

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Смоленский государственный университет»

Кафедра математического анализа

«Утверждаю»

Проректор по учебной работе

Ю. А. Устименко

«23» июня 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.О.33 ТЕОРИЯ ЧИСЕЛ**

Направление подготовки **44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)**

Направленность (профиль): **Математика, информатика**

Форма обучения: очная

Курс – 4

Семестр – 7

Форма обучения – очная

Всего зачетных единиц – 3, часов - 108

Форма отчетности: зачет – 7 семестр

Программу разработал

кандидат физико-математических наук, доцент С.А. Гомонов

Одобрена на заседании кафедры

«16» июня 2022 г.

Заведующий кафедрой

К.М. Расулов

Смоленск  
2022

### 1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина Б1.О.33 «Теория чисел» входит в вариативную часть программы бакалавриата по направлению 44.03.05 Педагогическое образование (профиль Математика, информатика). Она изучается в седьмом семестре и является одной из основных дисциплин, т.к., в основном, завершает значительную часть курса высшей алгебры.

При изучении данной дисциплины необходимы компетенции студентов, сформированные при изучении таких дисциплин, как: «Дискретная математика», «Алгебра» и «Математический анализ»,

Изучение курса основано на традиционных методах высшей школы, а также тесной взаимосвязи со смежными курсами.

**Актуальность курса.** Курс теории чисел продолжает и завершает значительную часть курса алгебры и отличается высокой абстрактностью понятий и методов, его составляющих. Целый ряд его разделов имеет весьма важный прикладной характер (например, в теории кодирования). Курс теории чисел имеет тесную связь со школьным курсом математики и потому весьма важен для подготовки специалистов высокого уровня для работы в школе.

**Особенности курса.** Курс теории чисел изучается в течении одного семестра, имеет тесную связь со школьным курсом математики и весьма часто бывает представлен типичными своими задачами на школьных и студенческих олимпиадах по математике.

### 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
<b>ОПК-8</b> Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний	<b>Знать:</b> объект, предмет, основные категории, принципы, закономерности, структуру педагогической науки; сущность, структуру, динамику целостного педагогического процесса; состояние и тенденции развития отечественных и международных педагогических и психологических исследований; методологию педагогического исследования; особенности, логику, закономерности, формы, методы и средства процесса обучения и воспитания; основы психологии личности, основные теоретические подходы к пониманию феномена личности; познавательные процессы, их свойства, закономерности и роль в интеллектуальной и творческой деятельности; общетеоретические основы методики преподавания предмета в объеме, необходимом для осуществления педагогической деятельности; строение и функции организма, основные закономерности развития человека; общие закономерности и возрастные особенности функционирования основных систем организма учащихся; гигиенические требования к организации образовательного процесса и гигиену учебного процесса; инструментальные средства информационных технологий. <b>Уметь:</b> применять теоретические знания в решении педагогических задач; планировать, проектировать и осуществлять педаго-

	<p>гический процесс в различных типах образовательных учреждений; определять структуру и методологию проведения педагогического исследования; адекватно целям выстраивать учебный и воспитательный процесс, выбирая соответствующие формы, методы и средства его осуществления; использовать в педагогической деятельности и межличностном взаимодействии современные достижения психологической науки; учитывать возрастные физиологические особенности учащихся в педагогическом процессе; использовать информационные технологии для решения профессиональных задач.</p> <p><b>Владеть:</b> категориальным аппаратом педагогической науки; навыками решения педагогических задач; способами планирования и осуществления образовательного процесса; способами проведения педагогического эксперимента; формами и методами осуществления учебной и воспитательной работы; приемами и методами психодиагностики личности, изучения особенностей профессиональной деятельности; навыками организации педагогической деятельности с позиций сохранения здоровья; методами профилактики нарушений физического развития и повышения адаптационных резервов организма; методами оказания первой доврачебной помощи; методами применения информационно-коммуникационных технологий в образовательном процессе.</p>
<p><b>ПК-5.</b> Способен использовать научные знания в предметной области (математика) в процессе формирования предметной компетенции обучающихся в рамках реализации основной общеобразовательной программы</p>	<p><b>Знать:</b> современное состояние и перспективы развития математики как учебной дисциплины, направления развития школьного математического образования, теоретические основы обучения математике, принципы построения методической системы обучения математике, основные линии школьного курса математики, их структуру, содержание и роль, этапы формирования математических понятий, методические подходы к изучению основных тем школьного курса математики;</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать и интерпретировать содержание математических понятий, теорем, задач, разрабатывать фрагменты уроков, организовывать образовательный процесс обучения математике, конструировать методику введения понятий, изучения теорем, решения задач;</p> <p><b>Владеть:</b> основными приемами организа-</p>

	ции деятельности школьников по изучению математики, навыками разработки методики изучения частных вопросов обучения математике, исследовательскими методами в профессиональной деятельности.
<b>ПК-7.</b> Способен математически корректно ставить естественнонаучные задачи и классические задачи математики, строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата	<b>Знать:</b> базовые принципы постановки естественнонаучных задач и классических задач математики, определения основных понятий и доказательства теорем по основным разделам математики; <b>Уметь:</b> решать основные типы математических задач, доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть его следствия; <b>Владеть:</b> первичными навыками применения математического аппарата к решению конкретных задач из различных областей прикладной математики и информатики.

### 3.Содержание дисциплины

1. **Делимость в кольце целых чисел и её свойства.** Деление с остатком и его свойства. Применение свойств отношения делимости к решению задач. НОД и НОК, их свойства и применение.
2. **Деление с остатком в кольце  $\mathbf{Z}$  и его свойства.** Основная теорема о делении с остатком в  $\mathbf{Z}$ . Применение свойств деления с остатком к решению задач, полная индукция по остаткам. Линейные диофантовы уравнения и методы их решения.
3. **Простые числа и их свойства.** Основная теорема арифметики о факториальности кольца  $\mathbf{Z}$ . Канонические разложения целых чисел. Неравенство Чебышева. Асимптотический закон распределения простых чисел. Теорема Евклида. Теорема Дирихле. Результаты Матиясевича и др.
4. **Теория сравнений. Числовые сравнения и их свойства.** Применение свойств числовых сравнений к решению задач. Полная индукция по остаткам. Примеры.
5. **Кольцо и поле классов вычетов.** Критерий превращения кольца  $\mathbf{Z}_m$  в поле. Системы вычетов, их свойства и применение.
6. **Теоремы Эйлера и Ферма.** Доказательство этих теорем и использование при решении задач. Функция Эйлера  $\varphi(m)$  и ее свойства
7. **Сравнения и системы сравнений с неизвестной величиной.** Алгебраические сравнения от одной неизвестной. Понятие решения и его свойства. Перебор полной системы вычетов.
8. **Сравнения первой степени.** Критерий разрешимости. Методы поиска решений сравнения первой степени от одного переменного.
9. **Сравнения по простому модулю.** Сравнения по степени простого числа. Редукция сравнения по составному модулю к сравнениям по степени простого числа и, наконец, к сравнениям по простым модулям.
10. **Показатели чисел и классов чисел по данному модулю.** Свойства показателя принадлежности и методы вычисления. Число классов с заданным показателем.
11. **Первообразны корни по простому модулю. Индексы и антииндексы.** Критерий существования первообразных корней по данному модулю. Индексы чисел и классов чисел по данному модулю и их свойства. Антииндексы. Индексирования и потенцирование. Таблицы индексов и антииндексов.
12. **Двучленные сравнения по простому модулю** и методы их решения.

13. **Квадратичные вычеты и квадратичные невычеты.** Их свойства. Алгоритм решения алгебраического сравнения второй степени по простому модулю. Символ Лежандра и Якоби и их свойства и применения.
14. **Арифметические приложения теории сравнений.** Показатель принадлежности и его применение в арифметике.
15. **Цепные дроби.** Разложение рационального числа в цепную дробь. Свойства цепных дробей и их применение к решению задач. Подходящие дроби, их свойства и применение.
16. **Представления действительных чисел бесконечными цепными дробями.** Квадратичные иррациональности и их разложение в бесконечные периодические дроби. Теорема Лежандра.
17. **Приближения действительных чисел подходящими дробями.** Квадратичные иррациональности. Результаты Эйлера.
18. **Теорема Дирихле** и её применение к представлению простого числа  $P \equiv 1(\text{mod } 4)$  в виде суммы двух квадратов. Характеры, их свойства и применения.
19. **Алгебраические и трансцендентные числа.** Теорема Лиувилля и её применение.

#### 4. Тематический план

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий			
			лекции	практические занятия	лабораторные занятия	самостоятельная работа
1	Делимость в кольце целых чисел и её свойства.	6	2	2	–	2
2	Деление с остатком и его свойства в кольце $\mathbf{Z}$ .	10	4	4	–	2
3	Простые числа и их свойства. Основная теорема арифметики. Неравенство Чебышёва для $\Pi(x)$ .	6	2	2	–	2
4	Теория сравнений. Числовые сравнения и их свойства. НОД и НОК	12	4	4	–	4
5	Кольцо и поле классов вычетов.	6	2	2	–	2
6	Теоремы Эйлера и Ферма.	6	2	2	–	2
7	Сравнения и системы сравнений с неизвестной величиной.	6	2	2	–	2
8	Сравнения первой степени.	4	–	2	–	2
9	Сравнения по простому модулю. Сравнения по степени простого числа.	2	–	–	–	2
10	Показатели чисел и классов чисел по данному модулю.	6	2	2	–	2
11	Первообразные корни по простому модулю. Индексы и антииндексы.	6	2	2	–	2
12	Двучленные сравнения по простому модулю.	8	–	4	–	4
13	Квадратичные вычеты и невычеты.	6	2	2	–	2

14	Арифметические приложения теории сравнений.	4	2	–	–	2
15	Цепные дроби.	8	2	2	–	4
16	Представления действительных чисел цепными дробями.	4	2	–	–	2
17	Приближения действительных чисел подходящими дробями.	2	–	–	–	2
18	Теорема Дирихле и её применение.	2	–	–	–	2
19	Алгебраические и трансцендентные числа.	4	2	–	–	2
<b>ИТОГО</b>		<b>108</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>–</b>	<b>44</b>

## 5. Виды учебной деятельности

### Лекции

**Лекция 1-2.** Введение, деление, делимость и деление с остатком в кольце целых чисел и их свойства. Основная теорема о делении с остатком в  $\mathbb{Z}$ . Свойства остатков.

**Лекция 3-4.** Понятия простого и составного числа. Свойства простых чисел. Теорема Евклида о простых числах, теорема об интервалах. Признаки делимости НОД и НОК и их свойства.

**Лекция 5.** Основная теорема арифметики. Канонические разложения и их применения. Результаты о распределении простых чисел.

**Лекция 6.** Числовые сравнения, их свойства и применение.

**Лекция 7.** Кольцо и поле классов вычетов. Теоремы Ферма и Эйлера.

**Лекция 8-10.** Сравнение и системы сравнений с неизвестной величиной. Сравнение первой степени. Сравнение по простому модулю и по степени простого числа.

**Лекция 11-12.** Показатель числа и класса чисел и его свойства. Первообразные корни по простому модулю и их свойства. Индексы и их антииндексы.

**Лекция 13.** Двучленные сравнения по простому модулю и методы их решения. Квадратичные вычеты и невычеты. Символ Лежандра, его свойства и применение.

**Лекция 14-15.** Цепные дроби, их свойства и применение. Приближение действительных чисел подходящими дробями.

**Лекция 16.** Представление действительных чисел цепными дробями. Алгебраические и трансцендентные числа. Теорема Лиувилля.

### Практические занятия

Номера задач указываются по неопубликованному сборнику задач по теории чисел, составленному автором данной программы и предоставляемому студентам в начале семестра (всего в сборнике около 200 задач).

**Практическое занятие № 1 - 2.** *Делимость и деления с остатком в кольце  $\mathbb{Z}$  и их свойства.*

Решение задач №1-17.

**Практическое занятие №3-4.** *Метод математической индукции и его модификации. Полная индукция по остаткам.*

Решение задач №18 - 31.

**Практическое занятие №5.** *Простые и составные числа и их свойства. Основная теорема арифметики. Канонические разложения и их применение.*

Решение задач №32 - 43.

**Практическое занятие №6-7.** *НДО и НОК целых чисел и их свойства.*

Решение задач №44 - 58.

**Практическое занятие №8.** *Числовые сравнения, их свойства и применение. Признаки равноостаточности и делимости систематических чисел.*

Решение задач №59 – 80.

**Практическое занятие № 9-10.** *Кольцо и поле классов вычетов. Малая теорема Ферма и теорема Эйлера. Решение алгебраических сравнений. Сравнения первой степени.*

Решение задач №81-100.

**Практическое занятие №11-12.** *Показатель числа и класса чисел и его свойства. Применение показателя в арифметике. Первообразные корни и их свойства. Индексы и антииндексы.*

Решение задач №101-130.

**Практическое занятие №13-14.** *Двулученные сравнения по простому модулю и методы их решения. Таблицы индексов и антииндексов.*

Решение задачи №130-140.

**Практическое занятие №15.** *Сравнения второй степени по простому модулю и методы их решения. Символ Лежандра, его свойства и применение.*

Решение задач №140-152.

**Практическое занятие №16.** *Цепные дроби, их свойства и применение.*

Решение задач №152-160.

**Лабораторные работы**

Не предусмотрены.

**Самостоятельная работа**

Текущая самостоятельная работа студента направлена на углубление и закрепление знаний студентов и развитии практических умений. Она заключается в работе с лекционными материалами, поиске и обзоре литературы и электронных источников, информации по заданным темам курса, опережающей самостоятельной работе, в изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку, подготовке к практическим занятиям.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов состоит в:

- проработке лекционного материала, составлении конспекта лекций по темам, вынесенным на самостоятельное изучение;

- выполнении домашних заданий.

## 6. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы

Методические рекомендации по решению задач по основным темам курса предлагаются на практических занятиях.

### ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

#### Теоретические вопросы

Теоретические вопросы по основным темам курса предложены к каждому практическому занятию.

#### Задачи и упражнения

Задачи и упражнения по основным темам курса предложены к каждому практическому занятию.

#### Контрольная работа

##### *Образец контрольной работы*

1. Распределите классы чисел по показателям по модулю:

а) 12; б) 13.

2. Найдите все первообразные корни по модулю 19.

3. Решите сравнение, используя метод индексирования  $2x^6 \equiv 5 \pmod{31}$ .

4. Разложите в конечную цепную дробь рациональное число  $\frac{61}{203}$  и найдите все подходящие к ней дроби.

#### Критерии оценивания контрольной работы

1. Нормы оценивания работы

№ п/п	Структурная часть контрольной работы	Количество баллов (*)
1	Правильно реализован каждый метод решения	1 балл
2	Анализ результатов	2 балла

(\*) Возможна градация в 0,25 балла.

2. Шкала оценивания работы:

п/п	Оценка	Количество баллов
1	Отлично	4,75-5
2	Хорошо	3,75-4,5
3	Удовлетворительно	3-3,5
4	Неудовлетворительно	менее 3

#### Критерий получения зачета

Зачет выставляется по результатам работы студента в течение семестра согласно Положению о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Смоленский государственный университет» (утверждено приказом ректора от 24 апреля 2014 г. №01-36).

Для получения зачета студент должен:

- уметь отвечать на теоретические вопросы из прилагаемого списка;
- уметь решать задачи, предложенные на практических занятиях.

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Список основной литературы

1. Виноградов, И. М. Основы теории чисел / И. М. Виноградов. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 102 с. — (Серия : Антология мысли). — ISBN 978-5-534-06155-0. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/5D591428-8A30-4A06-9AB0-40842D280D69](http://www.biblio-online.ru/book/5D591428-8A30-4A06-9AB0-40842D280D69).
2. Ларин, С. В. Алгебра и теория чисел. Группы, кольца и поля : учебное пособие для академического бакалавриата / С. В. Ларин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 160 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05567-2. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/1AC57977-39C6-49FE-B4C4-7A5EF9A647DB](http://www.biblio-online.ru/book/1AC57977-39C6-49FE-B4C4-7A5EF9A647DB).
3. Чебышёв, П. Л. Теория чисел. Теория вероятностей. Теория механизмов / П. Л. Чебышёв. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 457 с. — (Серия : Антология мысли). — ISBN 978-5-534-05214-5. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/7397539A-1B86-4BB4-880A-B1B81848A26B](http://www.biblio-online.ru/book/7397539A-1B86-4BB4-880A-B1B81848A26B).

### 7.2 Список дополнительной литературы

1. Айерлэнд К., Роузен М. Классическое введение в современную теорию чисел. М., Мир, 1987.
2. Алгебра и теория чисел. Учебное пособие для студентов-заочников 2 курса ф.-м.ф-тов пединститутов. Под ред Н.Я.Виленкина. М., Просвещение, 1984.
3. Александров В.А., Горшенин С.М. Задачник-практикум по теории чисел. М., Просвещение, 1972.
4. Борович З.И., Шафаревич И.Р. Теория чисел. Наука, 1972.
5. Босс В. Лекции по математике. Т.14: Теория чисел. М., Либроком, 2010.
4. Босс В. Лекции по математике. Т.6: От Диофанта до Тьюринга, Ком Кинга, 2010.
5. Бухштаб А.А. Теория чисел. М., Просвещение, 1966.
5. Кочева А.А. Задачник-практикум по алгебре и теории чисел. Часть 3. Учебное пособие для студентов-заочников 2 курса физ.-мат.ф-тов пединститутов, М., Просвещение, 1984.
6. Кудреватов Г.А. Сборник задач по теории чисел, М., Просвещение, 1970.
7. Нестеренко Ю.В. Теория чисел. М., «Академия», 2008.
8. Сизый С.В. Лекции по теории чисел. Учебное пособие. М., Физматлит, 2006.
6. Чандрасекхаран К. Арифметические функции. Наука, 1975.
7. Шнеперман Л.Б. Курс алгебры и теории чисел в задачах и упражнениях. Ч.1,2. Учебное пособие для физ.-мат.ф-тов пединститутов.- Минск, Высшая школа, 1986-1987.

### 7.3 .Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет

1. Электронная библиотека <https://www.biblio-online.ru>
2. Электронно-библиотечная система <http://znanium.com>
3. Математическое бюро: решение задач по высшей математике (по разделу теории чисел) - [www.matburo.ru](http://www.matburo.ru)
4. <http://www.exponenta.ru/> сайт материалов по математическим пакетам.

## 12. Материально-техническое обеспечение

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используется интерактивная

доска; проектор. Осуществляется поиск информации в WWW-пространстве; работа с Web-страницами и ресурсами сети Интернет.

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине в университете имеется следующая необходимая инструментальная база: учебные аудитории для проведения практических занятий; компьютерный класс, оборудованный персональными ЭВМ с необходимым математическим софтом и выходом в Интернет; кабинеты, оборудованные проекторами и электронными досками для проведения лекционных занятий. Имеется кабинет ксерокопирования и кафедральный принтер для подготовки индивидуальных дидактических карточек, контрольных и экзаменационных материалов. Используются портреты великих математиков, необходимые чертёжные инструменты.

### **9. Программное обеспечение**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине используется Информационно-вычислительный центр физико-математического факультета (Положение о Центре утверждено приказом ректора №01-66 от 28.09.2015 г.).

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются информационные технологии обработки данных с помощью прикладных программных продуктов Microsoft Excel, Microsoft PowerPoint. Осуществляется поиск информации в WWW-пространстве; работа с Web-страницами и социальными ресурсами сети Интернет, а также используются различные системы компьютерной математики

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0

Владелец: Артеменков Михаил Николаевич

Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022