

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол от «30» ноября 2022 г. № 13

Рабочая программа дисциплины

Компьютерная алгебра

Уровень высшего образования
магистратура

Направление подготовки / специальность
01.04.01 Математика

Направленность образовательной программы
Фундаментальная математика и приложения

Форма обучения
Очная

Нижегород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части Б1.О.10

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
УК-1 . Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Знать принципы системного подхода, позволяющие осуществлять анализ проблемных ситуаций.	Уметь проводить анализ работы алгоритмов компьютерной алгебры Знать основные методы и приемы решения задач компьютерной алгебры Владеть навыками в постановке и решении практических задач	Собеседование
	УК-1.2 Уметь вырабатывать стратегию действий основываясь на критическом анализе проблемных ситуаций.	Уметь осуществлять критический анализ алгоритмов компьютерной алгебры Знать основные подходы и приемы критического анализа алгоритмов компьютерной алгебры Владеть навыками критического анализа алгоритмов компьютерной алгебры	Собеседование
	УК-1.3. Владеть навыками системного подхода к анализу проблемных ситуаций	Уметь проводить анализ проблемных ситуаций при использовании алгоритмов компьютерной алгебры. Знать методы и подходы разрешения проблемных ситуаций при использовании алгоритмов компьютерной алгебры. Владеть навыками разрешения проблемных ситуаций при использовании алгоритмов компьютерной алгебры	Собеседование
ОПК-1 Способен формулировать и решать актуальные и значимые проблемы математики	ОПК-1.1. Знать основы фундаментальных дисциплин в области математических и (или) естественных наук.	Знать фундаментальные алгебраические алгоритмы компьютерной алгебры, Уметь использовать фундаментальные алгебраические алгоритмы компьютерной алгебры при решении практических задач Владеть основными фундаментальными алгебраическими алгоритмами компьютерной алгебры	Собеседование

	ОПК-1.2. Уметь выбирать методы решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний.	Знать основные алгебраические алгоритмы компьютерной алгебры Уметь анализировать практический выбор алгебраического алгоритма компьютерной алгебры для решения задач профессиональной деятельности Владеть навыками анализа алгебраического алгоритма компьютерной алгебры	Собеседование
	ОПК-1.3. Владеть навыками применения фундаментальных знаний в профессиональной деятельности	Знать фундаментальные алгебраические алгоритмы компьютерной алгебры Уметь анализировать алгоритмы компьютерной алгебры Владеть навыками применения фундаментальных знаний для анализа алгебраических алгоритмов компьютерной алгебры	Собеседование
ОПК-4 Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	ОПК-4.1. Знать основные информационно-коммуникационные технологии для решения задач	Знать информационно-коммуникационные технологии в алгебраических алгоритмах компьютерной алгебры, Уметь использовать информационно-коммуникационные технологии компьютерной алгебры при решении практических задач Владеть основными информационно-коммуникационные технологии для решения задач компьютерной алгебры	Собеседование
	ОПК-4.2. Уметь выбирать методы применения информационно-коммуникационные технологий.	Знать методы информационно-коммуникационные технологий для алгебраические алгоритмы компьютерной алгебры Уметь анализировать информационно-коммуникационные технологии компьютерной алгебры для решения задач профессиональной деятельности Владеть навыками информационно-коммуникационные технологий для компьютерной алгебры	Собеседование
	ОПК-4.3. Владеть навыками применения информационно-коммуникационные технологий.	Знать информационно-коммуникационные технологии компьютерной алгебры Уметь анализировать информационно-коммуникационные технологии компьютерной алгебры Владеть навыками применения информационно-коммуникационные технологии алгоритмов компьютерной алгебры	Собеседование

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ
Часов по учебному плану	180
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	64
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	32
- занятия лабораторного типа	
- текущий контроль (КСР)	2
самостоятельная работа	78
Промежуточная аттестация – экзамен	36

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Тема 1. Введение.	2	1	0		1	1
Тема 2. Основные структуры данных в алгебраических алгоритмах. Классические алгоритмы алгебраических операций. Их анализ	16	3	4		7	9
Тема 3. Прием «разделяй и властвуй» (алгоритмы умножения Карацубы и Тоома, деления Бурникеля-Циглера)	20	4	4		8	12
Тема 4. Быстрое преобразование Фурье (алгоритм Шенхаге-Штрассена)	32	8	8		16	16
Тема 5. Субквадратичные алгоритмы (деление, НОД, восстановление целых и рациональных чисел)	36	8	8		16	20
Тема 6. Вычисления с гомоморфными образами	26	6	6		12	14
Тема 7. Решение систем линейных уравнений над полем, целостным кольцом	10	2	2		4	6
Текущий контроль (КСР)	2					
Промежуточная аттестация – экзамен	36					
Итого	180	32	32		64	78

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях семинарского типа.

Промежуточная аттестация проходит в форме экзамена.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Выполнение домашних практических заданий с последующей проверкой и обсуждением.

Изучение литературы и проработка теоретического материала лекционных занятий.

Образовательный материал для самостоятельной работы студента:

1. Кнут Дональд Эрвин. Искусство программирования, том 2. Получисленные алгоритмы, 3-е издание.: Перевод с английского: Учебное пособие. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. - 832 с.: ил. - Парал. тит. англ. ISBN 5-8459-0081-6 (рус.) 18экз.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		Зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

				недочетами.		объеме.	
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Контрольные вопросы

вопросы	Код формируемой компетенции
1. Опишите требования, предъявляемые к структурам данных, используемых в алгебраических алгоритмах. Приведите примеры	Ук1
2. Опишите классические алгебраические алгоритмы, реализующие арифметические операции. Оцените их трудоемкость.	ОПК1
3. Опишите алгоритм Карацубы, оцените его трудоемкость	Ук1
4. Опишите алгоритм Тоома-Кука, оцените его трудоемкость	Ук1

5. Опишите алгоритм Бурникеля-Циглера, оцените его трудоемкость	Ук1
6. Теорема о скелетном строении матрицы БПФ. Трудоемкость умножения матрицы БПФ на вектор	Ук1
7. Алгоритм умножения Шнхаге-Штрассена. Его трудоемкость	Ук1
8. Быстрое извлечение корня. Трудоемкость	Ук1
9. Быстрое деление чисел с остатком. Трудоемкость	Ук1
10. Классический алгоритм Евклида. Его трудоемкость	ОПК1
11. Бинарный алгоритм, матричная форма.	ОПК4
12. Быстрый вариант алгоритма Евклида. Его трудоемкость	Ук1
13. Алгоритмы восстановления целых чисел по остаткам	ОПК1
14. Алгоритмы восстановления рациональных чисел по остаткам.	ОПК1
15. Полностью целочисленный вариант метода Гаусса. Его Трудоемкость	ОПК1
16. Решение СЛУ над целостным кольцом	ОПК1

5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции Ук1

1. Продемонстрировать работу алгоритма Карацубы на следующих входных данных: $a=1234$, $b=2341$
2. Продемонстрировать работу алгоритма Тоома на следующих входных данных: $a=123$, $b=234$, с параметром 3.
3. Продемонстрировать работу алгоритма Бурникеля-Циглера на следующих входных данных: $a=4321$, $b=23$
4. Написать скелетное разложение F_4 над C .
5. Решить сравнение $17x=1(43)$ бинарным алгоритмом
6. Продемонстрировать работу алгоритма быстрого деления в 3-адической арифметике на следующих входных данных: $a=221$, $b=33$

5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенций ОПК 1, ОПК-4

1. Расширенным алгоритмом Евклида решить сравнение $17x=1(43)$.
2. Продемонстрировать работу алгоритмов восстановления целого числа по остаткам на следующих входных данных: остатки (2,3,4,5), модули (3,4,5,7).
3. Продемонстрировать работу субквадратичного алгоритма восстановления целого числа по остаткам на следующих входных данных: остатки (2,3,4,5), модули (3,4,5,7).
4. Продемонстрировать работу алгоритмов восстановления рационального числа по остаткам на следующих входных данных: остатки (2,2,1,7), модули (3,4,5,11)
5. Продемонстрировать работу полностью целочисленного варианта метода Гаусса на следующих

входных данных:
$$\left(\begin{array}{ccc|c} 2 & 3 & 4 & 1 \\ 4 & 2 & 3 & 2 \\ 3 & 2 & 4 & 3 \end{array} \right).$$

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Кнут Дональд Эрвин. Искусство программирования, том 2. Получисленные алгоритмы, 3-е издание.: Перевод с английского: Учебное пособие. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. - 832 с.: ил. - Парал. тит. англ. ISBN 5-8459-0081-6 (рус.) 18экз.
2. М.И. Кузнецов, Д.Е. Бурланков, Г.А. Долгов, А.Ю. Чирков, В.А. Яковлев. Компьютерная алгебра: Учебник. Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета. 2002. с. 223. 40экз.

б) дополнительная литература:

1. Бухбергер Б., Коллинз Дж., Лаос Р. Компьютерная алгебра: Символьные и алгебраические вычисления. М.: Мир, 1986. 2экз.
2. Грегори Р., Кришнамурти Е. Безошибочные вычисления. Методы и приложения. М.: Мир, 1988. 4экз.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<http://www.lib.unn.ru/>

Университетская библиотека ONLINE <http://www.biblioclub.ru>

Библиотека "Лань" <http://e.lanbook.com/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория, оснащенная партами, стульями, учебной доской, мелом.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО ННГУ - магистратура по направлению подготовки 01.04.01 Математика.

Автор (ы) Чирков А.Ю.

Рецензент (ы)

Заведующий кафедрой Кузнецов М.И.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 30 ноября 2022 года, протокол № 3.