

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 20.12.2023 11:10:18  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

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

Рассмотрено и рекомендовано  
на заседании Ученого совета  
математического факультета  
протокол №4 от 05.12.2023



УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ООП

*В.П.Цветков* В.П.Цветков

06.12.2023 г.

## Программа государственной итоговой аттестации

Аттестационное испытание

«Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена»

Направление подготовки

02.04.01 Математика и компьютерные науки

Профиль

Математическое и компьютерное моделирование

Тверь 2023г.

## **Требования к профессиональной подготовленности магистра**

Магистр направления подготовки математика и компьютерные науки подготовлен к самостоятельной трудовой деятельности, требующей широкого образования в области математического и компьютерного моделирования и углубленной профессиональной специализации. Должен применять навыки научно-исследовательской, научно-изыскательской и педагогической деятельности в областях, использующих математические методы и компьютерные технологии; разрабатывать и реализовывать эффективные математические и компьютерные модели решения задач естествознания, техники, экономики и управления; подготовлен к программно-управленческому обеспечению научно-исследовательской деятельности.

### **Перечень компетенций, уровень сформированности которых проверяется в ходе подготовки к сдаче и сдачи государственного экзамена**

1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1).
2. Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы прикладной и компьютерной математики (ОПК-1).
3. Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, совершенствовать и разрабатывать концепции, теории и методы (ОПК-2).
4. Способен создавать и исследовать новые математические модели сложных социально-экономических и природных систем (ПК-1).
5. Способен создавать комплексы программ для компьютерного моделирования сложных социально-экономических и природных систем на основе современных информационных технологий и сетевых ресурсов, в том числе отечественного производства (ПК-2).

**Форма проведения экзамена:** устная.

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

Предусмотрена возможность подготовки к сдаче (посещение обзорных лекций и др.) и сдача государственного экзамена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий в системах Microsoft teams и lms.

### **Методические рекомендации обучающимся по подготовке к государственному экзамену**

Подготовка к государственному экзамену должна осуществляться в соответствии с программой государственного экзамена. Обучающимся предложен перечень вопросов, выносимых на государственный экзамен. Им необходимо ознакомиться с ним и учесть его положения. В процессе подготовки к экзамену следует опираться на рекомендованную для этих целей научную и учебную литературу. Для систематизации знаний большое значение имеет посещение студентами обзорных лекций, которые проводятся по расписанию накануне государственных экзаменов.

Каждый билет содержит два теоретических вопроса по темам, входящим в программу государственного экзамена. 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 рекомендуемой литературы для подготовки к экзамену**

Основная литература:

1. Безруков А.И. Математическое и имитационное моделирование: учеб. пособие / А.И. Безруков, О.Н. Алексенцева. — М.: ИНФРА-М, 2017. — 227 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=811122>

2. Божокин С.В. Фракталы и мультифракталы [Электронный ресурс] / С.В. Божокин, Д.А. Паршин. — Электрон. текстовые данные. — Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2001. — 128 с. — 5-93972-060-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17672.html>

3. Введение в математическое моделирование: учебное пособие / под ред. П.В. Трусова. - Москва : Логос, 2004. - 439 с. - ISBN 5-94010-272-7; То же [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84691>

4. Гиргидов А.Д. Механика жидкости и газа (гидравлика) : учебник / А.Д. Гиргидов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 704 с.— [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=926430>

5. Глухов, М.М. Алгебра [Электронный ресурс]: учеб. / М.М. Глухов, В.П. Елизаров, А.А. Нечаев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 608 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/67458>

6. Гулин А.В. Введение в численные методы в задачах и упражнениях : учеб. пособие / А.В. Гулин, О.С. Мажорова, В.А. Морозова. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 368 с. — [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=883943>

7. Демидович, Б.П. Основы вычислительной математики [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 672 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2025>

8. Киреев, В.И. Численные методы в примерах и задачах. [Электронный ресурс] / В.И. Киреев, А.В. Пантелеев. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2015. — 448 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/65043>

9. Леповски Дж. Введение в вершинные операторные алгебры и их представления [Электронный ресурс] / Дж. Леповски, Х. Ли. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2008. — 424 с. — 978-5-93972-664-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16496.html>

10.Ляпин, Е.С. Упражнения по теории групп [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е.С. Ляпин, А.Я. Айзенштат, М.М. Лесохин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 272 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/528>

11.Нелинейность. От колебаний к хаосу [Электронный ресурс] : задачи и учебные программы / А.П. Кузнецов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2006. — 188 с. — 5-93972-514-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16576.html>

12.Ризниченко Г.Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. Часть 1 [Электронный ресурс] / Г.Ю. Ризниченко. — Электрон. текстовые данные. — Москва-Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2002. — 232 с. — 5-93972-093-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17629.html>

13.Титов К.В. Компьютерная математика: учебное пособие / К.В.Титов - М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 261 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=523231>

14.Философия математики и технических наук [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / С.А. Лебедев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Академический Проект, 2015. — 784 с. — 5-8291-0748-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/36736.html>

Дополнительная литература:

1. Potashov I.M., Tchamarina Ju.V., Tsirulev A.N. Bound Orbits Near the Throats of Phantom Scalar Field Wormholes. Mathematical Modelling and Geometry. 2018, V. 6, № 3, pp. 9-21.

2. Kratovitch P.V., Potashov I.M., Tchamarina J.V., Tsirulev A.N. Topological Geons with Self-gravitating Phantom Scalar Field. Тез. докл. XXV междунар. конф. "Математика. Компьютер. Образование", г. Дубна, 29 января – 3 февраля 2018. С. 17.

3. Potashov I., Tsirulev A. Computational Algorithm for Covariant Series Expansions in General Relativity. EPJ Web of Conferences 9. Сер. "Mathematical Modeling and Computational Physics 2017, MMCP 2017" 2018, p. 03021.

4. V.P. Tsvetkov, S.A. Mikheyev, I.V. Tsvetkov. Fractal phase space and fractal entropy of instantaneous cardiac rhythm. Chaos, Solitons and Fractals. 2018. V. 108. pp. 71–76. DOI: 10.1016/j.chaos.2018.01.030.

5. Илья Цветков, Виктор Цветков, Сергей Михеев. Визуализация квантового фазового пространства мгновенного сердечного ритма. DISTRIBUTED COMPUTING AND GRIDTECHNOLOGIES IN SCIENCE AND EDUCATION. Book of abstract of the 8th International Conference Dubna, 10 – 14 September, 2018. С. 155.

6. Кудинов А.Н., Михеев С.А., Цветков В.П., Цветков И.В. Квантование фазового пространства мгновенного сердечного ритма. Доклады Международной конференции "Математическая биология и биоинформатика". Под ред. В.Д. Лахно. Том 7. Пущино: ИМПБ РАН, 2018. Статья № e15. doi: 10.17537/icmbb18.21.

7. Иванов А.П., Кудинов А.Н., Рыжиков В.Н., Михеев С.А., Цветков В.П., Цветков И.В. Частотные спектры мгновенного сердечного ритма по данным холтеровского мониторинга. Тез. докл. XXV междунар. конф. "Математика. Компьютер. Образование", г. Дубна, 29 января – 3 февраля 2018. С. 18.

8. Иванов А.П., Кудинов А.Н., Рыжиков В.Н., Михеев С.А., Цветков В.П., Цветков И.В. D-мерный фазовый объем мгновенного сердечного ритма. Тез. докл. XXV междунар. конф. "Математика. Компьютер. Образование", г. Дубна, 29 января – 3 февраля 2018. С. 19.

9. Кудинов А.Н., Рыжиков В.Н., Михеев С.А., Цветков В.П., Цветков И.В. Аттракторы мгновенного сердечного ритма. Тез. докл. XXV междунар. конф. "Математика. Компьютер. Образование", г. Дубна, 29 января – 3 февраля 2018. С. 25.

10. Кореньков В.В., Кудинов А.Н., Рыжиков В.Н., Михеев С.А., Цветков В.П., Цветков И.В. Динамика фазового пространства индекса Доу-Джонса с

20.10.2007 по 27.10.2017. Тез. докл. XXV междунар. конф. "Математика. Компьютер. Образование", г. Дубна, 29 января – 3 февраля 2018. С. 300.

11. Виктор Цветков, Алексей Кудинов, Александр Иванов, Илья Цветков, Сергей Михеев. Хаотическая динамика мгновенного сердечного ритма и его фазовое пространство. DISTRIBUTED COMPUTING AND GRIDTECHNOLOGIES IN SCIENCE AND EDUCATION. Book of abstract of the 8th International Conference Dubna, 10 – 14 September, 2018. С. 155.

12. Беспалько Е.В., Губин В.А., Михеев С.А., Редчиц В.П., Рыжиков В.Н. О задаче вычисления параметров модели мультифрактальной динамики мгновенного сердечного ритма. Вестник Тверского государственного университета. Серия: Прикладная математика. 2018. № 1. С. 55-67.

## **Оценочные материалы**

### **Перечень экзаменационных вопросов**

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

1. Эрмитовы операторы в конечномерном гильбертовом пространстве.
2. Группа  $SU(2)$  как трехмерная сфера. Метрика на группе в сферических координатах.
3. Многокубитные системы. Базис Паули.

#### **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. Фазовое пространство мгновенного сердечного ритма.

## **V. Метод Монте-Карло**

1. Основные распределения (геометрическое, биномиальное, Пуассона, нормальное), их математические ожидания и дисперсии.
2. Моделирование нормального распределения. Метод Бокса-Мюллера.
3. Метод отжига: общий алгоритм и задача коммивояжера.

## **VI. Научно-методический семинар**

1. Вычисление параметров математической модели мультифрактальной динамики мгновенного сердечного ритма с использованием метода градиентного спуска.
2. Вычисление параметров математической модели мультифрактальной динамики мгновенного сердечного ритма с использованием регуляризованного метода Ньютона.
3. Однокубитные квантовые вентили.
4. Оператор CNOT и его реализация квантовой цепью.
5. Собственные значения и собственные векторы операторов Паули.

## **Критерии оценивания сформированности компетенций; шкала оценивания.**

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 и оценивается уровень сформированности каждой из следующих компетенций УК-1, ОПК-1, ОПК-2 по шкале:

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;

определяется уровень владения умениями и навыками, приобретаемыми обучающимися в процессе освоения учебных дисциплин и оценивается уровень сформированности каждой из следующих компетенций ПК-1, ПК-2 по шкале:



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.

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

## Образцы экзаменационных билетов

### Билет 1

1. Эрмитовы операторы в конечномерном гильбертовом пространстве.
  2. Построение функций мгновенного сердечного ритма  $y(t)$  и  $v(t)$ .
- 

### Билет 2

1. Многокубитные системы. Базис Паули.
  2. Кардиоритмы в математической модели мультифрактальной динамики.
- 

### Билет 3

1. Потенциальные функции с одной и двумя переменными состояниями.
  2. Группа  $SU(2)$  как трехмерная сфера. Метрика на группе в сферических координатах.
-