

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по ОД  
А.А.Панфилов  
« 03 » 09 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ СЖАТИЯ ИНФОРМАЦИИ»**

Направление подготовки 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная, ускоренная

| Семестр | Трудоемкость зач.<br>ед./ час. | Лекции,<br>час. | Практич.<br>занятия,<br>час. | Лаборат.<br>работы,<br>час. | СРС,<br>час. | Форма<br>промежуточного<br>контроля<br>(экз./зачет) |
|---------|--------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|--------------|---|
| 2       | 2/72                           | -               | -                            | -                           | 72           | Зачет<br>(переаттестация)                           |
| 4       | 2/72                           | 18              | -                            | 18                          | 36           | зачет   |
| Итого   | 4/144                          | 18              | -                            | 18                          | 108          | зачет<br>(переаттестация),<br>зачет                 |

Владимир, 2018

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

**формирование представлений** о задачах теории компактного кодирования информации;

**изучение** общих принципов, математических основ и базовых алгоритмов компактного кодирования и декодирования данных в современных информационных системах;

**получение практических навыков** квалифицированного выбора и применения распространенных стандартов, протоколов, программных и аппаратных средств компактного и помехоустойчивого кодирования и декодирования данных в информационных системах;

**получение базовых практических навыков** разработки программных средств компактного кодирования и декодирования данных в информационных системах.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Методы и алгоритмы сжатия информации» относится к дисциплинам по выбору вариативной части ОПОП бакалавров по направлению 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии». Для успешного изучения данной дисциплины студент должен владеть обязательным минимумом содержания основной образовательной программы по математике для данного направления (математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциальных уравнений), информатики, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, математической логики и теории алгоритмов, технологии и методам программирования.

Дисциплина формирует знания и навыки, необходимые в практической деятельности квалифицированного специалиста. В рамках учебного процесса может быть использована при подготовке выпускной квалификационной работы.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины «Методы и алгоритмы сжатия информации» направлен на формирование следующих компетенций:

| № п/п                                    | Название компетенции   | Индекс |
|--|--|--------|
| <b>Общекультурные компетенции (ОК)</b>   |  |        |
| 1.                                       | способность к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям | ОПК-3  |
| <b>Профессиональные компетенции (ПК)</b> |  |        |
| 1.                                       | способность использовать современные инструментальные и вычислительные средства  | ПК-3   |
| 2.                                       | способность эффективно применять базовые математические знания и информационные технологии при решении проектно-технических и прикладных задач, связанных с развитием и использованием информационных технологий   | ПК-6   |

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- основные понятия, определения и свойства объектов дисциплины;
- базовые принципы и математические основы компактного и кодирования и декодирования данных в информационных системах;
- основные способы, алгоритмы и средства компактного кодирования и декодирования данных, применяемые в современных информационных системах.

**Уметь:**

- квалифицированно выбирать существующие стандарты, протоколы, аппаратные и программные средства компактного кодирования и декодирования данных при решении конкретных задач передачи и хранения информации;
- разрабатывать, при необходимости, нестандартные программные средства компактного кодирования и декодирования данных в информационных системах;
- использовать алгоритмы сжатия информации основных классов в задачах анализа информационной безопасности;

**Владеть:**

- основными понятиями и навыками теории компактного кодирования информации;
- навыками выбора стандартов, протоколов, аппаратных и программных средств компактного и помехоустойчивого кодирования и декодирования данных при проектировании и эксплуатации информационных систем;
- навыками разработки нестандартных программных средств компактного кодирования и декодирования данных в информационных системах.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

| № п/п         | Раздел (тема) дисциплины                      | Семестр  | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |                      |                     |                    |           |         | Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %) | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|---------------|---|----------|-----------------|--|----------------------|---------------------|--------------------|-----------|---------|---|---|
|               |   |          |                 | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы | Контрольные работы | СРС       | КП / КР |   |   |
|               | Модельные методы компактного кодирования      | 2        | 1-18            |  | -                    | -                   | -                  | 72        | -       |   | Переаттестация  |
| <b>Всего:</b> |   | <b>2</b> | <b>1-18</b>     |  | -                    | -                   | -                  | <b>72</b> | -       |   | <b>Зачет (Переаттестация)</b>   |
| 1             | Основные понятия и определения                | 4        | 1-2             | 2  | -                    | 2                   | -                  | 2         | -       | 2/50%   |   |
| 2             | Префиксные неравномерные компактные коды      | 4        | 3-5             | 4  | -                    | 4                   | -                  | 6         | -       | 6/75 %  |   |
| 3             | Арифметические методы компактного кодирования | 4        | 6-9             | 4  | -                    | 4                   | -                  | 6         | -       | 4/ 50 %   | рейтинг-контроль № 1  |
| 4             | Словарные методы                              | 4        | 10-13           | 4  | -                    | 4                   | -                  | 8         | -       | 6/ 75 %   | рейтинг-контроль № 2  |

|        |   |             |               |           |   |           |   |            |   |         |                                    |
|--------|---|-------------|---------------|-----------|---|-----------|---|------------|---|---------|------------------------------------|
|        | компактного кодирования   |             |               |           |   |           |   |            |   |         |                                    |
| 5      | Компактное кодирование с потерями информации                        | 4           | 14-15         | 2         | - | 2         | - | 10         | - | 2/ 50 % |                                    |
| 6      | Особенности практической реализации методов компактного кодирования | 4           | 16-18         | 2         | - | 2         | - | 4          | - | 2/ 50%  | рейтинг-контроль № 3               |
| Всего: |   | <b>4</b>    | <b>18</b>     | <b>18</b> |   | <b>18</b> |   | <b>36</b>  |   | 22/61%  | Зачет                              |
| Всего  |   | <b>2, 4</b> | <b>18, 18</b> | <b>18</b> | - | <b>18</b> | - | <b>108</b> | - | 22/61%  | Зачет<br>(Переаттестация)<br>Зачет |

### Содержание разделов учебной дисциплины.

| № п/п | Наименование раздела дисциплины               | Содержание раздела   |
|-------|---|--|
| 1     | Основные понятия и определения                | 1.1. Цели и задачи дисциплины. Обобщенная операционная модель процессов кодирования и декодирования данных в информационных системах.<br>1.2. Понятие о компактном кодировании без потерь и с потерями информации. Области их применения. Классификация и общее описание базовых методов и алгоритмов компактного кодирования.<br>1.3. Основные количественные характеристики методов и алгоритмов компактного кодирования.        |
| 2     | Префиксные неравномерные компактные коды      | 2.1. Общие принципы префиксного неравномерного компактного кодирования. Кодирование по Хаффману как типовой пример префиксного неравномерного кодирования.<br>2.2. Типовые алгоритмы кодирования выходных сообщений немарковских и марковских источников. Базовые алгоритмы восстановления данных при кодировании по Хаффману.<br>2.3. Основные достоинства и недостатки алгоритма Хаффмана. Примеры его практического применения. |
| 3     | Арифметические методы компактного кодирования | 3.1. Общие принципы арифметического компактного кодирования. Примеры алгоритмов арифметического кодирования и декодирования.<br>3.2. Понятие об адаптивных алгоритмах арифметического кодирования. Основные достоинства и недостатки арифметического кодирования.  |
| 4     | Словарные методы компактного кодирования      | 4.1. Общие принципы словарного кодирования. Алгоритмы группы LZ как типовой пример реализации словарного кодирования.<br>4.2. Алгоритм LZW: общее описание, примеры кодирования и декодирования. Основные достоинства и недостатки словарного кодирования.   |
| 5     | Компактное кодирование с потерями             | 5.1. Области применения и общие принципы компактного кодирования с потерями. Базовые алгоритмы кодирования с потерями аудиоданных, изображений и видеоданных. Их   |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | информации.  | достоинства и недостатки.<br>5.2. Алгоритм сжатия JPEG. Дискретное преобразование Фурье. Масштабирующая и вейвлет функции Хаара. Вейвлет преобразование и обратное к нему преобразование. Двумерное вейвлет преобразование Хаара.          |
| 6 | Особенности практической реализации методов компактного кодирования. | 6.1. Аналитический обзор распространенных программных и аппаратно-программных средств компактного кодирования текстовых и мультимедийных данных. Операционные модели их функционирования. Области их применения, достоинства и недостатки. |

### Содержание лабораторных работ.

1. Исследование и сравнительный анализ алгоритмов компактного кодирования дискретных сообщений
2. Решение задач определения теоретически достижимых минимальных объемов сообщений при компактном кодировании
3. Исследование и сравнительный анализ алгоритмов компактного кодирования аудиоданных
4. Решение задач префиксного неравномерного кодирования /декодирования текстовых сообщений
5. Исследование и сравнительный анализ алгоритмов компактного кодирования неподвижных изображений
6. Исследование и сравнительный анализ алгоритмов компактного кодирования неподвижных изображений
7. Исследование и сравнительный анализ алгоритмов компактного кодирования неподвижных изображений
8. Решение задач словарного компактного кодирования /декодирования текстовых сообщений
9. Решение задач контекстного моделирования и предсказания

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**При проведении лекционных занятий** применяется классический подход преподнесения учебного материала, предполагающий проблемную постановку задач и переход к рассмотрению методов их решения.

*Рекомендуется:* Использование мультимедийных презентаций по ряду тем во время лекций. Презентация позволяет хорошо иллюстрировать лекцию, демонстрировать поведение функций, визуализировать метод построения поверхностей и т.д. В течение лекции преподаватель постоянно ведет диалог со студентами, задавая и отвечая на вопросы.

**При проведении лабораторного практикума** необходимо создать условия для максимально самостоятельного выполнения лабораторных работ. Поэтому при проведении лабораторного занятия преподавателю рекомендуется:

1. Провести экспресс-опрос (устно или в тестовой форме) по теоретическому материалу, необходимому для выполнения работы (с оценкой).
2. Проверить планы выполнения лабораторных работ, подготовленный студентом дома (с оценкой).
3. Оценить работу студента в лаборатории и полученные им данные (оценка).
4. Проверить и выставить оценку за отчет.

Любая лабораторная работа должна включать глубокую самостоятельную проработку теоретического материала, изучение методик проведения и планирование

эксперимента, освоение измерительных средств, обработку и интерпретацию экспериментальных данных. При этом часть работ может не носить обязательный характер, а выполняться в рамках самостоятельной работы по курсу. В ряд работ целесообразно включить разделы с дополнительными элементами научных исследований, которые потребуют углубленной самостоятельной проработки теоретического материала.

**При организации внеаудиторной самостоятельной работы** по данной дисциплине преподавателю рекомендуется использовать следующие ее формы:

- подготовка и написание рефератов, докладов, очерков и других письменных работ на заданные темы;
- подготовка мультимедийных презентаций;
- выполнение домашних заданий разнообразного характера. Это - решение задач; подбор и изучение литературных источников; подбор иллюстративного и описательного материала по отдельным разделам курса в сети Интернет;
- выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы. Индивидуальное задание может получать как каждый студент, так и часть студентов группы;

подготовка докладов исследовательского характера для выступления на научной студенческой конференции.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **2 семестр**

**Задания/вопросы к зачету (переаттестации):**

1. Количественная оценка информации. Количество информации.
2. Энтропия. Единицы измерения количества информации.
3. Оптимальный побуквенный код – код Хаффмена.
4. Код Шеннона-Фано, код Гилберта-Мура. Арифметическое кодирование.
5. Декодирование арифметического кода.
6. Двухпроходное побуквенное кодирование.
7. Адаптивное кодирование. Сравнение алгоритмов.
8. Монотонные коды. Интервальное кодирование. Метод «стопка книг».
9. Метод скользящего словаря (LZ-77).
10. Алгоритм LZW (LZ-78).
11. Предсказания по частотному совпадению.
12. Сжатие Барроуза-Уилера.
13. Помехоустойчивое кодирование.
14. Общие принципы использования избыточности в блоковых кодах.
15. Связь корректирующей способности кода с кодовым расстоянием.
16. Коды Хэмминга.
17. Циклические коды.
18. Код Боуза-Чоудхури-Хоквингема.

**г) вопросы для самостоятельной работы:**

1. Дайте определение теории информации.
2. Какие бывают виды информации?
3. Что определяет частота дискретизации?
4. Назначение процесса кодирования информации.
5. Поясните способы измерения информации.
6. Способ Шенноном измерения количества информации.

7. Энтропия дискретной случайной величины.
8. Основная теорема о кодировании при отсутствии помех.
9. Назначение методов сжатия информации.
10. Метод кодирования Шеннона-Фэно.

#### 4 семестр

##### а) вопросы рейтинг-контроля:

На рейтинг-контроль студентам предлагаются задачи по пройденным темам. Варианты заданий:

##### рейтинг-контроль № 1

1. Базовые понятия теории информации: информация, канал связи, шум, кодирование. Способы измерения информации и ее количество. Вероятностный подход к измерению дискретной и непрерывной информации. Определение энтропии дискретной случайной величины, количества информации.
2. Доказать основные теорема о кодировании при отсутствии помех. Применение метода блокирования для повышения степени сжатия. Математическое обоснование метода Шеннона-Фэно. Построение кодов Хаффмена для значений дискретной случайной величины и кодов Шеннона-Фэно
3. Программная реализация сжатия информации по алгоритму Хаффмена.
4. Программная реализация алгоритма сжатия информации методом Шеннона-Фэно.
5. Арифметическое кодирование. Математическое доказательство его "выгодности" по отношению к другим методам кодирования. Сравнение с другими методами кодирования. Адаптивные алгоритмы сжатия информации, адаптивное арифметическое кодирование. Вычисление длины кодов. Декодирование арифметических кодов. Составление арифметических кодов для сообщений.

##### рейтинг-контроль № 2

1. Подстановочные или словарно-ориентированные алгоритмы сжатия информации. Алгоритмы LZ77, LZ78, LZSS, LZW. Особенности программ архиваторов. Применение алгоритмов кодирования в архиваторах для обеспечения эффективной работы в MS-DOS и WINDOWS.
2. Программная реализация сжатия информации по алгоритму LZ77.
3. Кодирование по алгоритму LZ77. Кодирование по алгоритму LZSS. Кодирование по алгоритму LZ78 строку. Кодирование по алгоритму LZW. LZ-алгоритмы распаковки данных
4. Сжатие информации с потерями, стандарты сжатия. Определить такие понятия, как информационный канал, устройства канала связи, задержка сигнала во времени. Основная теорема о кодировании при наличии помех. Помехозащитное кодирование.
5. Вычисление емкости информационного канала. Вычисление максимальной скорости передачи данных по каналу Построение таблиц вероятностей приема.

##### рейтинг-контроль № 3

1. Алгоритм JPEG: история, примеры, основные принципы.
2. Фрактальное сжатие изображений: фракталы, история, примеры, основные принципы.
3. Вейвлет метод: вейвлеты, история, примеры, основные принципы.
4. Алгоритм JPEG-2000: история, примеры, основные принципы.
5. «Тексто-графический» формат DJVU: актуальность, история, основа – фрактальное сжатие, основные принципы.
6. Формат PDF: история, основа – JPEG сжатие, основные принципы.
7. Описание форматов: GIF, TIFF, PNG, SWF, EPS

8. Оцифровка аудиоданных, история, общие принципы, сжатие аудиоданных, общие принципы, форматы MP3, OGG, VQF, Dolby Audio и другие. История, основные принципы, форматы MPEG-1,-2,-4, H.264.

**б) примерные вопросы к зачету:**

1. Особенности данных, классификация методов, основные характеристики, сравнение алгоритмов сжатия без потерь.
2. Теорема Шеннона. Канонический алгоритм Хаффмана: история, пошаговый алгоритм, примеры, достоинства, недостатки.
3. Арифметическое сжатие: история, пошаговый алгоритм, примеры, достоинства, недостатки.
4. Кодирование методом Шеннона-Фано: история, пошаговый алгоритм, примеры, достоинства, недостатки.
5. RLE – кодирование длин повторов: история, пошаговый алгоритм, примеры, достоинства, недостатки.
6. Адаптивные методы сжатия данных. Методы Лемпела-Зива и их модификации (методы группы LZ).
7. Метод LZ77
8. Метод LZSS
9. Метод LZ78
10. Метод LZW
11. Сравнение алгоритмов группы LZ; перечень архиваторов, в основе которых лежат словарные методы.
12. Методы сжатия аудиоданных
13. Оцифровка аудиоданных, история, общие принципы
14. Сжатие аудиоданных, общие принципы
15. Форматы MP3, OGG, VQF, Dolby Audio и другие
16. Методы сжатия изображений
17. Алгоритм JPEG: история, примеры, основные принципы
18. Фрактальное сжатие изображений: фракталы, история, примеры, основные принципы
19. Вейвлет методы: вейвлеты, история, примеры, основные принципы
20. «Тексто-графический» формат DJVU: актуальность, история, основа – фрактальное сжатие, основные принципы
21. Формат PDF: история, основа – JPEG сжатие, основные принципы
22. Сравнение алгоритмов сжатия изображений
23. Методы сжатия видео
24. История, основные принципы
25. Форматы MPEG-1,-2,-4, H.264

**в) вопросы для самостоятельной работы:**

1. Алгоритмы сжатия информации.
2. Арифметическое кодирование информации.
3. Адаптивные алгоритмы сжатия информации.
4. Адаптивное арифметическое кодирование.
5. Словарно-ориентированные алгоритмы сжатия информации.
6. LZ-алгоритмы распаковки данных.
7. Особенности программ-архиваторов.
8. Алгоритмы сжатия информации с потерями.
9. Особенности сжатия видеoinформации.



## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **а) Основная литература**

1. Цифровые методы обработки информации/Борисова И.В. - Новосиб.: НГТУ, 2014. - 139 с.: ISBN 978-5-7782-2448-3 <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=546207>
2. О.О. Евсютин, А.А. Шелупанов и др. Сжатие цифровых изображений [Электронный ресурс].- М.: Горячая линия – Телеком, 2013.- <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991203579.html>
3. Лишин Л.Г., Попов О.Б. Запись цифровых аудио- и видеосигналов [Электронный ресурс]: учебное пособие.- М.: Горячая Линия – Телеком, 2013.- <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991203302.html>

### **б) Дополнительная литература**

1. Рихтер С.Г. Кодирование и передача речи в цифровых системах подвижной радиосвязи [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов.- М.:Горячая Линия – Телеком, 2009.- <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991201162.html>
2. Мамчев Г.В. Теория и практика цифрового телевизионного вещания [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов.-М.: Горячая линия – Телеком, 2012.- <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202589.html>
3. Белов В.М., Новиков С.Н., Солонская О.И. Теория информации. Курс лекций [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов.- М.: Горячая линия – Телеком, 2012.- <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202374.html>

### **в) Интернет-ресурсы**

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - <http://biblioclub.ru/>
2. Электронная библиотека: <http://www.twirpx.com>

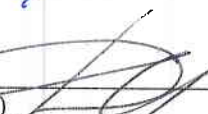
## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Для проведения лабораторных занятий предназначена специализированная лаборатория – (ауд. № 511-3Г), позволяющая проводить мультимедийные занятия.

Для выполнения лабораторных работ используется класс компьютеров, с программным обеспечением: язык программирования С++; Microsoft Office Word для оформления отчетов.

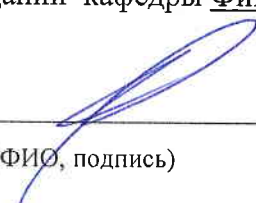
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

Рабочую программу составил доцент каф. ФиПМ, к.т.н. Горлов В.Н.   
(ФИО, подпись)

Рецензент  
(представитель работодателя) Ген.директор ООО «ФС Сервис» Квасов Д.С.   
(место работы, должность, ФИО, подпись)


Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ

Протокол №1 от 03.09.2018 года

Заведующий кафедрой ФиПМ \_\_\_\_\_ С.М.Аракелян  
(ФИО, подпись) 

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

Протокол №1 от 03.09.2018 года

Заведующий кафедрой ФиПМ \_\_\_\_\_ С.М.Аракелян  
(ФИО, подпись) 

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 2019-2020 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 02.09.2019 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ С. М. Аракелян 

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_