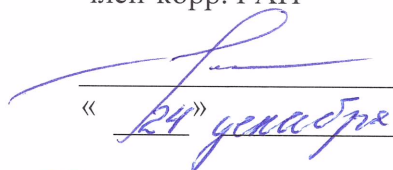


Минобрнауки России  
Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
«Карельский научный центр  
Российской академии наук»  
(КарНЦ РАН)

**УТВЕРЖДАЮ**

Генеральный директор КарНЦ РАН  
член-корр. РАН

 О.Н. Бахмет  
« 24 » сентября 20 21 г.



**ОСНОВНАЯ ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ,  
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ»**

**НАУЧНАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ  
1.2.2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ,  
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ**

**(НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ 09.06.01 ИНФОРМАТИКА  
И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА  
ПРОФИЛЬ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ,  
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ»)**

Принята Ученым советом КарНЦ РАН от 25 мая 2018 г. протокол № 07

г. Петрозаводск  
2018

### **Пояснительная записка**

Программа кандидатского экзамена по научной специальности **05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ** включает основную и дополнительную программы. Основная программа разрабатывается на основании программы–минимум кандидатского экзамена по научной специальности, утвержденной Министерством образования и науки Российской Федерации. Дополнительная программа, разрабатывается индивидуально для каждого экзаменуемого и включает вопросы по научному направлению, по которому подготавливается научно-квалификационная работа (диссертация).

Основная программа кандидатского экзамена составлена на основании следующих документов:

– Федеральный закон РФ от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

– Приказ Минобрнауки России от 19.11.2013 г. № 1259 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)»;

– Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.07.2014 № 871 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации)» (в ред. Приказа Минобрнауки России от 30.04.2015 № 464);

– Положение о кандидатских экзаменах (принято Ученым советом КарНЦ РАН 25.05.2018, протокол № 7).

В основу настоящей программы положены следующие разделы: математические основы, информационные технологии, компьютерные технологии, методы математического моделирования.

Составители программы:

**Заика Юрий Васильевич** – доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник ИПМИ КарНЦ РАН;

**Кириллов Александр Николаевич** – доктор физико-математических наук, доцент, ведущий научный сотрудник ИПМИ КарНЦ РАН;

**Крижановский Андрей Анатольевич** – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник ИПМИ КарНЦ РАН;

**Мазалов Владимир Викторович** – доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник ИПМИ КарНЦ РАН;

**Морозов Евсей Викторович** – доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник ИПМИ КарНЦ РАН;

**Печников Андрей Анатольевич** – доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник ИПМИ КарНЦ РАН;

**Ретгиева Анна Николаевна** – доктор физико-математических наук, доцент, ведущий научный сотрудник ИПМИ КарНЦ РАН.

## **1. Математические основы**

*Элементы теории функций и функционального анализа.* Понятие меры и интеграла Лебега. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций. Пространства Соболева. Линейные непрерывные функционалы. Теорема Хана-Банаха. Линейные операторы. Элементы спектральной теории. Дифференциальные и интегральные операторы.

*Экстремальные задачи. Выпуклый анализ.* Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимакс. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.

*Теория вероятностей. Математическая статистика.* Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации.

## **2. Информационные технологии**

*Принятие решений.* Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.

*Исследование операций и задачи искусственного интеллекта.* Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов.

## **3. Компьютерные технологии**

*Численные методы.* Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа.

*Вычислительный эксперимент.* Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.

*Алгоритмические языки.* Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.

## **4. Методы математического моделирования**

*Основные принципы математического моделирования.* Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей

*Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.*

*Математические модели в научных исследованиях. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.*

Задачи редукции к идеальному прибору. Синтез выходного сигнала идеального прибора. Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции.

Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.

### Литература

1. Афанасьев В.В. Теория вероятностей. Москва, Владос, 2007.
2. Гасников А.В., Кленов С.Л., Нурминский Е.А., Холодов Я.А., Шамрай Н.Б. Введение в математическое моделирование транспортных потоков. МЦНМО, 2013.
3. Зубов В.И. Лекции по теории управления. СПб.: Лань, 2011.
4. Ивченко Г.И., Медведев Ю.И. Введение в математическую статистику. Москва, URSS, 2009.
5. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. М.: Физматлит, 2006.
6. Лебедев В.И. Функциональный анализ и вычислительная математика. М.: Физматлит, 2005.
7. Мазалов В.В. Математическая теория игр и приложения, Санкт-Петербург, Лань, 2010.
8. Мазалов В.В., Менчер А.Э., Токарева Ю.С. Переговоры. Математическая теория. Санкт-Петербург, Лань, 2012.
9. Мышкис А.Д. Элементы теории математических моделей. УРСС, 2011.
10. Петров И.Б., Лобанов А.И. Лекции по вычислительной математике. М., 2006.
11. Плотников К.Э. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Методология и практика. УРСС. 2011.
12. Формалев В.Д., Ревизников Д.Л. Численные методы. М., 2006.
13. Харин Ю.С., Зуев Н.П., Жук Е.Е. Теория вероятностей, математика и прикладная статистика. Минск, БГУ, 2011.
14. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Функциональный анализ. М.: Наука, 1984.
15. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. М.: Наука, 1981.
16. Боровков А.А. Теория вероятностей. М.: Наука, 1984.
17. Боровков А.А. Математическая статистика. М.: Наука, 1984. Калиткин Н.Н. Численные методы. М.: Наука, 1978.
18. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. М.: Физматлит, 1997.
19. Математическое моделирование / Под ред. А.Н. Тихонова, В.А. Садовниченко и др. М.: Изд-во МГУ, 1993.
20. Лебедев В.В. Математическое моделирование социально-экономических процессов. М.: ИЗОГРАФ, 1997.
21. Петров А.А., Поспелов И.Г., Шананин А.А. Опыт математического моделирования экономики. М.: Энергоатомиздат, 1996.

22. Пытьев Ю.П. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. М.: Физматлит, 2002. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1979.
23. Пытьев Ю.П. Математические методы анализа эксперимента. М.: Высш. школа, 1989.
24. Чуличков А.И. Математические модели нелинейной динамики. М.: Физматлит, 2000.
25. Демьянов В.Ф., Малоземов В.Н. Введение в минимакс. М.: Наука, 1972.
26. Краснощеков П.С., Петров А.А. Принципы построения моделей. М.: Изд-во МГУ, 1984.

### **Критерии оценивания**

Результаты кандидатского экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценка выставляется по следующим основаниям:

Оценка «отлично» – ответ построен логично, в соответствии с планом, показано максимально глубокое знание универсальных, общепрофессиональных и профессиональных вопросов, терминов, категорий, понятий, гипотез, концепций и теорий, установлены содержательные межпредметные связи, выдвигаемые положения обоснованы, приведены убедительные примеры, обнаружен аналитический и комплексный подход к раскрытию материала, сделаны содержательные выводы, продемонстрировано знание основной и дополнительной литературы, в т.ч. зарубежных источников.

Оценка «хорошо» – ответ построен в соответствии с планом, представлены различные подходы к проблеме, но их обоснование недостаточно полно. Установлены межпредметные связи, выдвигаемые положения обоснованы, однако наблюдается непоследовательность анализа и обобщения информации, ответ недостаточно подкреплён примерами. Выводы правильны, продемонстрировано знание основной и дополнительной литературы, в т.ч. зарубежных источников.

Оценка «удовлетворительно» – ответ построен недостаточно логично, план ответа соблюдается непоследовательно, недостаточно раскрыты профессиональные знания. Выдвигаемые положения декларируются, но недостаточно аргументированы, не подкреплены примерами. Не обнаружен аналитический и комплексный подход к раскрытию материала, сделаны выводы, продемонстрировано только знание основной литературы.

Оценка «неудовлетворительно» – ответ построен не логично, план ответа соблюдается непоследовательно, не раскрыты профессиональные знания и умения. Научное обоснование вопросов подменено рассуждениями дилетантского характера. Ответ содержит ряд серьезных неточностей и грубых ошибок. Не обнаружен аналитический и комплексный подход к раскрытию материала, сделанные выводы поверхностны или неверны, не продемонстрировано знание основной и дополнительной литературы.

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ  
ОСНОВНОЙ ПРОГРАММЫ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА  
ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и  
комплексы программ

(шифр и наименование научной специальности)

20 21 / 20 22 учебный год

| №<br>п/п | Наименование<br>разделов программы,<br>в которые внесены<br>дополнения и (или)<br>изменения | Внесенные изменения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Основание для внесения<br>изменений: дата<br>и № протокола<br>заседания УС или иного<br>документа                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.       | Титульный лист                                                                              | <p style="text-align: center;">«по научной<br/>специальности<br/>05.13.18 Математическое<br/>моделирование, числен-<br/>ные методы и комплексы<br/>программ»</p> <p style="text-align: center;"><b>изменено на</b></p> <p style="text-align: center;">«по специальной<br/>дисциплине<br/>«Математическое моде-<br/>лирование, численные<br/>методы и комплексы<br/>программ»</p> <p style="text-align: center;">научная специальность<br/>1.2.2. Математическое<br/>моделирование, числен-<br/>ные методы и комплексы<br/>программ</p> <p style="text-align: center;">(направление подготовки<br/>09.06.01<br/>Информатика и вычис-<br/>лительная техника,<br/>профиль<br/>«Математическое моде-<br/>лирование, численные<br/>методы и комплексы<br/>программ»))»</p> | <p>Номенклатура научных специ-<br/>альностей, по которым присуж-<br/>даются ученые степени, утвер-<br/>жденная приказом<br/>Минобрнауки России<br/>от 23.10.2017 № 1027</p> <p>Номенклатура научных специ-<br/>альностей, по которым присуж-<br/>даются ученые с степени, ут-<br/>вержденная приказом<br/>Минобрнауки России<br/>от 24.02.2021 № 118</p> <p>Рекомендация Президиума<br/>ВАК Минобрнауки России<br/>от 10.12.2021 № 32/1-НС<br/>«О сопряжении научных специ-<br/>альностей номенклатуры, ут-<br/>вержденной приказом Минобр-<br/>науки России от 24.02.2021<br/>№ 118, научных специаль-<br/>ностей номенклатуры, утвер-<br/>жденной приказом Минобрнау-<br/>ки России от 23.10.2017<br/>№ 1027»</p> <p>Приказ Минобрнауки России<br/>от 24.08.2021 № 786<br/>«Об установлении соответствия<br/>направлений подготовки науч-<br/>но-педагогических кадров<br/>в аспирантуре (адъюнктуре)<br/>научным специальностям, пре-<br/>дусмотренным номенклатурой<br/>научных специальностей, по<br/>которым присуждаются ученые<br/>степени, утвержденной прика-<br/>зом Минобрнауки России<br/>от 24.02.2021 № 118»</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                      |        |                                                                            |                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Рекомендация Президиума ВАК Минобрнауки России от 10.12.2021 № 32/1-НС «О сопряжении научных специальностей номенклатуры, утвержденной приказом Минобрнауки России от 24 февраля 2021 г. № 118, научных специальностей номенклатуры, утвержденной приказом Минобрнауки России от 23 октября 2017 г. № 1027» |                                                                                                                                           | Приказ Минобрнауки России от 24.08.2021 № 786 «Об установлении соответствий направлений подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) научным специальностям, предусмотренным номенклатурой научных специальностей по которым присуждаются ученые степени, утвержденная приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 № 118»                                                                                        |                                      |        |                                                                            |                                                       |
| Номенклатура научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утвержденная приказом Минобрнауки России от 23.10.2017 № 1027                                                                                                                                                                  | Номенклатура научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утвержденная приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 № 118 | Соответствие направлений подготовки высшего образования – подготовки кадров высшей квалификации по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, перечень которых утвержден приказом Минобрнауки России от 12.09.2013 № 1061, научным специальностям, предусмотренным номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утвержденной приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 № 118 |                                      |        |                                                                            |                                                       |
| Шифр и наименование научной специальности, отрасль науки                                                                                                                                                                                                                                                    | Шифр и наименование научной специальности, отрасль науки                                                                                  | Код укрупненной группы направления подготовки<br>Код направления подготовки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Код направления подготовки           | Шифр   | Область науки, группа научных специальностей, научная специальность        | Отрасль науки, по которой присуждается ученая степень |
| <b>05.13.18</b><br><b>Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ</b>                                                                                                                                                                                                               | <b>1.2.2.</b><br><b>Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ</b>                                               | 09.00.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Информатика и вычислительная техника | 1      | ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ                                                         |                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                      | 1.2.   | Компьютерные науки и информатика                                           |                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                           | 09.06.01                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Информатика и вычислительная техника | 1.2.2. | <b>Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ</b> |                                                       |