		2	8
5	Многомерные модели сплошной среды	3	4		2	9
6	Ньютоновская жидкость	2	4		2	8
7	Частная и субстанциональная производные. Задача Коши с субстанциональной производной	4	4		3	11
8	Уравнения движения несжимаемой вязкоупругой жидкости Джейфриса	4	4		3	11
Итого:		22	32		18	72

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

В процессе преподавания дисциплины используются такие виды учебной работы, как лекции, практические занятия, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся, на которую отводится 18 часов. На лекциях рассказывается теоретический материал, на практических занятиях решаются примеры по теоретическому материалу, прочитанному на лекциях. Самостоятельная работа обучающихся направлена на самостоятельное освоение всех тем и вопросов учебной дисциплины, предусмотренных программой. Самостоятельная работа является обязательным видом деятельности для каждого обучающегося, ее объем по учебному курсу определяется учебным планом. При самостоятельной работе обучающийся взаимодействует с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и ресурсами сети Internet, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у обучающихся заинтересованное отношение к конкретной проблеме. Вопросы, которые вызывают у обучающихся затруднения при подготовке, должны быть заранее сформулированы извучены во время занятий в аудитории для дополнительного разъяснения преподавателем.

Для успешного и плодотворного обеспечения итогов самостоятельной работы разработаны учебно-методические указания к самостоятельной работе студентов над различными разделами дисциплины.

Все задания, выполняемые студентами самостоятельно, подлежат последующей проверке преподавателем.

При изучении курса «Математические модели движения сплошных сред» обучающимся следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий.

1. После каждой лекции студентам рекомендуется подробно разобрать прочитанный теоретический материал, выучить все определения и формулировки теорем, разобрать примеры, решенные на лекции. Перед следующей лекцией обязательно повторить материал предыдущей лекции.

2. Перед практическим занятием обязательно повторить лекционный материал. После практического занятия еще раз разобрать решенные на этом занятии примеры, после чего приступить к выполнению домашнего задания. Если при решении примеров, заданных на дом, возникнут вопросы, обязательно задать на следующем практическом занятии или в присутственный час преподавателю.

3. При подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия по темам, изучить примеры. Решая задачи, предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить практические задачи.

4. Кроме обычного курса в системе «Электронный университет», все необходимые для усвоения курса материалы размещены также на сайте факультета [https://math.vsu.ru/wp/?page\\_id=937](https://math.vsu.ru/wp/?page_id=937).

## **15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов Интернет, необходимых для освоения дисциплины :**

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Звягин В.Г. Математические вопросы гидродинамики вязкоупругих сред / В.Г. Звягин, М.В. Турбин .— М. : URSS, 2012 .— 412 с.
2	Звягин В.Г. Апроксимационно-топологический подход к исследованию задач гидродинамики / В.Г. Звягин, В.Т. Дмитриенко. — М.: УРСС, 2004. – 112с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Глушко А. В. Уравнения математической физики : учебное пособие / А.В. Глушко, А.Д. Баев, А.С. Рябенко ; Воронеж. гос. ун-т .— Воронеж : ИПЦ ВГУ : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2011 .— 520 с.
2	Боровских А. В. Лекции по обыкновенным дифференциальным уравнениям / А.В. Боровских, А.И. Перов .— 2-е изд., испр. и доп. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2014 .— 548 с.
3	Звягин В.Г. Математические модели неньютоновских жидкостей : учебное пособие / В.Г. Звягин, Д.А. Воротников; Воронежский государственный университет.- Воронеж, 2004.- 43 с.
4	Звягин В.Г. О сильных решениях дробной нелинейно-вязкоупругой модели типа Фойгта / В.Г. Звягин, В. П. Орлов// Изв. вузов. Математика. - 2019. - № 12. – С. 106–111

в)информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
1.	Электронный каталог ЗНБ ВГУ <a href="http://www.lib.vsu.ru/?p=4">http://www.lib.vsu.ru/?p=4</a>
2.	Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <a href="https://lanbook.lib.vsu.ru/">https://lanbook.lib.vsu.ru/</a>
3.	Сайт факультета <a href="https://math.vsu.ru/wp/?page_id=937">https://math.vsu.ru/wp/?page_id=937</a>

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

1	Звягин В.Г., Турбин М.В. Исследование начально-краевых задач для математических моделей движения жидкостей Кельвина-Фойгта / В.Г. Звягин, М.В. Турбин // Современная математика. Фундаментальные направления : гидродинамика .— М., 2009 .— Т. 31 (2009). - С. 3-144.
---	---

2	Звягин В.Г. Математические модели неильтоновских жидкостей: учебное пособие по специальности 010100 - Математика / В.Г. Звягин, Д.А. Воротников.—Воронеж: ВГУ, 2004.—42 с.
3	Звягин В.Г. Аппроксимационно-топологический подход к исследованию задач гидродинамики. Система Навье-Стокса / В. Г. Звягин, В. Т. Дмитриенко.—М.: УРСС, 2004.—112 с.
4	Положение об организации самостоятельной работы обучающихся в Воронежском государственном университете

**17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы:**

Дисциплина может реализовываться с применением дистанционных образовательных технологий, например, на платформе «Электронный университет ВГУ».

Перечень необходимого программного обеспечения: операционная система Windows или Linux, Microsoft, Windows Office, LibreOffice 5, Calc, Math, браузер Mozilla Firefox, Opera или Internet.

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Специализированная мебель.

Для самостоятельной работы используется класс с компьютерной техникой, оснащенный необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями и законодательно - правовой и нормативной поисковой системой, имеющий выход в глобальную сеть.

При реализации дисциплины с использованием дистанционного образования возможны дополнения материально-технического обеспечения дисциплины.

**19. Фонд оценочных средств:**

**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	Уравнение сплошной среды	ПК-1 ПК-2	ПК-1.1 ПК-1.3 ПК-2.3 ПК-2.2	контрольная работа
2	Условия неразрывности и несжимаемости среды	ПК-1 ПК-2	ПК-1.1 ПК-1.3 ПК-2.3 ПК-2.2	контрольная работа
3	Метод механических моделей. Структурная модель тел Максвелла и Джейффриса	ПК-1 ПК-2	ПК-1.1 ПК-1.3 ПК-2.3 ПК-2.2	контрольная работа
4	Тензоры напряжений и скоростей деформации	ПК-1 ПК-2	ПК-1.1 ПК-1.3 ПК-2.3 ПК-2.2	контрольная работа
5	Многомерные модели сплошной среды	ПК-1 ПК-2	ПК-1.1 ПК-1.3 ПК-2.3 ПК-2.2	контрольная работа
6	Ньютоновская жидкость	ПК-1 ПК-2	ПК-1.1 ПК-1.3 ПК-2.3 ПК-2.2	контрольная работа

7	Частная и субстанциональная производные. Задача Коши с субстанциональной производной	ПК-1 ПК-2	ПК-1.1 ПК-1.3 ПК-2.3 ПК-2.2	контрольная работа
8	Уравнения движения несжимаемой вязкоупругой жидкости Джейфриса	ПК-1 ПК-2	ПК-1.1 ПК-1.3 ПК-2.3 ПК-2.2	контрольная работа
Промежуточная аттестация Форма контроля - зачет				Перечень вопросов к зачету

## 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:

**Примерный перечень задач для контрольной работы:**  
**Контрольно-измерительный материал № 1.**

1. Вывод реологического соотношения.
2. Частная и субстанциональная производные.

Текущий контроль представляет собой проверку усвоения учебного материала, регулярно осуществляющуюся на занятиях.

Цель текущего контроля:

Определение уровня сформированности профессиональных компетенций, знаний и навыков деятельности в области знаний, излагаемых в курсе.

Задачи текущего контроля: провести оценивание

1. уровня освоения теоретических и практических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности обучающегося применять теоретические и практические знания и профессионально значимую информацию, сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Текущий контроль предназначен для проверки хода и качества формирования компетенций, стимулирования учебной работы обучаемых и совершенствования методики освоения новых знаний. Он обеспечивается проведением контрольных работ.

В ходе контрольной работы обучающемуся выдается КИМ с теоретико-практическим перечнем заданий и предлагается решить данные задания. Выполнение заданий ограничено по времени - 90 минут.

Если текущая аттестация проводится в дистанционном формате, то обучающийся должен иметь компьютер и доступ в систему «Электронный университет». Если у обучающегося отсутствует необходимое оборудование или доступ в систему, то он обязан сообщить преподавателю об этом за 2 рабочих дня. На контрольную работу в дистанционном режиме отводится ограничение по времени 120 минут.

**Критерии оценки компетенций (результатов обучения) при текущей аттестации (контрольной работе):**

– оценка «отлично» выставляется, если не менее чем на четыре пятых всех заданий контрольной работы даны правильные, полные и глубокие ответы, раскрывающие уверенное знание студентом понятий, закономерностей, принципов, фактов, содержащихся в конкретных материалах по теме; высокую сформированность у него аналитико-синтетических операций и их успешное применение при изложении изучаемого материала;

– оценка «хорошо» выставляется, если не менее чем на две трети всех заданий контрольной работы даны правильные, полные и глубокие ответы, раскрывающие достаточное знание студентом понятий, закономерностей, принципов, фактов, содержащихся в конкретных материалах по теме; хорошую сформированность у него аналитико-синтетических операций и в целом их адекватное применение при изложении изучаемого материала;

– оценка «удовлетворительно» выставляется, если правильно выполнено не менее половины всех заданий контрольной работы, при этом допускается недостаточная полнота и глубина ответов, в которых студентом продемонстрирован необходимый минимум знаний понятий, закономерностей, принципов, фактов, содержащихся в конкретных материалах по теме; слабая сформированность у него аналитико-синтетических операций, затруднения в их применении при изложении изучаемого материала;

– оценка «неудовлетворительно» выставляется, если с минимально необходимым уровнем решения выполнено менее половины всех заданий контрольной работы, ответы демонстрируют незнание или поверхностное знание студентов понятий, закономерностей, принципов, фактов, содержащихся в конкретных материалах по теме; несформированность у него аналитико-синтетических операций.

#### **Количественная шкала оценок:**

– оценка «отлично» выставляется, если безошибочно выполнено не менее 80% заданий контрольной работы, качество решения которых соответствует критерию оценки «отлично»;

– оценка «хорошо» выставляется, если безошибочно выполнено не менее 66% и не более 79% заданий контрольной работы, качество решения которых соответствует критериям оценки «хорошо»;

– оценка «удовлетворительно» выставляется, если безошибочно выполнено не менее 50% и не более 65% заданий контрольной работы, качество решения которых соответствует критериям оценки «удовлетворительно»;

– оценка «неудовлетворительно» выставляется, если безошибочно выполнено менее 50% заданий контрольной работы, качество решения которых соответствует критериям оценки «неудовлетворительно».

## **20.2. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация предназначена для определения уровня освоения всего объема учебной дисциплины. Промежуточная аттестация по дисциплине Б1.В.08 Математические модели движения сплошных сред проводится в форме зачета.

Промежуточная аттестация, как правило, осуществляется в конце семестра. Результаты текущей аттестации обучающегося по решению кафедры могут быть учтены при проведении промежуточной аттестации. При несогласии студента, ему дается возможность пройти промежуточную аттестацию (без учета его текущих аттестаций) на общих основаниях.

При проведении зачёта учитываются результаты контрольной работы и учитывается выставляемая преподавателем оценка за работу в ходе практических занятий.

Если у обучающегося есть положительная оценка по контрольной работе и положительная оценка работы в ходе обучения по практике, то зачёт выставляется. Если обучающийся не имеет положительной оценки контрольной работе или практике, он может ответить на соответствующие вопросы в ходе зачёта.

#### Примерный перечень вопросов:

1. Вывести определение сплошной среды.
2. Условия неразрывности и несжимаемости среды.

3. Тензоры напряжений.
4. Тензор скоростей деформации.
5. Описать модель тела Максвелла.
6. Какую жидкость называют ньютоновской?
7. Частная и субстанциональная производные.
8. Задача Коши с субстанциональной производной.
9. Уравнения движения несжимаемой вязкоупругой жидкости Джейффриса с частной производной.
10. Уравнения движения несжимаемой вязкоупругой жидкости Джейффриса с субстанциональной производной.

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие **показатели**:

- 1) знание теоретических основ;
- 2) умение решать задачи лабораторной работы;
- 3) умение работать с информационными ресурсами;
- 4) успешное прохождение текущей аттестации.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется **шкала**: «зачтено», «не зачтено».

Соотношение показателей, критериев и шкал оценивания результатов обучения:

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
«Зачтено» выставляется студенту, который прочно усвоил предусмотренный программный материал; показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов; без ошибок выполнил практическое задание. Обязательным условием выставленной оценки является правильное решение контрольных работ, систематическая активная работа на лекционных и практических занятиях.	«Зачтено»
«Не зачтено» Выставляется студенту, который не справился с заданиями билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.	«Не зачтено»

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

№1 Данна система

$$\rho \left( \frac{\partial v}{\partial t} + v_i \frac{\partial v}{\partial x_i} \right) - \text{Div} \sigma + \nabla p = \rho f;$$

$$\text{div } v(t, x) = 0.$$

$$\sigma = 2v\varepsilon.$$

Какой вид имеет  $\varepsilon$ ?

a)  $\varepsilon_{ij} = \left( \frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i} \right);$

б)  $\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i} \right);$

$$\text{в)} \quad \varepsilon_{ij} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial v_i}{\partial x_j} * \frac{\partial v_j}{\partial x_i} \right);$$

$$\text{г)} \quad \varepsilon_{ij} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial v_i}{\partial x_i} + \frac{\partial v_j}{\partial x_j} \right).$$

Ответ: б)

№2 Даны система

$$\rho \left( \frac{\partial v}{\partial t} + v_i \frac{\partial v}{\partial x_i} \right) - \operatorname{Div} \sigma + \nabla p = \rho f;$$

$$\operatorname{div} v(t, x) = 0.$$

$$\sigma = 2v\varepsilon.$$

Что обозначает  $\varepsilon$ ?

Ответ: **Тензор скоростей деформации.**

№3 Даны система

$$\rho \left( \frac{\partial v}{\partial t} + v_i \frac{\partial v}{\partial x_i} \right) - \operatorname{Div} \sigma + \nabla p = \rho f;$$

$$\operatorname{div} v(t, x) = 0.$$

$$\sigma = 2v\varepsilon.$$

Что обозначает  $v$ ?

Ответ: **Скорость.**

№4 Даны система

$$\rho \left( \frac{\partial v}{\partial t} + v_i \frac{\partial v}{\partial x_i} \right) - \operatorname{Div} \sigma + \nabla p = \rho f;$$

$$\operatorname{div} v(t, x) = 0.$$

$$\sigma = 2v\varepsilon.$$

Что обозначает  $p$ ?

Ответ: **Давление.**

№5 Даны система

$$\rho \left( \frac{\partial v}{\partial t} + v_i \frac{\partial v}{\partial x_i} \right) - \operatorname{Div} \sigma + \nabla p = \rho f;$$

$$\operatorname{div} v(t, x) = 0.$$

$$\sigma = 2v\varepsilon.$$

Что обозначает  $f$ ?

Ответ: **Внешние силы.**

№6 Даны система

$$\rho \left( \frac{\partial v}{\partial t} + v_i \frac{\partial v}{\partial x_i} \right) - \operatorname{Div} \sigma + \nabla p = \rho f;$$

$$\operatorname{div} v(t, x) = 0.$$

$$\sigma = 2v\varepsilon.$$

Что обозначает  $\rho$ ?

Ответ: **Плотность.**

№7 Даны система

$$\rho \left( \frac{\partial v}{\partial t} + v_i \frac{\partial v}{\partial x_i} \right) - \operatorname{Div} \sigma + \nabla p = \rho f;$$

$$\operatorname{div} v(t, x) = 0.$$

$$\sigma = 2v\varepsilon.$$

Что обозначает  $\sigma$ ?

Ответ: **Девиатор тензора напряжений.**

№8 Даны система

$$\rho \left( \frac{\partial v}{\partial t} + v_i \frac{\partial v}{\partial x_i} \right) - \operatorname{Div} \sigma + \nabla p = \rho f;$$

$$\operatorname{div} v(t, x) = 0.$$

$$\sigma = 2v\varepsilon.$$

Данная система называется системой уравнений ...?

Ответ: **Навье-Стокса.**

№9 Пространство  $L_p(\Omega)$  является банаховым с нормой

a)  $\left( \int_{\Omega} |u(x)| dx \right)^{\frac{1}{p}}$

б)  $\left( \int_{\Omega} |u(x)|^p dx \right)^{\frac{1}{p}}$

в)  $\int_{\Omega} |u(x)| dx.$

Ответ: б)

№10 Пространственно-временной цилиндр  $Q_T$  для  $T > 0$  имеет вид

a)  $[0, T) \times L_p(\Omega)$

- б)  $[0, T) \times \Omega$   
в)  $[0, T) \times L_2(\Omega)$ .

Ответ: б)

#### **Критерии и шкалы оценивания заданий ФОС:**

**1) Задания закрытого типа (выбор одного варианта ответа, верно/неверно):**

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ.

**2) Задания открытого типа (короткий текст):**

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ.

**3) Задания открытого типа (число):**

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ.

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

Программа рекомендована НМС математического факультета протокол № 0500-03 от 28.03.2024 г.