

*Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет  
имени Коста Левановича Хетагурова»*



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«Теория графов»**

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль: "Математическое моделирование и вычислительная математика"

**Форма обучения – очная**

Владикавказ, 2017

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.2015 г. №228, учебным планом подготовки бакалавров по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «СОГУ» от 27.04.2017 г., протокол № 11.

Составитель: Биткина В.В.

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры прикладной математики  
(протокол № 8 от «30» марта 2017 г.)

Одобрена советом факультета математики и информационных технологий  
(протокол № 5 от «31» марта 2017 г.)

## 1. Структура и общая трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 час.).

	Очная форма обучения
Курс	3
Семестр	5
Лекции	18
Практические занятия	36
Лабораторные занятия	-
Консультации	-
Итого аудиторных занятий	54
Самостоятельная работа	18
Курсовая работа	-
Зачет	5 семестр
Экзамен	-
Общее количество часов	72 час.

## 2. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Теория графов» являются:

- формирование навыков постановки и решения задач оптимизации на графах;
- выбор адекватных алгоритмов для решения вышеуказанных задач;
- изучение основных понятий алгебраической теории графов.

## 3. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Для изучения дисциплины необходимы знания, полученные обучающимися в результате освоения дисциплин: «Дискретная математика», «Алгебра и геометрия» и «Языки и методы программирования».

Приступая к изучению дисциплины «Теория графов», студент должен иметь представление о понятии графа, основных видов графов, свойствах графов, о определении группы, видах групп, свойствах групп, алгебраических дополнениях матриц, собственных значениях и векторах матриц, реализации алгоритмов на языке программирования.

## 4. Требования к результатам освоения дисциплины

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями (результатами освоения образовательной программы):

ОПК-2 - способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии;

ОПК-3 - 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;

ПК-1 - способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям;

ПК-2 - способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат.

Взаимосвязь планируемых результатов обучения по дисциплине с формируемыми компетенциями ОПОП:

Компетенции		Планируемые результаты обучения, соответствующие формируемым компетенциям ОПОП		
Код	Формулировка	Знать:	Уметь	Владеть:
ОПК-2	способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии	– основные понятия алгебраической теории графов	– понимать и применять на практике компьютерные технологии для решения различных задач по специальности	– языком и средствами теории графов – навыками решения теоретико-графовых задач
ОПК-3	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	– основные методы и алгоритмы теории графов, связанные с моделированием и оптимизацией систем различной природы	– понимать и применять на практике компьютерные технологии для решения различных задач по специальности – решать оптимизационные задачи на графах	– языком и средствами теории графов
ПК-1	способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований,	– место и роль теории графов в системе математических наук – актуальные проблемы теории дистанционно регулярных графов	– употреблять специальную математическую символику для выражения количественных и качественных отношений	– языком и средствами теории графов – навыками решения теоретико-графовых задач

	необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям		между объектами	
ПК-2	способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	– основные понятия алгебраической теории графов	– употреблять специальную математическую символику для выражения количественных и качественных отношений между объектами – решать оптимизационные задачи на графах	– языком и средствами теории графов – навыками решения теоретико-графовых задач

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая при необходимости проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

## 5. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины

Таблица 5.1

Номер недели	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Занятия		Самостоятельная работа студентов		Формы контроля	Баллы		Литература
		л	пр	Содержание	Часы		min	max	
1,2	Тема 1. Повторение основ теории графов	2	4	Повторение алгоритмов Дейкстры, Прима, Краскала.	4	Опрос, проверка выполненных заданий	0	12	[1-3]
3,4	Тема 2. Плоские и планарные графы. Раскраска графов.	2	4	Изучение гамма-алгоритма правильной раскраски графа.	2	Опрос, проверка выполненных заданий	0	12	[1], [3]
5,6	Тема 3. Независимые множества и паросочетания	2	4			Опрос, проверка выполненных заданий	0	12	[2]
7,8	Тема 4. Задача нахождения максимального потока. Алгоритм Форда – Фалкерсона.	2	4			Опрос, проверка выполненных заданий	0	12	[3]
9-12	Тема 5. Дистанционно регулярные графы.	4	8	Доказательства теорем, заданных на самостоятельное изучение.	8	Опрос, проверка выполненных заданий	0	16	[4-5]
13,14	Тема 6. Сильно регулярные графы.	2	4			Опрос, проверка выполненных заданий	0	12	[4-5]
15,16	Тема 7. Группы автоморфизмов графов.	2	4	Определения и свойства основных видов групп.	4	Опрос, проверка выполненных заданий	0	12	[4-5]
17,18	Тема 8. Виды графов (граф Петерсена, граф Джонсона, граф Кэли и др.) и их свойства.	2	4			Опрос, проверка выполненных заданий	0	12	[4-5]
	<b>ИТОГО</b>	18	36		18		0	100	

**Примечания:**

– Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основании локальных нормативных актов.

– В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте и с использованием платформ дистанционного обучения.

## **6. Образовательные технологии**

В соответствии с государственными образовательными стандартами высшего образования реализация учебного процесса должна предусматривать проведение занятий в интерактивных и активных формах. Внедрение этих форм обучения – одно из важнейших направлений совершенствования подготовки студентов в современном вузе. Цель – повышение эффективности образовательного процесса, достижение всеми обучающимися высоких результатов обучения.

Интерактивные формы проведения занятий предполагают обучение в сотрудничестве. Все участники образовательного процесса (преподаватель и студенты) взаимодействуют друг с другом, обмениваются информацией, совместно решают проблемы, моделируют ситуации. Суть использования активных и интерактивных форм проведения состоит в погружении студентов в реальную атмосферу делового сотрудничества по разрешению проблем, оптимальную для выработки навыков и качеств будущего специалиста.

Для решения воспитательных и учебных задач преподавателем могут быть использованы следующие интерактивные формы обучения.

**Традиционные лекции и практические (семинарские) занятия** с использованием современных интерактивных технологий.

**Лекция-диалог** – содержание подается через серию вопросов, на которые студент должен отвечать непосредственно в ходе лекции.

**Онлайн-семинар** – разновидность веб-конференции, проведение онлайн-встреч или презентаций через Интернет в режиме реального времени. Каждый из участников находится у своего компьютера (средства связи), а связь между ними поддерживается через Интернет посредством загружаемого приложения, установленного на компьютере каждого участника.

**Видеоконференция** – сеанс видеоконференцсвязи (ВКС) – это технология интерактивного взаимодействия двух и более участников образовательного процесса для обмена информацией в реальном режиме времени.

**Видео-лекция** – снятая на камеру сокращенная лекция, дополненная фотографиями и схемами, иллюстрирующая подаваемый в лекции материал.

**Технология электронного обучения** (реализуется при помощи электронной образовательной среды СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного тестирования и т. д.).

**Творческое задание** составляет содержание (основу) любой интерактивной формы проведения занятия. Выполнение творческих заданий требует от студента воспроизведения полученной ранее информации в форме, определяемой преподавателем и требующей творческого подхода: 1) подборка примеров из практики; 2) подборка материала по определенной проблеме;

**Публичная презентация проекта** - самый эффективный способ донесения важной информации при публичных выступлениях. Слайд-презентации позволяют эффектно и наглядно представить содержание, выделить и проиллюстрировать сообщение.

**Интерактивная лекция** представляет собой выступление преподавателя перед аудиторией студентов с применением следующих интерактивных форм обучения: 1. управляемая дискуссия или беседа; 2. демонстрация слайдов или учебных фильмов; 3. мозговой штурм; 4. мотивационная речь и др.

**Разработка проекта** позволяет участникам мысленно выйти за пределы аудитории и составить проект своих действий по обсуждаемому вопросу. Участники могут обратиться за консультацией, дополнительной литературой в специализированные учреждения, библиотеки и т.д.

**Проблемное обучение** - поиск ответов на вопросы по теме.



№/п .	Тема	Вид занятия	Количество часов	Активные формы	Интерактивные формы
1.	Повторение основ теории графов	лекция	2		интерактивная лекция
2.	Плоские и планарные графы. Раскраска графов	практическое	2	творческие задания	
3.	Изучение гамма-алгоритма правильной раскраски графа	практическое	2	самостоятельная работа	
4.	Независимые множества и паросочетания	лекция	2		интерактивная лекция
5.	Дистанционные регулярные графы	практическое	2	творческие задания	

## 7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

К видам самостоятельной работы при изучении данной дисциплины относятся: написание докладов, эссе, подготовка презентаций, самостоятельное изучение литературы по теме и составление по ней конспектов, работа со справочными материалами (терминологическими и иными словарями, энциклопедиями) и т.д.

Темы и формы внеаудиторной самостоятельной работы, ее трудоёмкость содержатся в разделе 5, табл. 5.1.

Методические рекомендации по дисциплине прилагаются.

## 8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной аттестации и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Рабочая программа предусматривает проведение лекционных и практических занятий, а также следующие виды работ: самостоятельную работу студентов по подготовке устных сообщений, написанию докладов, подготовку презентаций и обсуждений по темам дисциплины - работу в активной и интерактивной формах.

Рабочая программа предполагает текущий и промежуточный контроль знаний.

*Текущий контроль* – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра или учебного года. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля выступают опросы на занятиях с целью проверки наличия знаний, необходимых для усвоения нового материала или для выяснения степени усвоения изложенного материала.

*Рубежный контроль* осуществляется по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра такие контрольные мероприятия проводятся по графику.

**Контрольные задания (демоверсии) для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

1. Определения плоского и планарного графа. Схожесть и различие этих понятий. Привести примеры плоских и планарных графов.
2. Независимое множество вершин. Понятия максимального и наибольшего независимого множества. Примеры.
3. Описание алгоритма Дейкстры.
4. В шахматном турнире, в котором каждый участник встречался с каждым, три шахматиста заболели и выбыли из турнира до того, как прошла его половина. Всего в турнире было проведено 130 встреч. Сколько шахматистов участвовало в турнире?
5. Определение антиподального графа. Привести пример.
6. Понятие группы. Виды групп.
7. Описание графа Джонсона.
8. Найти спектр графа октаэдра.

Критерии оценивания представлены в таблице 8.1.

**Примеры тестовых заданий по дисциплине:**

Является ли граф, заданный своей матрицей смежности, планарным

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

+да

нет

В шахматном турнире, в котором каждый участник встречался с каждым, три шахматиста заболели и выбыли из турнира до того, как прошла его половина. Всего в турнире было проведено 130 встреч. Сколько шахматистов участвовало в турнире?

Ответ:19

Про некоторую компанию известно, что каждый человек знаком в ней ровно с шестью людьми, и для любой группы из шести человек найдется член компании, знакомый с каждым из этой шестерки. Сколько человек в компании?

Ответ:7

Сколько независимых множеств вершин в графе, заданном своей матрицей смежности

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Ответ: 13

Граф над тем же множеством вершин, что и исходный, но вершины соединены ребром тогда и только тогда, когда в исходном графе ребра нет, называется

связным

+дополнительным

изоморфным

Вершина, степень которой равна 0, называется

+изолированной

пустой

отделенной

Подмножество вершин графа, полностью соединенных друг с другом, называется независимым множеством

+кликой

доминирующим множеством

Число вершин в наибольшей клике, называется

+плотностью графа

числом внутренней устойчивости

числом внешней устойчивости

## Методика формирования результирующей оценки

Таблица 8.1

Этап	Форма контроля	Критерии оценивания (процент от максимального кол-ва баллов)			
		86-100 %	71–85%	60–70%	Менее 60%
1. Текущий контроль (max 25 баллов за 1 модуль)					
		7-8 баллов	6–7 баллов	4–5 баллов	0–3 баллов
	Посещение занятий (max 8 б.)	Студент посетил более 85% занятий	Студент посетил 71–85% занятий	Студент посетил 56–70% занятий	Студент посетил менее 56% занятий
		9–10 баллов	7–8 баллов	6–7 баллов	0–5 баллов
	Текущая работа в течение модуля (max 10б.)	Студент активно работает на занятиях, превосходно выполняет все задания преподавателя.	Студент активно работает на занятиях, хорошо выполняет задания преподавателя.	Студент недостаточно активно работает на занятиях, удовлетворительно выполняет задания преподавателя.	Студент недостаточно активно работает на занятиях, неудовлетворительно выполняет задания преподавателя.
		6-7 балла	4-5 балла	2-3 балла	0-1 баллов
	Выполнение самостоятельной работы (max 7б.)	Тема полностью раскрыта. Превосходное владение	Тема в основном раскрыта. Хорошее владение материалом.	Тема частично раскрыта. Удовлетворительное владение	Тема не раскрыта. Неудовлетворительное владение материалом.

		материалом. Высокий уровень самостоятельности , логичности, аргументированно сти. Превосходный стиль изложения.	Средний уровень самостоятельности , логичности, аргументированно сти. Хороший стиль изложения.	материалом. Низкий уровень самостоятельности , логичности, аргументированно сти. Удовлетворительн ый стиль изложения.	Недостаточный уровень самостоятельности, логичности, аргументированнос ти. Неудовлетворитель ный стиль изложения.
<b>2. Рубежный контроль (25б. за 1 модуль)</b>					
		22–25 баллов	18–21 балл	14–17 баллов	0–13 баллов
	Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирова н высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирова н хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирова н удовлетворительн ый уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирова н неудовлетворитель ный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.
<b>3. Итоговый контроль по дисциплине</b>					
		43–50 баллов	36–42 балла	28–35 баллов	0–27 баллов
	Экзамен/зачет	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.	Дан полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно- следственные связи. Но допущены незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.	Дан недостаточно полный ответ. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно- следственные связи. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины или дан неполный ответ и допущены грубые ошибки. Речь неграмотная. Уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

Студенты, получившие в ходе текущего и рубежного контроля 56-100 баллов, автоматически получают «Зачет» или соответствующую шкале экзаменационную оценку. Результирующая оценка складывается по соответствующей БРС формуле.

**Вопросы для подготовки к зачету:**

- 1 Граф. Ориентированный граф. Неориентированный граф.
- 2 Смежность и инцидентность. Способы задания графа. Матрицы графа. Степени вершины.
- 3 Подграф. Часть графа. Виды графов.
- 4 Изоморфизм графов. Теорема об изоморфизме графов.
- 5 Маршруты в ориентированных и неориентированных графах. Связность. Достижимость.
- 6 Дерево. Основные свойства деревьев. Ориентированное дерево.
- 7 Бинарные деревья. Остов.
- 8 Задача о построении кратчайшего остовного дерева. Алгоритм Прима.
- 9 Задача о построении дерева кратчайших расстояний. Алгоритм Дейкстры.
- 10 Независимое множество вершин графа.
- 11 Плоские и планарные графы.
- 12 Вершинная раскраска. Правильная раскраска. Хроматическое число графа. Доказать теорему о 5 красках.
- 13 Эйлеров путь. Эйлеров граф. Алгоритм построения эйлерова пути в эйлеровом графе. Критерий эйлеровости графов.
- 14 Гамильтонов граф.
- 15 Дистанционно регулярные графы.
- 16 Сильно регулярные графы.
- 17 Автоморфизмы графа.

**Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Уровень сформированности компетенций			
«Минимальный уровень не достигнут» (менее 60 баллов)	«Минимальный уровень» (60-70 баллов)	«Средний уровень» (71-85 баллов)	«Высокий уровень» (86-100 баллов)
<p><u>Компетенции не сформированы.</u></p> <p>Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы.</p>	<p><u>Компетенции сформированы.</u></p> <p>Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p><u>Компетенции сформированы.</u></p> <p>Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p>	<p><u>Компетенции сформированы.</u></p> <p>Знания твердые, аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p>
Описание критериев оценивания			
Обучающийся демонстрирует: - существенные пробелы в знаниях	Обучающийся демонстрирует: - знания теоретического	Обучающийся демонстрирует: - знание и понимание основных вопросов	Обучающийся демонстрирует: - глубокие, всесторонние и

<p>учебного материала;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий;</li> <li>- непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий;</li> <li>- отсутствие умения выполнять практические задания, предусмотренные программой дисциплины;</li> <li>- отсутствие готовности (способности) к дискуссии и низкую степень контактности.</li> </ul>	<p>материала;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;</li> <li>- неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы;</li> <li>- недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины;</li> <li>- умение без грубых ошибок решать практические задания, которые следует выполнить.</li> </ul>	<p>контролируемого объема программного материала;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- твердые знания теоретического материала.</li> <li>- способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития;</li> <li>- правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы;</li> <li>- умение решать практические задания, которые следует выполнить;</li> <li>- владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины;</li> <li>- наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам. Возможны незначительные оговорки и неточности в раскрытии отдельных положений вопросов, присутствует неуверенность в ответах.</li> </ul>	<p>аргументированные знания программного материала;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий в рамках обсуждаемых заданий;</li> <li>- способность устанавливать и объяснять связь практики и теории;</li> <li>- логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания, а также дополнительные вопросы экзаменатора;</li> <li>- умение решать практические задания;</li> <li>- свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы.</li> </ul>
<p><b>Оценка</b> <b>«неудовлетворительно» / не зачтено</b></p>	<p><b>Оценка</b> <b>«удовлетворительно» / «зачтено»</b></p>	<p><b>Оценка</b> <b>«хорошо» / «зачтено»</b></p>	<p><b>Оценка</b> <b>«отлично» / «зачтено»</b></p>

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

1. Клеовкин, Г. А. Геометрическая теория графов : учебное пособие для академического бакалавриата / Г. А. Клеовкин, Л. П. Коннова, В. В. Коннов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 240 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-04812-4. — Текст : электронный // ЭБС

Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/438693>

2. Палий, И. А. Дискретная математика : учебное пособие для академического бакалавриата / И. А. Палий. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 352 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-06288-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/438859>
3. Клековкин, Г. А. Теория графов. Среда  $\mathbf{maxima}$  : учебное пособие для прикладного бакалавриата / Г. А. Клековкин. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 133 с. — (Бакалавр. Прикладной курс). — ISBN 978-5-534-10084-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/438694>
4. Махнев А.А., Биткина В.В. Автоморфизмы дистанционно регулярного графа с массивом пересечений  $\{44, 30, 5; 1, 3, 40\}$  // Сибирские электрон. матем. известия 2019, Т. 16. С. 777-785. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42735096>
5. Гутнова А.К., Биткина В.В. Дистанционно регулярные локально  $PG_{s-6}(s,t)$ -графы диаметра, большего 3 // ТРУДЫ ИНСТИТУТА МАТЕМАТИКИ И МЕХАНИКИ УРО РАН 2018, Т. 24, №3, С. 34-42. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35511273>

**б) дополнительная литература:**

6. Клековкин, Г. А. Геометрическая теория графов : учебное пособие для академического бакалавриата / Г. А. Клековкин, Л. П. Коннова, В. В. Коннов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 240 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-04812-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/438693>
7. Палий, И. А. Дискретная математика : учебное пособие для академического бакалавриата / И. А. Палий. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 352 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-06288-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/438859>
8. Клековкин, Г. А. Теория графов. Среда  $\mathbf{maxima}$  : учебное пособие для прикладного бакалавриата / Г. А. Клековкин. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 133 с. — (Бакалавр. Прикладной курс). — ISBN 978-5-534-10084-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/438694>

**в) электронные библиотечные системы, с которыми у СОГУ имеется действующий договор, современные профессиональные базы, информационные справочные системы:**

- eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. — URL: <http://www.elibrary.ru>.
- База данных «ЭБС elibrary»: <http://elibrary.ru>
- Издательство «Юрайт» [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. — URL: <http://biblio-online.ru>.
- Университетская библиотека online [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. — URL: <http://www.biblioclub.ru>.

## **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Занятия по дисциплине проводятся в аудиториях, обеспеченных компьютерами, имеющими доступ к сети Интернет, интерактивными досками и мультимедийным оборудованием.

*Лицензионное программное обеспечение:*

1. Windows 10 Pro for Workstations, (№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г);
2. Office Standard 2016 (№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г);
3. Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат ВУЗ»;

*Перечень ПО в свободном доступе:*

1. Kaspersky Free;
2. WinRar;
3. Google Chrome;
4. Yandex Browser;
5. OperaBrowser;



## **11. Лист обновления/актуализации**

1. Рабочая программа  
пересмотрена и актуализирована на заседании кафедры прикладной математики  
протокол № 8 от 20.03.2018г.;  
одобрена на заседании совета факультета математики и информационных  
технологий, протокол № 5 от 30.03.2018 г.
2. Рабочая программа  
пересмотрена и актуализирована на заседании кафедры прикладной математики  
протокол № 8 от 14.03.2019г.;  
одобрена на заседании совета факультета математики и информационных  
технологий, протокол № 5 от 29.03.2019 г.
3. Рабочая программа  
пересмотрена и актуализирована на заседании кафедры прикладной математики  
протокол № 7 от 19.03.2020г.;  
одобрена на заседании совета факультета математики и информационных  
технологий, протокол № 5 от 27.03.2020 г.