

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Павлова Людмила Станиславовна

Должность: и.о. проректора по образовательной деятельности

Дата подписания: 21.11.2025 13:53:57

Уникальный программный ключ:

d1b168d67b4d7601372f8158b54869a0a60b0a21

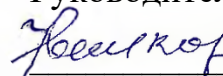
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО Тверской государственный университет

Рассмотрено и рекомендовано  
на заседании Ученого совета  
математического факультета  
протокол №4 от 11.11.2025



УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ООП

 В.П.Цветков

19.11.2025 г.

## Программа государственной итоговой аттестации

Аттестационное испытание

«Подготовка и защита выпускной квалификационной работы»

## ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

по направлению

02.04.01 МАТЕМАТИКА И КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ

Профиль подготовки

Математическое и компьютерное моделирование

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Тверь 2025г.

### *Требования к профессиональной подготовленности магистра.*

Магистр математики подготовлен к самостоятельной деятельности, требующей широкого образования в области математики и углубленной профессиональной специализации, владения навыками научно-исследовательской, научно-изыскательской и педагогической деятельности в областях, использующих математические методы и компьютерные технологии; к разработке эффективных математических методов решения задач естествознания, техники, экономики и управления; к программно-управленческому обеспечению научно-исследовательской и эксплуатационно-управленческой деятельности; к обучению в аспирантуре.

Подготовка по фундаментальным направлениям, проверяемая в ходе государственного экзамена, должна обеспечивать способность находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики, создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках.

### *Форма проведения экзамена: устная.*

На подготовку ответов и выполнение заданий даётся 40 минут, на выступление перед комиссией – 15 минут.

### *Структура программы экзамена.*

Программа государственного экзамена для выпускников магистратуры определяется факультетом на основании методических рекомендаций, разработанных НМС по математике и механике УМО университетов, Положения об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений, утвержденного министерством образования и науки РФ, и ФГОС по данному направлению.

В программе представлены разделы из модуля дисциплин, формирующих общепрофессиональные и профессиональные компетенции. В приложении по каждому разделу указан рекомендуемый источник, доступный для использования в процессе подготовки к экзамену.

Каждый билет содержит 2 теоретических вопроса. В качестве вопросов формулируются основные теоретические положения, предполагающие их развернутое обоснование при ответе. Формулировка каждого вопроса четко определяет рамки и объем содержания ответа. Ответ студента демонстрирует овладение навыками, соответствующими уровню сформированности компетенций.

### *Перечень экзаменационных вопросов.*

#### **I. Геометрические и топологические методы в математическом моделировании**

1. Космологические модели Фридмана. Сравнение с современными наблюдениями.
2. Вакуумные черные дыры. Решение Шварцшильда.

#### **II. Фракталы и хаос в динамических системах**

1. Классические фракталы.
2. Системы итерированных функций.
3. Хаотическая динамика.

### **III. Катастрофы в динамических системах**

1. Классификация элементарных катастроф.
2. Потенциальные функции с одной и двумя переменными состояниями.
3. Флаги катастроф.

### **IV. Мультифрактальная динамика и кардиоритмы**

1. Кардиоритмы в математической модели мультифрактальной динамики.
2. Построение функций мгновенного сердечного ритма  $y(t)$  и  $v(t)$ .
3. Статистические методы анализа мгновенного сердечного ритма.

### **V. Системы аналитических и численных вычислений в математическом моделировании гравитирующих систем**

1. Тензорный анализ и геометрия в системе Maple.
2. Численные методы теории гравитации.

### **VI. Научно-исследовательский семинар**

1. Алгоритм решения уравнения гидростатического равновесия вращающейся намагниченной ньютоновской политропы с использованием полиномов наилучшего приближения в  $L_2$ .
2. Построение и исследование аналитических решений вблизи критических точек и точек бифуркации вращающейся намагниченной ньютоновской политропы в системе символьной математики Maple.
3. Вычисление параметров математической модели мультифрактальной динамики мгновенного сердечного ритма с использованием метода градиентного спуска.
4. Вычисление параметров математической модели мультифрактальной динамики мгновенного сердечного ритма с использованием регуляризованного метода Ньютона.

*Перечень рекомендуемой литературы для подготовки к экзамену.*

### **I. Геометрические и топологические методы в математическом моделировании**

1. Дубровин Б.А., Новиков С.П., Фоменко А.Т. Современная геометрия: Методы и приложения. М.: Эдиториал УРСС, 1998. Т. 1-2.
2. Арнольд В.И. Математические методы классической механики. М.: Наука, 1974.

### **II. Фракталы и хаос в динамических системах**

1. Кроновер Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории М.: Постмаркет, 2000.
2. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. (<http://elib.catalysis.nsk.su>).
3. Шустер Г. Детерминированный хаос. М.: Мир, 1988.

### **III. Катастрофы в динамических системах**

1. Арнольд В.И. Прикладная теория катастроф. 3-е изд. доп. М.: Наука, 1990.
2. Гилмор Р. Прикладная теория катастроф. М.: Мир, 1984.

### **IV. Мультифрактальная динамика и кардиоритмы**

1. Кудинов А.Н., Цветков В.П., Цветков И.В. Мультифрактальная динамика и математическое моделирование социально-экономических и природных процессов – Тверь: ТвГУ, 2015. -188.
2. Кроновер Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории М.: Постмаркет, 2000.
3. Ардашев А.В., Лоскутов А.Ю. Практические аспекты современных методов анализа вариабельности сердечного ритма. – М.: ИД «МЕДПРАКТИКА-М», 2010, с.
4. Баевский Р.М., Волков Ю.Н., Нидеккер Н.Г. Математические методы анализа сердечного ритма - М.: Наука, 1968, с. 51-61.

### **V. Системы аналитических и численных вычислений в математическом моделировании гравитирующих систем**

1. Н.С.Бахвалов, Н.П.Жидков, Г.М.Кобельков. Численные методы. М., Физматлит, 2003.
2. Вабищевич П.Н. Численное моделирование. М. МГУ. 1993.
3. Аладьев В.З., Бойко В.К., Ровба Е.А. Программирование и разработка приложений в Maple. Гродно:ГрГУ, 2007.
4. Голоскоков Д.П. Уравнения математической физики. Решение задач в системе Maple. ИД «Питер», 2004.

### **VI. Научно-исследовательский семинар**

1. Беспалько Е.В., Михеев С.А., Пузынин И.В., Цветков В.П. Гравитирующая быстровращающаяся сверхплотная конфигурация с реалистическими уравнениями состояния. Мат. моделирование, 2006, т. 118, №3, с.103-119.
2. Антонов В.А., Тимошкина В.И., Холщевников К.В. Введение в теорию ньютоновского потенциала. М.: Наука, 1988.
3. Чандрасекар С. Эллипсоидальные фигуры равновесия. М.: Мир, 1982.
4. Тассуль Ж.Л. Теория вращающихся звезд. М.: Мир, 1982, 472 с.
5. Кудинов А.Н., Цветков В.П., Цветков И.В. Мультифрактальная динамика и математическое моделирование социально-экономических и природных процессов – Тверь: ТвГУ, 2015. -188.
6. Калиткин Н.Н. Численные методы. М.: Наука, 1978. 512 с.

7. В.В. Ермаков, Н.Н. Калиткин. Оптимальный шаг и регуляризация метода Ньютона. Журн. вычисл. матем. и мат. физ. 1981, т. 21, № 2, с. 419-497.

### **Фонды оценочных средств для государственной итоговой аттестации:**

За каждый теоретический вопрос членами ГЭК студенту выставляется от 0 до 15 баллов согласно критериям оценки:

Определяется уровень знаний теоретических и прикладных основ фундаментальных математических дисциплин (ОПК-2, ОПК-4):

Ответ верный и полный – 3 балла; Ответ верный, но неполный – 2 балла; В ответе имеются ошибки – 1 балл; Ответ неверный или ответа нет – 0 баллов.

Оценивается владение умениями и навыками, приобретаемыми обучающимися в процессе освоения учебных дисциплин (ПК-10):

Умения и навыки сформированы полностью – 3 балла; Умения и навыки сформированы частично – 2 балла; Сформированы отдельные умения и навыки – 1 балл; Умения и навыки не сформированы – 0 баллов.

Определяется уровень знаний теоретических и методологических основ фундаментальных математических дисциплин (ПК-11, ПК-12):

Утверждение строго доказано, результат сформулировать, получены следствия – 3 балла; В обосновании теоретических фактов допущена фактическая ошибка, не приведшая к существенному искажению смысла или – 2 балла; Допущены фактические или логические ошибки, приведшие к частичному искажению смысла – 1 балл; Рассуждения неверные или доказательства нет – 0 баллов.

Итоговая оценка: 0-14 баллов - «неудовлетворительно»; 15-20 баллов - «удовлетворительно»; 21-25 баллов - «хорошо»; 26-30 баллов - «отлично».

### **Перечень компетенций, сформированность которых проверяется в ходе государственной итоговой аттестации:**

1. способность создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках (ОПК-2).

2. готовность к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-4).

3. способность к преподаванию физико-математических дисциплин и информатики в общеобразовательных организациях, профессиональных образовательных организациях и организациях дополнительного образования (ПК-10).

4. способность и предрасположенностью к просветительной и воспитательной деятельности, готовность пропагандировать и популяризировать научные достижения (ПК-11).

5. способность к проведению методических и экспертных работ в области

математики (ПК-12).