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
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
(протокол от 16.06.2021 г. №8)

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Алгебра: кольца и модули

Уровень высшего образования
бакалавриат

Направление подготовки / специальность
01.03.01 Математика

Направленность образовательной программы
Общий профиль

Квалификация (степень)
бакалавр

Форма обучения
очная

Нижний Новгород
2018 год

1. **Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.** Дисциплина «Алгебра: кольца и модули» (Б1.В.ДВ.01.02) является дисциплиной по выбору в 5 семестре. Трудоемкость составляет 3 зачетных единицы. Предусмотрено проведение лекционных (16 ч.) занятий и практических (16 ч.) занятий.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) вариативная часть	Дисциплина Б1.В.ДВ.01.02 *Алгебра: кольца и модули* относится к вариативной части ОПОП направления подготовки *01.03.01. Математика*

2. Целями освоения дисциплины являются формирование у студентов общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций в соответствии с требованиями ФГОС по направлению подготовки 01.03.01. – Математика. Содержание дисциплины направлено на освоение фундаментальных понятий и результатов из теории алгебраических систем.

3. 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, линейной алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, дискретной математики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики, механики сплошной среды, теории управления и оптимизации в будущей профессиональной деятельности.	*З1 (ОПК-1)* **знание** основных понятий алгебры. *У1 (ОПК-1)* **умение** решать основные алгебраические задачи. *В1 (ОПК-1)* **владение** основными вычислительными алгоритмами алгебры.

Базовый этап	
ПК-3 способность строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата Базовый этап.	*З1 (ПК-3)* **знание** основов 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
ПК-4 способность публично представлять собственные и известные научные результаты	У1 (ПК-4) Уметь публично представлять собственные и известные научные результаты З1 (ПК-4) Знать методы публичного представления собственных и известных научных результатов В1 (ПК-4) Владеть опытом публичного представления собственных и известных научных результатов

В рамках дисциплин (модулей), формирующих ОПК и ПК, практические занятия (семинарские занятия /лабораторные работы) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

3. Структура и содержание дисциплины (модуля) «Алгебра: кольца и модули»

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 ч., из которых 34 ч. составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (16 часов занятия лекционного типа, 16 часов занятия практического типа, 2 часа промежуточной аттестации), 74 ч. составляет самостоятельная работа обучающегося (в т.ч. 36 часов подготовки к экзамену)

Содержание дисциплины (модуля) (структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

№ 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 типа	*Занятия семинарского типа*	*Занятия лабораторного типа*		*Всего*	

			Очная	*Очная*	*Очная*	*Очная*		*Очная*	
1.	**Кольца.** Основные понятия. Идеалы, факторкольца, теоремы о гомоморфизмах. Простые и максимальные идеалы. Нильрадикал и радикал Джекобсона. Операции над идеалами. Факториальные кольца.	5	38	6	6			12	26
2.	**Поля.** Простое подполе, характеристика поля. Расширения полей, степень расширения. Алгебраические элементы, алгебраические расширения. Минимальный многочлен. Присоединение корня многочлена к полю. Поле разложения многочлена. Конечные поля.	5	29	4	4			8	21
3.	**Модули**. Определение и примеры модулей. Подмодуль, фактормодуль, гомоморфизм модулей. Основные теоремы о гомоморфизмах модулей. Прямые произведения и прямые суммы модулей. Точные последовательности модулей и гомоморфизмов. Свободный модуль. Конечнопорожденные модули. Лемма Накаямы. Модули частных. Тензорное произведение модулей.	5	39	6	6			12	27
	В т.ч. текущий контроль		2						
	Промежуточная аттестация: экзамен								

4. Образовательные технологии.

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

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.

Выполнение домашних практических заданий с последующей проверкой и обсуждением.
Образовательный материал для самостоятельной работы студента:

1. Литература из п. 7

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

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.
Карты компетенций приводятся в Приложении к ООП

Индикаторы компетенции	ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ОПК-1, ПК-3, ПК-4						
	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 активности и мотивации	Учебная активность и мотивация слабо выражены, готовность решать поставленные задачи качественно отсутствуют	Учебная активность и мотивация низкие, слабо выражены, стремление решать задачи качественно	Учебная активность и мотивация проявляются на среднем уровне, демонстрируется готовность выполнять поставленные задачи на среднем уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на уровне выше среднего, демонстрируется готовность выполнять большинство поставленных задач на высоком уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять все поставленные задачи на высоком уровне качества	Учебная активность и 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	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.

				профессиональным задачам.			
Уровень сформированности компетенций	Нулевой	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий	Очень высокий

6.2. Описание шкал оценивания

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».

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

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:

- экзамен;
- устные ответы на вопросы на лекциях.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и навыков используются следующие процедуры и технологии:

- 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.

Вопросы к экзамену.

1. Определение и общие свойства колец, идеалов кольца.
2. Факторкольцо. Факторкольцо P[x]/(f(x)).
3. Делители нуля. Целостные кольца. Примеры. Целостность Z/pZ, P[x]/(f(x)). Кольца главных идеалов. Примеры.
4. Делимость в целостных кольцах, неразложимые и простые элементы, нод в кольцах.
5. Факториальные кольца, евклидовы кольца, примеры, евклидовость кольца целых гауссовых чисел, алгоритм Евклида, взаимно простые элементы, свойства.
6. Критерий факториальности. Включение множества евклидовых колец в множество колец главных идеалов и включение множества колец главных идеалов в множество факториальных колец.
7. Теоремы о гомоморфизмах. Теорема о соответствии.
8. Простые и максимальные идеалы.
9. Нильрадикал и радикал Джекобсона.
10. Модули. Операции над подмодулями. Общие определения и теоремы
11. Простые модули. Лемма Шура.
12. Конечнопорожденные модули. Лемма Накаямы.
13. Поле, подполе, характеристика поля. Теорема о конечной подгруппе мультипликативной группы поля. Теорема о простом подполе. Характеристика поля.
14. Расширения полей, степень расширения. Теорема о башне.
15. Наименьшее подкольцо и поле, содержащие поле P и элемент α. Алгебраические элементы, алгебраические расширения. Минимальный многочлен, свойства.
16. Теорема о наименьшем подполе расширения поля P, содержащем P и корень многочлена. Поле алгебраических чисел.
17. Присоединение корня многочлена к полю. Поле разложения многочлена.
18. Конечные поля.

Типовые задачи к экзамену.

1. Какие из следующих числовых множеств образуют кольцо относительно обычных операций сложения и умножения:

а) $\square$ б) $n\square(n>1)$; в) $\square^{+}=\{n\in\square \mid n>0\}$; г) $\square$ д) $\{x+y\sqrt{2} \mid x,y\in\square\}$; е) $\{x+y\sqrt[3]{2} \mid x,y\in\square\}$; ж) $\square[i]=\{x+yi\in\square \mid x,y\in\square\}$.

2. Какие из указанных множеств матриц образуют кольцо относительного матричного сложения и умножения:

а) множество вещественных симметрических матриц порядка n;

б) множество ортогональных матриц порядка n;

в) множество верхних треугольных матриц порядка n;

г) множество матриц порядка $n \geq 2$, у которых две последние строки нулевые;

д) $\left\{ \begin{pmatrix} x & y \\ ny & x \end{pmatrix} | x, y \in \mathbb{Z} \right\}$, n - фиксированное целое число;

е) $\left\{ \begin{pmatrix} x & y \\ -\bar{y} & \bar{x} \end{pmatrix} | x, y \in \mathbb{C} \right\}$.

3. Будут ли следующие множества подкольцами или идеалами указанных ниже колец:

а) множество $n\mathbb{Z}\ (n>1)$ в кольце $\mathbb{Z}$; б) множество $\mathbb{Z}$ в кольце $\mathbb{Z}[x]$; в) множество $\mathbb{Z}$ в кольце $\mathbb{C}$; г) множество $\mathbb{Z}$ в кольце $\mathbb{Z}[i]$ из задачи 1; д) $\{x(1+i) | x \in \mathbb{Z}[i]\}$ в кольце $\mathbb{Z}[i]$; е) множество $\mathbb{Z}[x]$ в кольце $\mathbb{Z}[x]$; ж) $\{a_0 + a_1 x + \ldots a_n x^n \in \mathbb{Z}[x] | n \in \mathbb{N}, a_0 - \text{четное}\}$ в кольце $\mathbb{Z}[x]$.

4. Доказать, что класс вычетов числа k в $\mathbb{Z}_n$ обратим тогда и только тогда, когда k и n взаимно просты.

5. Образуют ли идеал необратимые элементы колец: а) $\mathbb{Z}_{16}$; б) $\mathbb{Z}_{24}$?

6. Найти все идеалы колец а) $\mathbb{Z}_6$; б) $\mathbb{Z}_{32}$.

7. Доказать, что отображение $\Phi : C(\mathbb{R}) \to \mathbb{R}$, $\Phi(f) = f(a)$, где a фиксированное вещественное число, является гомоморфизмом кольца вещественных функций, определенных на $\mathbb{R}$, на поле $\mathbb{R}$.

8. Найти все гомоморфизмы колец: а) $\mathbb{Z} \to 2\mathbb{Z}$ б) $2\mathbb{Z} \to 2\mathbb{Z}$ в) $2\mathbb{Z} \to 3\mathbb{Z}$ г) $\mathbb{Z} \to M_2\mathbb{Z}$

9. Доказать, что факторкольца $\mathbb{Z}[x]/(x^2-2)$ и $\mathbb{Z}[x]/(x^2-3)$ не изоморфны.

10. Доказать, что факторкольцо а) $\mathbb{Z}[i]/(2)$ не является полем; б) $\mathbb{Z}[i]/(3)-$ поле из 9 элементов.

11. Доказать, что $2, -2, 2i, -2i, 13, -13, 13i, -13i$ разложимы в кольце $Z[i]$.
Доказать, что $3, -3, 3i, -3i$ неразложимы в кольце $Z[i]$.

12. Доказать, что если a неразложим, то и любой ассоциированный с ним элемент неразложим.

13. Какие из следующих чисел разложимы в кольце $Z[i]$:
$5, 7, 2+i, 1+2i, 1+3i, 1-3i, 3+i, 3-i$?

14. Найти все нетривиальные делители 6 в кольце $Z[\sqrt{5}\, i]$.

15. Доказать, что 2 и $1+i\sqrt{5}$ взаимно просты в кольце $Z[\sqrt{5}\, i]$.

16. Доказать, что 6 и $2+i2\sqrt{5}$ не имеют нод в кольце $Z[\sqrt{5}\, i]$.

17. Доказать, что в кольце $M_n(\mathbb{Z})$ подмножество $M_n(2\mathbb{Z})$ является идеалом;

18. Доказать, что коммутативное кольцо с $1 \neq 0$, не имеющее идеалов, отличных от нуля и всего кольца, является полем.

19. Доказать, что (x) является простым и не является максимальным идеалом в кольце

многочленов $P[x,y]$ над полем P.

20. Найти минимальный многочлен

$-2i$ над $\square$

$i\sqrt{2}$ над $\square$

$i\sqrt{2}$ над $\square$

$-\frac{1}{2}+i\frac{\sqrt{3}}{2}$ над $\square$

$\sqrt[4]{2}$ над $\square$

$\sqrt[4]{2}$ над $\square(\sqrt{2})$

$1+\sqrt[3]{2}+\sqrt[3]{4}$ над $\square$

$\sqrt[3]{2}+\sqrt{3}$ над $\square$

$3-2i$ над $\square$

21. Найти степень расширения

$\square \subset \square\left(\sqrt{2}\right)$

$\square \subset \square\left(\sqrt[5]{2}\right)$

$\square \subset \square\left(\sqrt{2},\sqrt{3}\right)$.

Минимальный набор фактов с доказательствами.

1. Если I - идеал кольца A, то умножение $\overline{x}\cdot\overline{y}=\overline{xy}$ в факторгруппе A/I задано корректно и наделяет A/I структурой кольца.
2. Каноническая проекция является сюръективным гомоморфизмом колец, найти ядро канонической проекции.
3. Нильпотент является делителем нуля, единица (обратимый элемент кольца) не является делителем нуля.
4. Множество обратимых элементов кольца является группой.
5. Доказать, что $(x)=\{ax \mid a\in A\}$ является идеалом в кольце A.
6. Доказать, что идеал, содержащий обратимый элемент, совпадает со всем кольцом. Поле не имеет идеалов, отличных от 0 и (1).
7. Если $\{I_\alpha\}$ - цепь идеалов в A, то $\bigcup I_\alpha$ - идеал в A.
8. Доказать, что множество всех нильпотентов кольца является идеалом.
9. Доказать, что сумма, произведение и пересечение идеалов является идеалом.
10. Доказать, что все идеалы кольца целых чисел имеют вид $I=m\mathbb{Z}$ для некоторого целого m.

11. Пусть $K = \mathrm{Z}$, $I = m\mathrm{Z}$, $J = n\mathrm{Z}$. Найти IJ, $I \cap J$, $I + J$.
12. Доказать, что ядро гомоморфизма колец $\varphi : R \to R'$ является двусторонним идеалом в R, а образ гомоморфизма φ является подкольцом в R'.
13. Доказать, что гомоморфизм колец $f : R \to R'$ является изоморфизмом тогда и только тогда, когда $Kerf = \{0\}$ и $Imf = R'$.
14. Доказать, что коммутативное кольцо с 1 K является целостным тогда и только тогда, когда в K выполнен закон сокращения: $ab = ac, a \neq 0 \to b = c$ для любых a, b, c д K.
15. Если N - подмодуль в M, то каноническая проекция $p : M \to M / N$ является гомоморфизмом модулей.
16. Доказать, что характеристика поля является простым числом.
17. Доказать, что $P(\alpha_1)(\alpha_2) = P(\alpha_1, \alpha_2)$
18. Если $P \subset F$ конечное расширение полей, то $P \subset F$ алгебраическое расширение.
19. α д F - алгебраический элемент над P тогда и только тогда, когда $[P(\alpha) : P]$ конечна.
20. Доказать, что конечное поле состоит из p^n элементов для простого p.

Пример экзаменационного билета.

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского
Институт ИТММ
Кафедра алгебры, геометрии и дискретной математики
Дисциплина Алгебра: кольца и модули

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Определение и общие свойства колец, идеалов кольца.
2. Модули. Операции над подмодулями. Общие определения и теоремы.
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, 2000, 2001, 2004. (В библиотеке ННГУ более 40 экз.)

2. Атья М., Макдональд И. Введение в коммутативную алгебру. М.: Мир, 1972 (Ресурс открытого доступа Электронная физико-математическая библиотека EqWorld , http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/AtjaMakdonald1972ru.djvu)

3. Кузнецов М.И., Тюрин С.А., Алгебраические системы, Учебно-методическое пособие. 2014 ФЭОР, регистрационный номер 13.98.06, режим доступа http://www.unn.ru/books/met_files/MRAZ.PS

б) Дополнительная литература:

1. Зарисский О., Самюэль П. Коммутативная алгебра, том 1. М.: ИЛ, 1963 (Ресурс открытого доступа Электронная физико-математическая библиотека EqWorld , http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/ZarisskiSamyuel_t1_1963ru.djvu)

2. Зарисский О., Самюэль П. Коммутативная алгебра, том 2. М.: ИЛ, 1963 (Ресурс открытого доступа Электронная физико-математическая библиотека EqWorld , http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/ZarisskiSamyuel_t2_1963ru.djvu)

3. Джекобсон Н. Строение колец. М.: ИЛ, 1961(Ресурс открытого доступа Электронная физико-математическая библиотека EqWorld , http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/algebra.htm)

в) Интернет-ресурсы

http://www.lib.unn.ru/ Библиотека "Лань" http://e.lanbook.com/

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Имеются в наличии учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет».

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ОПОП ВО по направлению 01.03.01 Математика.

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

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 № _____.