МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДАЮ

Директор института ИТММ

_____В.П. Гергель

«_____»_____20___ г.

Рабочая программа дисциплины

Фундаментальная и компьютерная алгебра

Уровень высшего образования
бакалавриат

Направление подготовки
02.03.01 – Математика и компьютерные науки

Направленность образовательной программы
Общий профиль

Квалификация (степень)
бакалавр

Форма обучения
очная

Нижний Новгород

2017

Место и цели дисциплины в структуре ОПОП. Дисциплина «Фундаментальная и компьютерная алгебра» (Б1.Б.05) относится к базовому блоку дисциплин ОПОП, обязательна для освоения на 1 и 2 годах обучения в 1, 2, 3 семестрах. Трудоемкость составляет 15 зачетных единиц. Предусмотрено проведение лекционных (131 ч.) и практических (131 ч.) занятий.

1. Целями освоения дисциплины являются формирование у студентов общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций в соответствии с требованиями ФГОС по направлению подготовки 02.03.01. – Математика и компьютерные науки. Содержание дисциплины направлено на освоение фундаментальных понятий и результатов высшей алгебры, линейной алгебры, теории классических алгебраических систем, формирование умений и навыков в решении задач из этих разделов алгебры и геометрии; развитие навыков в постановке и решении практических задач, знакомство с основными вычислительными алгоритмами алгебры.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции)	*Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций*
ОПК-1 готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности. начальный этап	*З1 (ОПК-1)* **знание** основных понятий алгебры. *У1 (ОПК-1)* **умение** решать основные алгебраические задачи. *В1 (ОПК-1)* **владение** основными вычислительными алгоритмами алгебры.
ПК-3 способность строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата. начальный этап	*З1 (ПК-3)* **знание** основ строгого доказательства утверждений, формулировки результатов, вывода следствий из полученного результата *У1 (ПК-3)* ***умение*** строго доказывать утверждения, формулировать результаты, выводить следствия из полученного результата *В1 (ПК-3)* **владение** опытом строгого доказательства утверждений, формулировки результатов, вывода следствий из полученного результата

3. Структура и содержание дисциплины «Фундаментальная и компьютерная алгебра»

Объем дисциплины составляет 15 зачетных единиц, всего 540 ч., из которых 265 ч. составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (131 ч. занятий лекционного типа, 131 ч. занятий семинарского типа, 3 ч. мероприятия промежуточной аттестации), 275 ч. составляет самостоятельная работа обучающегося в т.ч. включая 117 час подготовки к экзаменам).

Содержание дисциплины

№ п/п	*Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)*	*Семестр*	*Часов*						
			Всего	*В том числе*					
				Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					*Самостоятельная работа обучающегося*
				Занятия лекционного	*Занятия семинарского*	*Занятия лабораторного*	*Консультации*	*Всего*	
1.	**Поле комплексных чисел и алгебраические системы.** Основные определения, утверждения и примеры групп, колец, полей. Построение поля комплексных чисел. Алгебраическая и тригонометрическая формы комплексного числа, операции. Степень и извлечение корня из комплексного числа. Группа корней из единицы.	1	44	10	10			20	24
2.	**Теория определителей**. Перестановки и подстановки. Группа подстановок. Определители n-го порядка и их свойства. Миноры и алгебраические дополнения. Правило Крамера.	1	38	10	10			20	18
3.	**Алгебра матриц**. Сложение матриц, умножение матриц на число, умножение матриц, обратная матрица.	1	38	10	10			20	18
4.	**Системы линейных алгебраических уравнений.** Метод последовательного исключения неизвестных для систем линейных алгебраических уравнений. n-мерное арифметическое пространство. Ранг матрицы. Критерий совместности системы линейных алгебраических уравнений. Однородные системы. Фундаментальная система решений. Связь между решениями неоднородной системы и присоединенной однородной системы.	1	46	10	10			20	26
5.	**Кольцо многочленов.** Определение кольца многочленов. Делимость в кольце многочленов. Факториальность кольца многочленов над полем. Корни многочленов. Алгебраическая замкнутость поля комплексных чисел. Многочлены с действительными коэффициентами. Локализация корней: теорема Штурма.	1	50	11	11			22	28
	В т.ч. текущий контроль	1	2						
	Промежуточная аттестация: экзамен, зачет.	1							

6.	Векторное (линейное) пространство. Линейная зависимость, базис, размерность. Подпространства, сумма и пересечение подпространств, прямая сумма. Координаты, матрица перехода от одного базиса к другому.	2	30	8	8			16	14
7.	**Линейные отображения** (операторы), действия с ними, их матрицы. Ядро, образ, ранг, дефект линейного отображения. Инвариантные подпространства. Собственные числа и векторы. Характеристический и минимальный многочлен оператора (матрицы). Жорданова форма линейного оператора (матрицы).	2	30	8	8			16	14
8.	**Билинейные (полуторалинейные) и квадратичные формы.** Изменение матрицы квадратичной (полуторалинейной) функции при изменении базиса. Методы Лагранжа и Якоби приведения симметричной (эрмитовой) билинейной формы к каноническому виду. Закон инерции. Положительно определенные квадратичные формы.	2	24	6	6			12	12
9.	**Евклидово (унитарное) пространство.** Скалярное произведение, свойства. Ортогональные векторы. Ортонормированные базисы и ортогональные матрицы. Процесс ортогонализации Грама–Шмидта. Ортогональное дополнение подпространства.	2	30	8	8			16	14
10.	**Линейные операторы евклидовых и унитарных пространств.** Соответствие между линейными операторами и билинейными формами в евклидовом пространстве. Сопряженный оператор. Свойства. Матрица сопряженного оператора. Инвариантные подпространства относительно сопряженного. Самосопряженные (эрмитовы) операторы и их свойства. Спектр самосопряженного оператора. Приведение квадратичной формы к главным осям. Пары форм. Ортогональные (унитарные) операторы, их свойства, эквивалентные определения. Матрица ортогонального оператора, свойства собственных чисел и собственных векторов ортогонального оператора. Канонический вид ортогонального (унитарного) оператора.	2	38	10	10			20	18
11.	**Тензоры.** Сопряженное векторное пространство, двойственный базис. Определение тензора, координаты тензора. Операции над тензорами.	2	28	8	8			16	12
	В т.ч. текущий контроль	2	2						
	Промежуточная аттестация: экзамен, зачет.	2							
12.	**Группы.** Определение группы, подгруппы. Порядок элемента. Циклические группы. Гомоморфизмы групп. Ядро, образ гомоморфизма. Смежные классы по подгруппе. Нормальные подгруппы. Факторгруппа. Теоремы о гомоморфизмах групп.	3	32	8	8			16	16
13	**Действие группы на множестве.** Орбиты, стабилизаторы. Формула длины орбиты. Формула разложения на орбиты. Классы сопряженных элементов, формула классов. Действие сопряжениями и левыми сдвигами. Центр группы.	3	24	6	6			12	12
14	**p-группы, разрешимые и простые группы.** p-группы. Теоремы Силова. Группы порядка pq. Коммутант группы. Разрешимые и простые группы.	3	24	6	6			12	12

15.	**Задание группы образующими и соотношениями.** Внешнее, внутреннее прямое произведение групп. Разложимые группы. Разложимость конечной циклической группы. Свободные группы. Универсальное свойство свободной группы. Задание группы образующими и соотношениями.	3	28	6	6			12	16
16.	**Конечные и конечнопорожденные абелевы группы.** Конечные абелевы группы. Примарные группы. Элементарные делители примарной группы. Число неизоморфных примарных групп порядка pn. Коэффициенты кручения конечной абелевой группы. Конечнопорожденные абелевы группы. Свободные абелевы группы. Ранг свободной абелевой группы. Подгруппа кручения. Коэффициенты кручения конечнопорожденной абелевой группы.	3	33	6	6			12	21
	В т.ч. текущий контроль	3	2						
	Промежуточная аттестация: экзамен, зачет.	3							

4. Образовательные технологии.

Используются образовательные технологии в форме лекций, практических занятий.

Лекционные занятия в основном проводятся в форме лекция-информация. Такая форма занятий ориентирована на изложение и объяснение студентам научной информации, подлежащей осмыслению (на самой лекции, на практических занятиях и в ходе самостоятельной работы) и запоминанию.

Практические занятия предполагают разбор решений задач и самостоятельное решение задач, предлагаемых преподавателем, под контролем преподавателя, а также проверку знания теоретического материала, полученного на лекциях.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.

Выполнение домашних практических заданий с последующей проверкой и обсуждением.
Обсуждение итогов самостоятельных и контрольных работ.
Изучение литературы и проработка теоретического материала лекционных занятий;

Образовательный материал для самостоятельной работы студента:

1. Кострикин А. И., Манин Ю. И. - Линейная алгебра и геометрия: учеб. пособие для студентов мех.-мат. Специальностей вузов., 1980, 1986, 2005, 2008 (В библиотеке ННГУ более 50 экз.)
2. Кузнецов М.И., Муляр О.А., Хорева Н.А., Чебочко Н.Г "ЗАДАЧИ ПО ТЕОРИИ ГРУПП. ЧАСТЬ I.". Практикум. 2010, ФЭОР. – URL: http://www.unn.ru/books/met_files/teor_gr.pdf
3. Кузнецов М.И., Муляр О.А., Чебочко Н.Г. Задачи по теории групп. Ч. II. Практикум. 2015. ФЭОР. – URL: http://www.unn.ru/books/met_files/mulyar.pdf
4. Кузнецов М.И. "ЗАДАНИЕ ГРУПП ОБРАЗУЮЩИМИ И ОПРЕДЕЛЯЮЩИМИ СООТНОШЕНИЯМИ". Учебно-методическое пособие. 2014 ФЭОР. – URL: http://www.unn.ru/books/met_files/generators.pdf.
5. Литература из п.7

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

Индикаторы компетенции	**ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ОПК-1, ПК-3**						
	плохо	**неудовлетворительно**	**удовлетворительно**	**хорошо**	**очень хорошо**	**отлично**	**превосходно**
Полнота знаний	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 ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
Наличие умений	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном Объеме без недочетов
Наличие навыков (владение опытом)	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
Мотивация(личностное отношение)	Полное отсутствие учебной	Учебная активность и мотивация	Учебная активность и	Учебная активность и	Учебная активность и	Учебная активность и	Учебная активность и

	активности и мотивации	слабо выражены, готовность решать поставленные задачи качественно отсутствуют	мотивация низкие, слабо выражены, стремление решать задачи качественно	мотивация проявляются на среднем уровне, демонстрируется готовность выполнять поставленные задачи на среднем уровне качества	мотивация проявляются на уровне выше среднего, демонстрируется готовность выполнять большинство поставленных задач на высоком уровне качества	мотивация проявляются на высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять все поставленные задачи на высоком уровне качества	мотивация проявляются на очень высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять нестандартные дополнительные задачи на высоком уровне качества
Характеристика сформированности компетенции	Компетенция в не сформирована. отсутствуют знания, умения, навыки, необходимые для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям, но есть недочеты. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по некоторым профессиональным задачам.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенции превышает стандартные требования. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для применения творческого подхода к решению сложных практических (профессиональных) задач.
Уровень сформированности компетенций	Нулевой	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий	Очень высокий

6.2. Описание шкал оценивания

Зачеты 1, 2, 3 семестрах

Зачтено	выполнены на положительную оценку задания контрольных работ за семестр и

	решены задачи на зачете.
Не зачтено	не выполнены задания контрольных работ за семестр или не решены задачи на зачете.

Экзамены в 1, 2, 3 семестрах

Полное и самостоятельное решение задачи на экзамене является необходимым условием для положительной оценки. Далее оценка определяется ответами на вопросы билета в соответствии с таблицей.

Превосходно	свободное владение основным и дополнительным материалом с незначительными ошибками и погрешностями
Отлично	свободное владение основным материалом без ошибок и погрешностей
Очень хорошо	достаточное владение основным материалом с незначительными погрешностями
Хорошо	владение основным материалом с рядом заметных погрешностей
Удовлетворительно	владение минимальным материалом, необходимым по данному предмету, с рядом ошибок
Неудовлетворительно	владение материалом недостаточно, необходима дополнительная подготовка
Плохо	отсутствие владения материалом

Оценки «превосходно», «отлично», «очень хорошо», «хорошо», «удовлетворительно» считаются положительными.

При пересчете в пятибалльную шкалу устанавливается следующее соответствие оценок.

Оценка «отлично» соответствует двум: «превосходно» и «отлично»; оценка «хорошо» – двум оценкам: «очень хорошо» и «хорошо»; оценка «удовлетворительно» соответствует оценке «удовлетворительно»; оценка «неудовлетворительно» – двум оценкам: «неудовлетворительно» и «плохо».

Критерии оценок выполнения контрольной работы (каждая задача оценивается в 2 балла)

Решена полностью	2
Решена основная часть задачи, или задача решена с недочетами	1,5
Решена задача наполовину	1
Сделан первый этап в решении задачи	0,5
Нет решения	0

Суммарная оценка выполнения контрольной работы

Количество баллов при n=3, 4, 5 задачах.	Оценка
2n	Превосходно
2n-0,5	Отлично
2n-1	Очень хорошо
2n-2	Хорошо
От 3до 2n-3	Удовлетворительно
0,5-3	Неудовлетворительно
0	Плохо

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций.

Для оценивания результатов обучения в виде <u>знаний</u> используются следующие процедуры и технологии:

- зачет, экзамен;
- устные ответы на вопросы на лекциях и на практических занятиях.

Для оценивания результатов обучения в виде <u>умений</u> и <u>навыков</u> используются следующие процедуры и технологии:

- контрольные работы, включающие несколько задач.
- зачет, экзамен;

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Примерные задания для контрольных работ в семестре 1.

1) Вычислить $\sqrt[3]{\frac{(1+i)^8(-\sqrt{3}+i)^6}{(-1-i)^3}}$
2) Решить матричное уравнение

$$X\cdot\begin{pmatrix}1 & 1 & -1\\ 2 & 1 & 0\\ 1 & -1 & 1\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}1 & -1 & 3\\ 4 & 3 & 2\\ 1 & -2 & 5\end{pmatrix}$$

3) Найти наибольший общий делитель многочленов

$$f = x^5+x^4-x^3-3x^2-3x-1$$

$$g = x^4-2x^3-x^2-2x+1$$

4) Вычислить $2A^{-1}-BA-3E$, где

$$A=\begin{pmatrix}-1 & 2 & -1\\ 4 & -2 & 3\\ 2 & 3 & 1\end{pmatrix},\quad \mathrm{B}=\begin{pmatrix}1 & 3 & 1\\ -4 & 2 & 1\\ 2 & 2 & 1\end{pmatrix}.$$

5) Отделить кратные множители многочлена

$$\mathrm{f}= x^5-10x^3-20x^2-15x-4$$

6) Пользуясь схемой Горнера разделить $\mathrm{f}= x^4+2ix^3-x^2-3x+7+i$ с остатком на x+i и вычислить f(-i).

7) Исследовать систему на совместность в зависимости от значения параметра λ и найти общее решение системы

$$\begin{cases} 8x_1+6x_2+3x_3+2x_4=5\\ -12x_1-3x_2-3x_3+3x_4=-6\\ 4x_1+5x_2+2x_3+3x_4=3\\ \lambda x_1+4x_2+x_3+4x_4=2 \end{cases}$$

8) Исследовать систему на совместность в зависимости от значения параметра λ и найти общее решение системы

$$\begin{cases} x_1-x_2-x_3-4x_4=-2\\ 2x_1+3x_2+6x_3+8x_4=5\\ x_1-6x_2-9x_3-20x_4=-11\\ 4x_1+x_2+4x_3+\lambda x_4=2 \end{cases}$$

9) Разложить многочлен $\mathrm{f}= x^5-5x^4+7x^3-2x^2+4x-8$ по степеням x-2. Определить кратность корня $\mathrm{x}_0=2$.

10) Вычислить определитель

$$\begin{vmatrix} -5 & -7 & -2 & 2 & -2 & 16\\ 0 & 0 & 4 & 0 & -5 & 0\\ 2 & 0 & -2 & 0 & 2 & 0\\ 6 & 4 & 6 & -1 & 15 & -5\\ 5 & -4 & 10 & 1 & 14 & 6\\ 3 & 0 & -2 & 0 & 3 & 0 \end{vmatrix}$$

11) Методом Штурма отделить корни полинома

$$\mathrm{f}= x^5-5x^3-10x^2+2$$

12) Исследовать совместность, найти общее решение и частное решение системы уравнений.

$$\begin{cases} 3x_1+4x_2+x_3+2x_4+3x_5=2\\ 5x_1+7x_2+x_3+3x_4+4x_5=3\\ 4x_1+5x_2+2x_3+x_4+5x_5=3\\ 7x_1+10x_2+x_3+6x_4+5x_5=4 \end{cases}$$

13) Вычислить определитель

а) $\begin{vmatrix} 2 & 3 & 0 & - & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 3 & - & 0 & 0 \\ - & - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & - & - \\ 0 & 0 & 0 & - & 2 & 3 \\ 3 & 0 & 0 & - & 0 & 2 \end{vmatrix}$ б) $\begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 3 & 4 & 1 \\ 3 & 4 & 1 & 2 \\ 4 & 1 & 2 & 3 \end{vmatrix}$

14) Вычислить определитель

а) $\begin{vmatrix} 3 & 4 & 4 & - & - & 4 \\ 4 & 3 & 4 & - & - & 4 \\ 4 & 4 & 3 & - & - & 4 \\ - & - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & - & - \\ 4 & 4 & 4 & - & - & 3 \end{vmatrix}$ б) $\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 4 & 9 & 16 \\ 1 & 8 & 27 & 64 \end{vmatrix}$

15) Найти общее решение и фундаментальную систему решений

$$\begin{cases} x_1 + x_2 - 3x_4 - x_5 = 0 \\ x_1 - x_2 + 2x_3 - x_4 = 0 \\ 4x_1 - 2x_2 + 6x_3 + 3x_4 - 4x_5 = 0 \\ 2x_1 + 4x_2 - 2x_3 + 4x_4 - 7x_5 = 0 \end{cases}$$

16) Вычислить $\sqrt[4]{\dfrac{(1-i)^4(-1+i\sqrt{3})^{12}}{i^{11}}}$

17) Найти обратную матрицу для

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 2 & 1 & 2 \\ 2 & 4 & 3 & 1 \\ 1 & 3 & 3 & 0 \\ 2 & 1 & 0 & 3 \end{pmatrix}.$$

18) Найти обратную матрицу для

$$A = \begin{pmatrix} 3 & -3 & 3 & -2 \\ -2 & 3 & -1 & 3 \\ 2 & -2 & 1 & -2 \\ -2 & 2 & -2 & 1 \end{pmatrix}$$

19) Найти общее решение и фундаментальную систему решений

$$\begin{cases} 7x_1 + x_2 + 5x_3 - x_4 - 4x_5 = 0 \\ x_1 + 6x_2 - 11x_3 + 3x_4 - x_5 = 0 \\ -x_1 + 3x_2 - 7x_3 + 2x_4 = 0 \\ -x_1 - 2x_2 + 3x_3 - x_4 + x_5 = 0 \end{cases}$$

20) Методом окаймляющих миноров найти ранг матрицы

$$\begin{bmatrix} 7 & 1 & 5 & -1 & -4 \\ 1 & 6 & -11 & 3 & -1 \\ -1 & 3 & -7 & 2 & 0 \\ -1 & -2 & 3 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

21) Разложить многочлен $f = x^5 - 1$ на неприводимые множители над C и над R.

22) Найти максимальную линейно независимую подсистему системы векторов

$$(7, 2, -9, 3, -19)$$

$$(2, 3, -5, 1, -8)$$

$$(3, 1, -4, 5, -12)$$

$$(-2, -1, 3, -2, 7)$$

23) Методом Штурма отделить корни многочлена $f = x^5 + 5x^4 + 10x^2 - 5x - 3$.

24) Найти значения многочлена $f = x^5 + 5x^4 + 10x^2 - 5x - 3$ и всех его производных в точке $x = -2$.

25) Найти общее решение и фундаментальную систему решений

$$\begin{cases} 2x_1 + 7x_2 + 4x_3 + 5x_4 + 8x_5 = 0 \\ 4x_1 + 4x_2 + 8x_3 + 5x_4 + 4x_5 = 0 \\ x_1 - 9x_2 - 3x_3 - 5x_4 - 14x_5 = 0 \\ 3x_1 + 5x_2 + 7x_3 + 5x_4 + 6x_5 = 0 \end{cases}$$

26) Решить уравнение $X \begin{pmatrix} 0 & 2 & -1 \\ 1 & 1 & -1 \\ -2 & -5 & 4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 2 \\ -2 & 1 & 0 \\ -1 & 2 & -1 \end{pmatrix}$.

Примерные задания для контрольных работ в семестре 2.

1. Найти матрицу перехода от базиса $v_1=(1, 1, 1)$, $v_2=(1, 1, 0)$, $v_3=(-1, 0, -1)$ к базису $u_1=(1, 2, 0)$, $u_2=(2, 2, 1)$, $u_3=(2, 1, 2)$.

2. Найти базисы суммы и пересечения линейных оболочек

систем векторов <(1,1,1,1),(-1,-2,0,1)> и <(-1,-1,1,0),(2,2,0,1)>.

3. Выяснить является преобразование пространства R^3 линейным и если да, то найти его матрицу в базисе $e_1 = (1,1,1), e_2 = (-1,1,1), e_3 = (1,2,3)$:

А) $\varphi(x_1, x_2, x_3) = (3x_1 - x_2, x_1 + x_3, x_2 - x_3)$.

Б) $\varphi(x_1, x_2, x_3) = (x_2, x_1 x_2, x_3)$.

4. Найти матрицу линейного оператора, переводящего векторы $v_1=(1, 0, 1)$,

$v_2=(0, 1, 1)$, $v_3=(1, 1, 0)$ в векторы $u_1=(4, 4, 5)$, $u_2=(5, 3, 4)$, $u_3=(3, 5, 3)$, соответственно.

5. Линейный оператор F задан в базисе { $v_1=(1, 1, 0)$, $v_2=(0, 1, 1)$, $v_3=(1,0, 1)$ }:
$F(a_1v_1+a_2v_2+a_3v_3)= 2a_1v_1+2a_2v_2-2a_3v_3$, где a_1, a_2, a_3 – координаты вектора в базисе $\{v_1,v_2, v_3\}$.

Найти матрицу оператора F в базисе $\{u_1, u_2, u_3\}$ и значение оператора F на векторе $u=u_1 +2u_2 +u_3$, где $u_1=(1, 1, 1)$, $u_2=(0, 1, 1)$, $u_3=(0, 0, 1)$.

6. Матрица оператора φ в базисе $a_1=(1, 1)$, $a_2=(1, 0)$ равна $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$,

матрица оператора ψ в базисе $b_1=(-1, -1)$, $b_2=(1, 2)$ равна $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$.

Найти матрицу оператора $\varphi + \psi$ в базисе $\{b_1, b_2\}$.

7. Найти базис ядра и образа оператора, заданного в стандартном базисе матрицей

$$\begin{pmatrix} 1 & 4 & 2 \\ 1 & 5 & 3 \\ -1 & 2 & 4 \end{pmatrix}.$$

8. Найти собственные значения и собственные векторы линейного оператора заданного матрицей $\begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 3 & 2 & 3 \\ -2 & 0 & 0 \end{pmatrix}$.

9. Является ли диагонализируемым линейный оператор над R, заданный в стандартном базисе матрицей $\begin{pmatrix} -1 & 3 & -1 \\ -3 & 5 & -1 \\ -3 & 3 & 1 \end{pmatrix}$.

10. Найти жорданову форму матрицы $\begin{pmatrix} -1 & 3 & -1 \\ -3 & 5 & -1 \\ -3 & 3 & 1 \end{pmatrix}$.

11. Найти нормальный вид в области вещественных чисел и невырожденное преобразование, приводящее к этому виду, для квадратичной формы

$$f = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + 4x_1x_2 + 4x_1x_3 + 4x_2x_3.$$

12. Найти канонический вид и ортогональное преобразование, приводящее f к каноническому виду (приведение к главным осям),

$f = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + 4x_1x_2 + 4x_1x_3 + 4x_2x_3$.

13. Процессом ортогонализации Грама-Шмидта построить ортонормированный базис линейной оболочки системы векторов $u_1 = (1,2,-1), u_2 = (0,3,-2), u_3 = (2,1,0)$.

14. Найти ортогональную проекцию и ортогональную составляющую

вектора x=(3,1,2) на линейное подпространство L, натянутое на векторы:

$v_1=(1, 2, -1)$, $v_2=(2, -2, 1)$.

Примерные задания для контрольных работ в семестре 3.

1. В циклической группе порядка 20 найти все элементы a, такие что $a^4 = e$ и все элементы порядка 4.

2. Найти классы сопряженных элементов в группе A_4.

3. Выяснить какие из перечисленных циклических групп $< a >$, порожденных элементом $a \in G$, изоморфны:

1) $G = \mathbb{C}^*$, $a = \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{\sqrt{2}} i$;

2) $G = \mathbb{C}^*$, $a = \cos\frac{4\pi}{5} + i \sin\frac{4\pi}{5}$;

3) $G = \mathbb{C}^*$, $a = -3\pi$;

4) $G = \mathbb{C}^*$, $a = 7 - i$;

5) $G = S_6$, $a = (1\ 3\ 6\ 2\ 5)$;

6) $G = \mathbb{Q}$, $a = -310$;

7) $G = \mathrm{GL_n}(\mathbb{C})$, $a = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$.

4. Найти все силовские 3-подгруппы в S_4.

5. Найти порядок элемента $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 10 \\ 2 & 3 & 1 & 5 & 6 & 7 & 4 & 10 & 9 & 8 \end{pmatrix}$ д S_{10}.

6. Определить является отображение $f : \mathbb{C}^* \to \mathbb{C}^*$ гомоморфизмом групп или нет, найти ядро и образ:

а) $f(z) = |\bar{z}|^2$;

в) $f(z) = -|z|$;

c) $f(z) = 1$;

d) $f(z) = 3$.

7. Доказать изоморфизм $\mathbb{C}^*/\mathbb{C}^+ \cong \mathrm{T}^1$.

8. Найти централизатор подстановки $(1\ 4\ 2)$ в S_4.

9. Выяснить является множество с операцией группой или нет.

10. В группе $GL_2(\mathrm{R})$ найти централизатор матрицы $\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$.

11. Найти все гомоморфные отображения $\mathrm{Z}_9 \to \mathrm{Z}_{36}$.

12. Доказать, что группа $G = \langle a, b \,||\, a^8, b^2a^2, b^{-1}aba \rangle$ конечна.

13. Доказать, что группу S_3 можно задать следующими образующими и соотношениями: $\langle a, b \,||\, a^2, b^3, a^{-1}bab^{-2} \rangle$.

14. Доказать, что группа порядка 115 является циклической.

15. Найти левые и правые смежные классы в S_3 по подгруппе $\left\langle \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 3 & 2 & 1 \end{pmatrix} \right\rangle$.

16. Пользуясь основной теоремой о конечных абелевых группах, найти все (с точностью до изоморфизма) абелевы группы порядка 40.

17. Изоморфны ли группы: $\mathrm{Z}_{12} \oplus \mathrm{Z}_{36}$ и $\mathrm{Z}_{18} \oplus \mathrm{Z}_{24}$?

18. Доказать, что любая группа порядка 63 разрешима.

19. Доказать, что не существует простых групп порядка 80.

20. Найти количество элементов заданного порядка в заданной группе.

21. Найти все орбиты и стабилизаторы группы G, порожденной подстановкой

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 10 \\ 4 & 3 & 5 & 1 & 2 & 9 & 6 & 10 & 7 & 8 \end{pmatrix} \text{д } S_{10}$$

и действующей на множестве $M = \{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10\}$.

22. Найти все подгруппы циклической группы порядка 36.

23. Найти нормальные подгруппы в S_4.

24. Найти порядок элемента $-\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}i$ д C^*.

25. Доказать изоморфизм $\mathrm{GL_n}(\square)/\mathrm{SL_n}(\square) \cong \square^*$.

Пример контрольной работы.

Вариант 1.

1. Вычислить A^{-1} с помощью элементарных преобразований матриц A и E, если

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 3 & -2 \\ -1 & 1 & 0 & -6 \\ 0 & -1 & -2 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 8 \end{pmatrix}$$

2. Найдите X, если $X \cdot \begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 2 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 3 \\ 4 & 3 & 2 \\ 1 & -2 & 5 \end{pmatrix}$

3. Найдите ранг системы векторов и какую-либо максимальную линейно независимую подсистему системы векторов
$v_1 = (2,1,-1,1,2), v_2 = (3,-2,2,-3,-4), v_3 = (5,1,-1,2,2), v_4 = (2,-1,1,-3,-2).$

4. Исследуйте совместность и найдите общее решение системы

$$\begin{cases} -x_1 - x_2 + 3x_3 + 2x_4 = 1 \\ -4x_1 + 8x_2 - 15x_3 + 7x_4 = -5 \\ 2x_1 - 2x_2 + 3x_3 - x_4 = 1 \\ 3x_1 + 3x_2 - 9x_3 + 6x_4 = -3 \end{cases}$$

5. Найдите общее решение и фундаментальную систему решений

$$\begin{cases} -x_1 - x_2 + 3x_3 + 2x_4 = x_5 \\ -4x_1 + 8x_2 - 15x_3 + 7x_4 = -5x_5 \\ 2x_1 - 2x_2 + 3x_3 - x_4 = x_5 \\ 3x_1 + 3x_2 - 9x_3 + 6x_4 = -3x_5 \end{cases}$$

Задачи на зачет и экзамен аналогичны задачам контрольных работ.

Вопросы к экзамену в 1 семестре.

1. Системы линейных уравнений. Эквивалентные системы, свойства. Теорема об элементарных преобразованиях.
2. Приведение системы к ступенчатому виду.
3. Теоремы о совместности и определенности систем линейных уравнений. Следствия.
4. Определители второго и третьего порядков. Вывод правила Крамера для систем из 2-х уравнений с двумя неизвестными.
5. Перестановки, транспозиции символов в перестановке. Теорема о расположении перестановок в ряд. Следствие.
6. Порядки, инверсии, четность перестановки. Теорема о перемене четности на противоположную при транспозиции. Следствие.
7. Подстановки. Четность подстановки. Произведение подстановок. Свойства произведения.
8. Транспозиции, свойства. Теорема о разложении подстановки в произведение транспозиций. Следствия.
9. Циклы, свойства. Разложение подстановки в произведение циклов. Теорема о декременте.
10. Определители и их свойства.
11. Миноры и алгебраические дополнения. Лемма о произведении минора на его алгебраическое дополнение.
12. Теорема Лапласа. Следствия.

13. Умножение элементов строки (столбца) на свои и чужие алгебраические дополнения.
14. Правило Крамера для системы из n уравнений с n неизвестными.
15. Линейные арифметические пространства. Линейная зависимость. Свойства линейной зависимости и независимости. Линейные оболочки. Подпространства.
16. Базисы, эквивалентные определения, стандартный базис в R^n. Лемма о линейно независимой системе, следствие.
17. Теорема о базисе. Размерность.
18. Ранг системы векторов. База системы векторов.
19. Ранг матрицы (горизонтальный, вертикальный, минорный). Теорема о равенстве рангов матрицы и матрицы, полученной из данной перестановкой строк (столбцов).
20. Теорема о равенстве горизонтального, вертикального и минорного рангов. Следствия.
21. Теорема Кронекера-Капелли.
22. Общий метод исследования совместности и решения системы линейных уравнений. Следствия для однородных систем.
23. Однородные системы уравнений. Свойства, теорема о фундаментальной системе решений.
24. Связь между решениями неоднородной и приведенной однородной системы.
25. Сложение и умножение матриц. Свойства сложения и умножения.
26. Определитель произведения матриц.
27. Ранг произведения матриц.
28. Обратная матрица. Определение, необходимое и достаточное условие существования.
29. Алгебраические операции. Теорема об обобщенной ассоциативности. Группы, кольца, поля.
30. Определение поля комплексных чисел. Алгебраическая форма. Свойства операции сопряжения.
31. Тригонометрическая форма комплексного числа. Умножение и деление комплексных чисел в тригонометрической форме. Свойства модуля.
32. Свойства степеней. Формула Муавра. Извлечение корня n-ой степени из комплексного числа.
33. Группа корней n-ой степени из единицы.
34. Первообразные корни.

35. Делимость целых чисел. Свойства.

36. НОД и НОК. Свойства. Алгоритм Евклида.

37. Взаимно простые числа. Свойства, критерий взаимной простоты.

38. Простые числа и их свойства. Решето Эратосфена. Теорема Евклида.

39. Основная теорема арифметики, следствия из нее.

40. Построение кольца многочленов. Степень многочлена, свойства степени. Теорема о целостности кольца многочленов.

41. Делимость в кольце многочленов. Теорема о делении с остатком. Схема Горнера.

42. НОД и НОК. Существование НОД. Алгоритм Евклида нахождения НОД.

43. Взаимно простые многочлены. Критерий взаимной простоты. Свойства.

44. Неприводимые многочлены.

45. Теорема о разложении многочлена в произведение неприводимых унитарных. Следствия.

46. Корни многочленов. Теорема Безу.

47. Кратность корня. Теорема о количестве корней многочлена. Следствия.

48. Производная многочлена. Критерий кратности корня α. Связь между кратностью корня многочлена и кратностью данного корня в производной.

49. Алгебраически замкнутое поле, разложение на неприводимые над алгебраически замкнутым полем. Основная теорема алгебры. Неприводимые многочлены над $\square$, разложение на неприводимые над $\square$.

50. Комплексно сопряженные корни многочлена $f \in \square[x]$.

51. Неприводимые многочлены над $\square$. Разложение на неприводимые над $\square$.

53. Локализация корней. Лемма о модуле старшего члена. Следствия. Системы Штурма. Теорема Штурма. Теорема о существовании системы Штурма

Вопросы к экзамену во 2 семестре.

1. Аксиомы векторного пространства. Следствия из аксиом. Примеры векторных пространств. Подпространства, примеры.

2. Линейная комбинация, линейная оболочка системы векторов. Линейная зависимость, свойства.

3. Эквивалентные определения базиса, примеры. Конечномерные, бесконечномерные пространства.

4. Лемма о линейно независимой системе. Теорема о количестве векторов в базисе, размерность.

5. Теорема о дополнении до базиса. Свойство бесконечномерных пространств.

6. Теорема о монотонности размерности.

7. Координаты вектора в базисе, матрица перехода, ее невырожденность, формула изменения координат при переходе к новому базису.

8. База системы векторов и ранг системы векторов.

9. Сумма и пересечение подпространств, линейная оболочка объединения.

10. Теорема о размерности суммы и пересечения подпространств.

11. Прямая сумма. Критерий прямой суммы.

12. Линейные отображения векторных пространств, свойства, примеры. Матрица линейного отображения в базисах. Матричная запись. Формула преобразования матрицы линейного отображения при замене базисов.

13. Матрица линейного оператора. Матричная запись. Координаты образа вектора. Формула преобразования матрицы линейного оператора при замене базиса.

14. Теорема о задании линейного отображения на базисе. Теорема о соответствии между линейными отображениями и матрицами.

15. Ядро и образ линейного отображения. Теорема о ранге и дефекте.

16. Инъективные линейные отображения.

17. Сумма линейных отображений, произведение на число, композиция. Их матрицы.

18. Обратное отображение, его матрица. Изоморфизм векторных пространств. Теорема об изоморфизме конечномерных векторных пространств.

19. Алгебра линейных операторов. Эквивалентные условия невырожденности.

20. След матрицы, след линейного оператора.

21. Инвариантные подпространства, собственные векторы. Собственные значения линейного оператора и корни характеристического многочлена. Инвариантность характеристического многочлена.

22. Теорема о линейной независимости собственных векторов.

23. Диагонализируемость линейного оператора.

24. -матрицы, элементарные преобразования лямбда - матриц, эквивалентные лямбда - матрицы, каноническая форма.
25. Приведение лямбда - матрицы к каноническому виду элементарными преобразованиями.

26. Теорема о единственности канонического вида. Следствия. Инвариантные множители.

27. Унимодулярные лямбда - матрицы. Свойства. Эквивалентность элементарных преобразований лямбда - матриц и умножения на элементарные матрицы.

28. Критерий эквивалентности лямбда - матриц.
29. Деление с остатком матричных многочленов.

30. Критерий подобия матриц.

31. Канонический вид характеристических матриц для жордановых клеток.

32. Канонический вид характеристических матриц для жордановых матриц. Критерий подобия жордановых матриц.

33. Приведение матрицы к жордановой нормальной форме. Критерий диагонализируемости.

34. Жорданова форма матриц 2-го и 3-го порядков.

35. Подстановка матрицы, оператора в многочлен, аннулирование многочлена, минимальный многочлен, примеры, свойство. Теорема о минимальном многочлене. Теорема Гамильтона-Кэли.

36. Билинейные формы. Однозначность определения на базисе. Матрица билинейной формы. Закон изменения матрицы при переходе к другому базису.

37. Симметрические, кососимметрические формы. Квадратичная форма, поляризация квадратичной формы, канонический вид.

38. Приведение квадратичной формы к каноническому виду методом Лагранжа.

39. Ранг квадратичной формы. Нормальный вид квадратичной формы над C. Теорема об эквивалентности квадратичных форм над C.

40. Закон инерции квадратичных форм над R.

41. Сигнатура. Теорема об эквивалентности квадратичных форм над R.

42. Метод Якоби.

43. Положительно определенные квадратичные формы. Эквивалентные определения. Критерий Сильвестра.

44. Евклидовы пространства, скалярное произведение, свойства. Длина вектора, неравенство Коши-Буняковского, следствия, угол между векторами.

45. Ортогональные системы векторов. Ортонормированный базис. Скалярное произведение в о.н.б. Матрица Грама.

46. Процесс ортогонализации Грама-Шмидта.

47. Существование о.н.б. Дополнение до о.н.б.

48. Ортогональное дополнение подпространства. Свойства.

49. Теорема об ортогональном дополнении, следствие. Ортогональные проекции, расстояния.

50. Изоморфизм евклидовых пространств.

51. Ортонормированные базисы и ортогональные матрицы.

52. Теорема о соответствии между линейными операторами и билинейными формами в евклидовом пространстве. Следствия.

53. Сопряженный оператор. Свойства. Матрица сопряженного оператора. Инвариантные подпространства относительно сопряженного.

54. Симметрические операторы и их свойства. Теорема об ортогональности собственных векторов симметрического оператора.

55. Теорема о спектре симметрического оператора.

56. Критерий симметрического оператора.

57. Теорема о диагонализируемости симметричной матрицы. Приведение квадратичной формы к главным осям.

58. Ортогональные операторы, их свойства, эквивалентные определения.

59. Матрица ортогонального оператора, свойства собственных чисел и собственных векторов ортогонального оператора.

60. Лемма о комплексном характеристическом корне ортогонального оператора, следствие.

61. Теорема об инвариантных подпространствах ортогонального оператора.

62. Теорема о каноническом виде ортогонального оператора.

63. Унитарные пространства.

64. Двойственное пространство. Однозначность определения линейной функции на базисе.

65. Теорема о двойственном базисе, следствие. Канонический изоморфизм в евклидовом пространстве.

66. Канонический изоморфизм между пространством и дважды сопряженным.

67. Матрица перехода в двойственных базисах. Законы изменения координат векторов и ковекторов в тензорных обозначениях.

68. Тензоры. Координаты тензора. Закон изменения координат тензора.

69. Операции над тензорами.

70. Разложимые тензоры. Базис в $T_p^q(V)$.

Вопросы к экзамену в 3 семестре.

1. Бинарная алгебраическая операция. Примеры. Теорема об обобщенной ассоциативности.

2. Определение группы, подгруппы. Эквивалентное определение подгруппы. Примеры.

3. Степени, свойства степеней. Порядок элемента. Свойства порядка.

4. Циклические группы. Теорема о порядке элемента и циклической подгруппы порожденной этим элементом. Следствия.

5. Теорема об изоморфизме циклических групп.

6. Теорема о подгруппах циклической группы.

7. Гомоморфизмы групп. Примеры. Свойства гомоморфизмов групп. Ядро, образ гомоморфизма. Изоморфизм групп.

8. Смежные классы по подгруппе (левые, правые). Примеры.

9. Индекс группы по подгруппе. Теорема Лагранжа, следствия.

10. Нормальные подгруппы. Факторгруппа. Каноническая проекция. Примеры.

11. Основная теорема о гомоморфизме. Следствие.

12. 1-ая теорема об изоморфизме.

13. Теорема о соответствии. Следствия.

14. Действие групп на множестве. Примеры. Эквивалентность определений действия групп на множестве.

15. Орбиты, стабилизаторы. Примеры. Сопряженность стабилизаторов элементов из одной орбиты.

16. Предложение о соответствии между элементами орбиты и множеством левых смежных классов по . Формула длины орбиты.

17. Формула разложения на орбиты. Формула классов.

18. Действие сопряжениями и левыми сдвигами. Теорема Кэли.

19. Центр группы. Примеры. Свойства. Теорема о центре p-группы.

20. Порядки элементов в абелевой группе. Лемма о показателе.

21. Теорема Коши. Силовские подгруппы. Теоремы Силова. Следствие.

22. Свойства коммутанта. Примеры.

23. Разрешимые группы. Примеры. Свойства разрешимых групп.

24. Теорема о разрешимости p-группы. Группа порядка p^2.

25. Внешнее, внутреннее прямое произведение. Теорема об эквивалентности определений внутреннего произведения групп.

26. Теорема о порядке произведения.

27. Следствие теоремы о порядке произведения. Теорема о разложимости циклической группы.

28. Теорема о разложении группы в прямую сумму силовских нормальных подгрупп.

29. Теорема о факторгруппе произведения.

30. Абелевы группы. Примарная подгруппа. Теорема о разложении в прямую сумму примарных подгрупп.

31. Лемма о представителе. Теорема о разложении примарной группы.

32. Теорема о единственности разложения примарной группы.

33. Элементарные делители примарной группы. Теорема об изоморфизме примарных групп. Число неизоморфных примарных групп порядка p^n.

34. Коэффициенты кручения. Основная теорема о конечных абелевых группах.

Пример экзаменационного билета.

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского
Институт ИТММ
Кафедра алгебры, геометрии и дискретной математики
Дисциплина Фундаментальная и компьютерная алгебра.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. Теоремы о совместности и определенности систем линейных уравнений. Следствия.
2. Делимость в кольце многочленов. Теорема о делении с остатком.
3. Задача.

Зав. кафедрой _____

Экзаменатор_____

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.
Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ от 13.02.2014.

http://www.unn.ru/site/images/docs/obrazov-org/Formi_stroki_kontrolya_13.02.2014.pdf

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Кострикин А. И. - Введение в алгебру. М.: Физматлит, 2004. (В библиотеке ННГУ более 50 экз.)

2. Курош А. Г. Курс высшей алгебры. – СПб.: Лань, 2003. (В библиотеке ННГУ более 100 экз.)

3. Проскуряков И. В. Сборник задач по линейной алгебре. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2010. (В библиотеке ННГУ более 40 экз.)

б) Дополнительная литература:

1. Ильин В. А., Ким Г. Д. - Линейная алгебра и аналитическая геометрия: учеб. для студентов ун-тов и техн. вузов, обучающихся по специальностям "Математика", "Прикладная математика и информатика". - М.: Проспект : Изд-во Моск. ун-та, 2012. - 400 с. (В библиотеке ННГУ более 40 экз.)

2. Беклемишева Л. А., Петрович А. Ю., Чубаров И. А. Сборник задач по аналитической геометрии и линейной алгебре. – М.: Физматлит, 2004. (В библиотеке ННГУ более 30 экз.)

3. Фаддеев Д. К., Соминский И. С. - Задачи по высшей алгебре: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по мат. специальностям. 2001, 2007, 2008 (В библиотеке ННГУ более 100 экз.)

в) Интернет-ресурсы

http://www.lib.unn.ru/
Университетская библиотека ONLINE http://www.biblioclub.ru
Библиотека "Лань" http://e.lanbook.com/

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Имеются в наличии учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет». Наличие рекомендованной литературы.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению 02.03.01 Математика и компьютерные науки.

Авторы: к.ф.-м.н., доц. _____ Чебочко Н.Г.

к.ф.-м.н., доц. _____ Муляр О.А.

Рецензент (ы) _____

Зав кафедрой, д.ф.м.н., проф. _____ Кузнецов М.И.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института Информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского от _____ г., протокол № _____.