

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования «Уральский федеральный университет имени первого  
Президента России Б.Н.Ельцина»

Институт математики и компьютерных наук  
Кафедра математической физики

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по науке

\_\_\_\_\_ В.В. Кружаев

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ВАРИАЦИОННЫЕ НЕРАВЕНСТВА**

Рекомендована Учебно-методическим советом Института математики и компьютерных наук  
для направлений подготовки и специальностей:

<b>Направление</b>	<b>Направленность</b>	<b>Квалификация</b>
Математика и механика	Теоретическая механика	Исследователь. Преподаватель- исследователь

**СОГЛАСОВАНО**  
УПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ  
КАДРОВ ВЫСШЕЙ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Екатеринбург, 2015

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования

<b>Код направления</b>	<b>Название направления</b>	<b>Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВПО</b>	
		<b>Дата</b>	<b>Номер приказа</b>
01.06.01	Математика и механика	30.07.2014	866

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Охезин Сергей Павлович	к.ф-м.н, доцент	доцент	Математической физики	

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедр:

<b>№</b>	<b>Наименование кафедры (УМС)</b>	<b>Дата заседания</b>	<b>Номер протокола</b>	<b>ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)</b>	<b>Подпись</b>
1	Читающая кафедра – Математической физики			А.О.Иванов	
2	Выпускающая кафедра – Механики и математического моделирования			М.Г. Близоруков	

Согласовано:

Председатель учебно-методического совета  
Института математики и компьютерных наук

А.Ю.Коврижных

Протокол № 7 от 20.07.2015 г.

# 1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ

## Вариационные неравенства

1. Пререквизиты	История науки Методология научных исследований Иностранный язык
2. Кореквизиты	-
3. Постреквизиты	Итоговая государственная аттестация
4. Трудоемкость дисциплины-модуля, з.е.	3

### 1.1. Цели дисциплины

Целями освоения дисциплины являются

- пониманием роли и места вариационных неравенств в математике в целом, связи с другими разделами математики и другими областями наук;
- способностью строить математические модели физических и иных процессов, опираясь на законы сохранения, в классических и обобщенных постановках;
- способностью представлять результаты в виде теорем существования, единственности и непрерывной зависимости от параметров;
- способностью применять методы современного функционального анализа при исследовании обобщенных краевых задач для вариационных неравенств;
- способностью конструировать дискретные аппроксимации для получения численных результатов;
- способностью проводить компьютерные эксперименты, подтверждающие и иллюстрирующие выдвигаемые научные гипотезы о свойствах решения вариационных неравенств.

Изучение дисциплины направлено на формирование студентами компетенций:

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5);
- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК- 1);
- готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2);
- пониманием роли и места теоретической механики в механике и математике в целом, их связи с другими разделами механики, с математикой и другими областями науки (ПК-1);
- способностью оценивать вычислительную сложность алгоритмов, задач (ПК-3);
- способностью применять качественные методы теории дифференциальных уравнений при анализе поведения движений механических систем (ПК-5).

*Требования к результатам освоения дисциплины*

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- Принципы математического моделирования законов сохранения в областях с границами
- Основные типы вариационных неравенств и обобщенные постановки краевых задач

–Уметь:

- Формулировать и доказывать теоремы существования, единственности и непрерывной зависимости решений краевых задач.
- Применять метод разделения переменных в классической и обобщенной постановках.

Владеть:

- аналитическими и численными методами решения задач для вариационных неравенств.

#### *Краткое описание дисциплины*

В вариационных неравенствах изучаются модели законов сохранения, описываемые дифференциальными неравенствами с частными производными гиперболического, параболического и эллиптического типов. Для них изучаются краевые задачи в классической и обобщенной постановках и методы их точного и численного решения.

#### **1.4 Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:**

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 100% объема аудиторной нагрузки по дисциплине

#### **1.5 Трудоемкость освоения дисциплины**

Очная форма обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего, час.	Номер учебного семестра
		5
<b>Аудиторные занятия, час.</b>	4	4
Лекции, час.	4	4
Практические занятия, час.		
Лабораторные работы, час.		
<b>Самостоятельная работа студентов, час.</b>	104	104
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)</b>	3	3
<b>Общая трудоемкость по учебному плану, час.</b>	108	108
<b>Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.</b>	3	3

## **2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

<b>Код раздела</b>	<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Содержание*</b>
<b>P1</b>	<b>Неравенства эллиптического типа</b>	Понятие вариационного неравенства. Примеры задач, приводящих к вариационным неравенствам. Основные приемы доказательства теорем существования решений вариационных неравенств.
<b>P2</b>	<b>Неравенства параболического типа</b>	Понятие вариационного неравенства параболического типа. Примеры задач, приводящих к вариационным неравенствам. Задача Стефана. Метод штрафа в теории вариационных неравенств параболического типа.
<b>P3</b>	<b>Неравенства гиперболического типа</b>	Понятие вариационного неравенства гиперболического типа. Примеры задач, приводящих к вариационным неравенствам. Гиперболические неравенства в нецилиндрических областях. Метод штрафа.

### 3 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПО РАЗДЕЛАМ И КОНТРОЛЬНЫМ МЕРОПРИЯТИЯМ

(по очной форме обучения)

Семестр обучения: 5

Объем дисциплины (зач.ед.): 3

Раздел дисциплины		Аудиторная нагрузка (час.)		Виды, количество и объемы мероприятий																								
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)		Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)					Подготовка к контрольным и аттестационным мероприятиям (колич.)														
		Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего	Лекции	Практ., семинар. занятия	Лабораторные работы	конференции,	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	гид. и др. групповые проекты*	исследования*	разработка программного обеспечения*	Графическая работа*	Междисц. курсовая курсовой проект	Междисц. курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии экзамена)	(дифференцированный или при отсутствии экзамен*			
P1	Гидромеханика суспензий нейтральных сферических частиц	19	1	1			4	4		14	1		2															
P2	Гидромеханика полярных суспензий	41	1	1			4	4		36			2					1									1	
P3	Основы нематодинамики.	44	2	2			8	8		34			2			1												
<b>Всего по дисциплине (час.):</b>		<b>108</b>																		<b>4</b>								

## **4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ВАРИАЦИОННЫЕ НЕРАВЕНСТВА**

### **4.1. Лабораторный**

Не предусмотрено

### **4.2. Практические**

Не предусмотрено

### **4.3. Самостоятельная работа студентов**

#### **4.3.1. *Примерный перечень тем рефератов***

1. Теоремы существования решений вариационных неравенств
  - 1.1. эллиптического типа
  - 1.2. параболического типа
  - 1.3. гиперболического типа
2. Теоремы единственности и непрерывной зависимости решений вариационных неравенств от параметров
3. Метод штрафа в теории вариационных неравенств
4. Зависимость решений вариационных неравенств от нефункциональных параметров
5. Численные методы в теории вариационных неравенств

#### **4.3.2. *Примерный перечень тем домашних работ***

Не предусмотрено

#### **4.3.3. *Примерный перечень тем контрольных работ***

Не предусмотрено

#### **4.3.4. *Примерный перечень тем расчетных работ***

Не предусмотрено

#### **4.3.5. *Примерный перечень тем расчетно-графических работ***

Не предусмотрено

#### **4.3.6. *Примерная тематика коллоквиумов***

Не предусмотрено

#### **4.3.7. *Примерная тематика курсовых проектов работ***

Не предусмотрено

### **4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине**

1. Теоремы существования решений вариационных неравенств эллиптического типа (УК-1, УК-2, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-5).
2. Теоремы существования решений вариационных неравенств параболического типа

- (УК-1, УК-2, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-5).
3. Теоремы существования решений вариационных неравенств гиперболического типа (УК-1, УК-2, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-5).
  4. Теоремы единственности и непрерывной зависимости решений вариационных неравенств от параметров (УК-1, УК-2, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-5).
  5. Метод штрафа в теории вариационных неравенств (УК-1, УК-2, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-5).
  6. Зависимость решений вариационных неравенств от нефункциональных параметров (УК-1, УК-2, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-5).
  7. Численные методы в теории вариационных неравенств (УК-1, УК-2, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-5).

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Рекомендуемая литература**

#### **5.1.1 Основная литература**

1. Evans, Lawrence C., Partial differential equations, Graduate Studies in Mathematics, 19 (2nd ed.), Providence, R.I.: American Mathematical Society, ISBN 978-0-8218-4974-3, MR2597943, 2010.

#### **5.1.2. Дополнительная литература**

1. Ж.Л.Лионс. Некоторые методы решения нелинейных краевых задач, М Мир, 1972
2. А.Куфнер, С.Фучик. Нелинейные дифференциальные уравнения, М.Наука, 1988.
3. Lawrence C. Evans. Partial Differential Equations. Graduate Studies in Mathematics, Volume 19, AMS 1998.
4. П.Панагиотопулос. Неравенства в механике и их приложения, М.Мир, 1989.

### **УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Аспиранты кафедры теоретической механики обеспечены специальными помещениями для проведения занятий:

- лекционного типа с наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие примерным программам дисциплин (модулей), рабочим учебным программам дисциплин (модулей) (общеинститутские лекционные аудитории);
- занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации (общеинститутские аудитории и вычислительные центры);



## Оглавление

1	ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ .....	3
1.1.	Цели дисциплины .....	3
1.2.	Требования к результатам освоения дисциплины .....	3
1.3.	Краткое описание дисциплины .....	4
1.5	Трудоемкость освоения дисциплины.....	4
2	СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
3	РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПО РАЗДЕЛАМ И КОНТРОЛЬНЫМ МЕРОПРИЯТИЯМ.....	6
4	ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	7
5.	УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	8
6.	УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
7.	ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ .....	9