

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Наумова Наталия Александровна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41  
Уникальный программный ключ:  
6b5279da4e034bffa79172803da5b7b559fc69e2

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**  
Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
(МГОУ)

Физико-математический факультет  
Кафедра высшей алгебры, элементарной математики и методики преподавания  
математики

Согласовано управлением организации  
и контроля качества образовательной  
деятельности  
« 10 » 06 2020 г.  
Начальник управления  
/М.А. Миненкова/

Одобрено учебно-методическим советом

Протокол « 10 » 2020 г. № 2  
Председатель  
/Г.Е. Суевин/



**Рабочая программа дисциплины**

Теория графов

**Направление подготовки**  
44.03.05 Педагогическое образование

**Профиль:**  
Математика и информатика

**Квалификация**  
Бакалавр

**Форма обучения**  
Очная

Согласовано учебно-методической  
комиссией физико-математического  
факультета:  
Протокол « 21 » 05 2020 г. № 10  
Председатель УМКом  
/ Н.Н. Барбанова /

Рекомендовано кафедрой высшей  
алгебры, элементарной математики и  
методики преподавания математики  
Протокол « 21 » 05 2020 г. № 11  
Зав. кафедрой  
/ М.М. Рассудовская /

Мытищи  
2020

Автор-составитель:  
Пинчук Ирина Александровна  
кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры высшей алгебры, элементарной математики и методики преподавания  
математики

Рабочая программа дисциплины «Теория графов» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование профиль «Математика и информатика», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 22.02.2018 г. № 125.

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)» и является элективной дисциплиной.

Год начала подготовки 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.Планируемые результаты обучения.....                                                        | 4  |
| 2.Место дисциплины в структуре образовательной программы.....                                 | 4  |
| 3.Объем и содержание дисциплины.....                                                          | 5  |
| 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся...                      | 6  |
| 5.Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине..... | 8  |
| 6.Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины.....                                 | 23 |
| 7.Методические указания по освоению дисциплины.....                                           | 24 |
| 8.Информационные технологии для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....    | 25 |
| 9.Материально-техническое обеспечение дисциплины.....                                         | 26 |

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

## 1.1 Цели и задачи дисциплины

**Целью освоения дисциплины** «Теория графов» является формирование у студентов общей математической культуры, овладение ими основными математическими понятиями, так необходимыми учителю математики.

### **Задачи дисциплины:**

- знакомство студентов с основными математическими понятиями и закономерностями;
- формирование у студентов представлений об основных понятиях теории графов;
- освоение основных вычислительных схем и приемов.

## 1.2 Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

ДПК-5 - Готов к разработке и реализации программ учебных дисциплин в рамках основной общеобразовательной программы

СПК-1 - Способен освоить современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики, овладеть основными методами решения задач, сформулированными в рамках данных предметных областей, и применить их в профессиональной деятельности.

# 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)» и является элективной дисциплиной.

Для освоения дисциплины «Теория чисел» студенты используют знания, умения, навыки, полученные и сформированные в ходе изучения дисциплины «Линейная алгебра», «Алгебра», «Дискретная математика».

Изучение дисциплины «Теория графов» является базой для дальнейшего освоения студентами дисциплин «Математическая логика», «Теория алгоритмов», «Технологии и методики обучения математике»

Компетенции, знания, навыки и умения, полученные в ходе изучения дисциплины, должны всесторонне использоваться и развиваться студентами:

- на всех этапах обучения в вузе при изучении дисциплин различных циклов, проведении научных исследований, выполнении контрольных домашних заданий, подготовке курсовых и выпускных квалификационных работ;
- в ходе дальнейшего обучения в магистратуре и аспирантуре;
- в процессе последующей профессиональной деятельности.

### 3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

#### 3.1 Объем дисциплины

| Показатель объема дисциплины                 | Форма обучения |
|----------------------------------------------|----------------|
|                                              | Очная          |
| Объем дисциплины в зачетных единицах         | 6              |
| Объем дисциплины в часах                     | 216            |
| <b>Контактная работа:</b>                    | 118,7          |
| Лекции                                       | 50             |
| Практические занятия                         | 68             |
| Контактные часы на промежуточную аттестацию: | 0,7            |
| Курсовая работа (курсовой проект)            | 0,3            |
| Зачет/ зачет с оценкой                       | 0,4            |
| Самостоятельная работа                       | 64             |
| Контроль                                     | 33,3           |

Формой промежуточной аттестации являются зачет с оценкой в 5,6 семестрах и курсовая работа в 6 семестре.

#### 3.2. Распределение часов по темам и видам учебной работы

| Наименование разделов (тем)<br>Дисциплины с кратким содержанием                                                                                                                                                                                         | Количество часов |                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                         | Лекции           | Практические занятия |
| <b>Тема 1. Основные понятия</b><br>Способы задания графов. Матричные способы задания графов. Типы графов. Изоморфизм графов.                                                                                                                            | 10               | 8                    |
| <b>Тема 2. Связность графов</b><br>Маршруты, цепи, циклы. Алгоритмы нахождения кратчайших цепей. Обходы графа. Пути во взвешенных ориентированных графах. Алгоритм Форда-Беллмана нахождения минимального пути. Алгоритм нахождения максимального пути. | 12               | 8                    |
| <b>Тема 3. Цикломатика графов</b><br>Цикломатическое число. Деревья, каркасы. Алгоритмы нахождения каркасов. Нахождение фундаментальных циклов. Цикломатическая матрица, матрица разрезов.                                                              | 8                | 8                    |
| <b>Тема 4. Эйлеровы циклы</b><br>Основные понятия и определения. Критерий существования эйлерова цикла. Алгоритмы построения эйлерова цикла. Задача китайского почтальона и некоторые родственные задачи.                                               | 6                | 12                   |

|                                                                                                                                                               |    |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
| <b>Тема 5. Гамильтоновы циклы</b><br>Основные определения и теоремы, их следствия. Задача о шахматном коне. Задачи, связанные с поиском гамильтоновых графов. | 4  | 10 |
| <b>Тема 6. Задачи раскраски вершин и ребер графа</b><br>Проблема четырех красок. Алгоритмы минимальной раскраски.                                             | 4  | 10 |
| <b>Тема 7. Применение графов</b><br>Графы и математика, информатика, химия, биология, физика, экономика.                                                      | 6  | 12 |
| Итого                                                                                                                                                         | 50 | 68 |

#### 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

| Темы для самостоятельного изучения | Изучаемые вопросы                                                                                              | Кол-во часов | Формы самостоятельной работы        | Методическое обеспечение                    | Формы отчетности                           |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <b>итого</b>                       |                                                                                                                | <b>98</b>    |                                     |                                             |                                            |
| Исторические задачи теории графов  | Задача о Кёнигсбергских мостах, Эйлеровы и гамильтоновы графы, их использование при решении олимпиадных задач. | 24           | Изучение литературы, решение задач. | Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет. | Устный опрос, семестровое задание. Реферат |
| Деревья и леса                     | Дерево как граф без циклов, лес. Перечисление деревьев, остовное дерево, применение                            | 34           | Изучение литературы, решение задач. | Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет. | Устный опрос, семестровое задание.         |

| Темы для самостоятельного изучения                    | Изучаемые вопросы                                                                                                                       | Кол-во часов | Формы самостоятельной работы        | Методическое обеспечение                    | Формы отчетности                           |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <b>итого</b>                                          |                                                                                                                                         | <b>98</b>    |                                     |                                             |                                            |
|                                                       | деревьев.                                                                                                                               |              |                                     |                                             |                                            |
| Плоские и планарные графы                             | Определение, примеры планарных и непланарных графов. Критерий планарности с доказательством.<br>Теорема Эйлера. Задача о трёх колодцах. | 15           | Изучение литературы, решение задач. | Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет. | Устный опрос, семестровое задание.         |
| Проблема четырех красок и правильные раскраски графов | История вопроса, определение правильной раскраски, примеры раскрасок, хроматический многочлен и хроматическое число.                    | 25           | Изучение литературы, решение задач. | Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет. | Устный опрос, семестровое задание. Реферат |

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Изучение дисциплины «Теория графов» позволяет сформировать у бакалавров следующие компетенции.

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                                              | Этапы формирования                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>ДПК-5</b> готов к разработке и реализации программ учебных дисциплин в рамках основной общеобразовательной программы                                                                                                                                                     | 1. Работа на учебных занятиях<br>2. Самостоятельная работа |
| <b>СПК-1</b> «Способен освоить современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики, овладеть основными методами решения задач, сформулированными в рамках данных предметных областей, и применить их в профессиональной деятельности» | 1. Работа на учебных занятиях<br>2. Самостоятельная работа |

### 5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Ниже представлен материал, отражающий показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах изучения дисциплины. Задания для студентов представлены на двух уровнях: пороговом и продвинутом. Для оценки сформированности компетенций на данных уровнях применена 100 - балльная шкала.

| Оцениваемые компетенции | Уровень сформированности | Этап формирования                                          | Описание показателей                                                                                                                                                    | Критерии оценивания                                                                         | Шкала оценивания |
|-------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| ДПК-5                   | Пороговый                | 1. Работа на учебных занятиях<br>2. Самостоятельная работа | Знать: образовательные стандарты и другие регламентирующие документы, являющиеся основой создания образовательных программ; методологию проектирования образовательного | Посещение, устный опрос, контрольная работа, семестровое задание, реферат, зачет с оценкой, | 41-60            |

|  |                 |                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                          |        |
|--|-----------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|  |                 |                                                                         | процесса;<br>основные<br>результаты<br>освоения<br>образовательной<br>программы для<br>разных уровней<br>образования;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | курсовая<br>работа                                                                                                                                       |        |
|  | Продвину<br>тый | 1. Работа<br>на учебных<br>занятиях<br>2.<br>Самостоятель<br>ная работа | Знать:<br>закономерности<br>методологии<br>научного<br>познания,<br>принципы и<br>механизмы<br>анализа и<br>синтеза<br>информации в<br>области<br>профессионально<br>й деятельности<br>Уметь:<br>использовать<br>образовательные<br>стандарты и<br>другие<br>регламентирующ<br>ие документы<br>для<br>проектирования<br>образовательных<br>программ;<br>использовать<br>методологию<br>проектирования<br>образовательного<br>процесса для<br>создания<br>образовательных<br>программ;<br>определять<br>основные<br>результаты<br>освоения | Посещен<br>ие,<br>устный<br>опрос,<br>контроль<br>ная<br>работа,<br>семестро<br>вое<br>задание,<br>реферат,<br>зачет с<br>оценкой,<br>курсовая<br>работа | 61-100 |

|       |           |                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                    |       |
|-------|-----------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|       |           |                                                                       | <p>образовательной программы с учетом специфики преподаваемого предмета;</p> <p>на основании абстрактно-логического мышления анализировать профессионально - значимую информацию, интерпретировать результаты проектных исследований в профессиональной сфере, принимать решения по результатам проектных исследований</p> |                                                                                                                    |       |
| СПК-1 | Пороговые | <p>1. Работа на учебных занятиях</p> <p>2. Самостоятельная работа</p> | <p><i>Знать:</i></p> <p>-современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики и перспективные направления развития современной науки;</p> <p>-значение и место дисциплин физико-математического цикла в общей картине мира.</p>                                                       | <p>Посещение, устный опрос, контрольная работа, семестровое задание, реферат, зачет с оценкой, курсовая работа</p> | 41-60 |

|  |                 |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |        |
|--|-----------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|
|  |                 |                         | <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-ясно и логично излагать полученные базовые знания;</li> <li>- демонстрировать понимание общей структуры дисциплин физико-математического цикла и взаимосвязи их с другими дисциплинами;</li> <li>-строить модели реальных объектов или процессов;</li> <li>- профессионально решать задачи, связанные с предметной областью, с учетом современных достижений науки;</li> <li>-применять информационно-коммуникационные технологии для эффективного решения научных и прикладных задач, связанных с предметной областью.</li> </ul> |                |        |
|  | Продвину<br>тый | 1. Работа<br>на учебных | <i>Знать:</i><br>-современные                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Посеще<br>ние, | 61-100 |

|  |  |                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                           |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | <p>занятиях</p> <p>2.</p> <p>Самостоятель<br/>ная работа</p> | <p>концепции,<br/>теории, законы и<br/>методы в области<br/>физики,<br/>математики и<br/>информатики и<br/>перспективные<br/>направления<br/>развития<br/>современной<br/>науки;</p> <p>-значение и<br/>место дисциплин<br/>физико-<br/>математического<br/>цикла в общей<br/>картине мира.</p> <p><i>Уметь:</i></p> <p>-ясно и<br/>логично излагать<br/>полученные<br/>базовые знания;</p> <p>-<br/>демонстрировать<br/>понимание<br/>общей структуры<br/>дисциплин<br/>физико-<br/>математического<br/>цикла и<br/>взаимосвязи их с<br/>другими<br/>дисциплинами;</p> <p>-строить<br/>модели реальных<br/>объектов или<br/>процессов;</p> <p>-<br/>профессионально<br/>решать задачи,<br/>связанные с<br/>предметной<br/>областью, с<br/>учетом</p> | <p>устный<br/>опрос,<br/>контроль<br/>ная<br/>работа,<br/>семестро<br/>вое<br/>задание,<br/>реферат,<br/>зачет с<br/>оценкой,<br/>курсовая<br/>работа</p> |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |  |
|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  |  | <p>современных достижений науки;</p> <p>-применять информационно-коммуникационные технологии для эффективного решения научных и прикладных задач, связанных с предметной областью.</p> <p><i>Владеть:</i></p> <p>-</p> <p>способностью к логическому рассуждению;</p> <p>-</p> <p>моделированием для построения объектов и процессов, определения или предсказания их свойств;</p> <p>-владеет основными методами решения задач, сформулированными в рамках предметных областей.</p> |  |  |
|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

**5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Вопросы для проведения устных опросов**

1. Дайте определение графа.
2. Каково графическое представление графа?

3. Какие виды графа существуют?
4. Какие графы называются ориентированными?
5. Какие графы называются неориентированными?
6. Что такое степень вершины?
7. Дать определение двудольного графа.
8. Сформулируйте лемму о рукопожатии.
9. Дать определение однородному графу.
10. Дать определение полному графу.
11. Дайте определение связного графа.
12. Дать определение операции объединения графов.
13. Дать определение разборке графов.
14. Какими способами можно задать граф?
15. Дать определение маршрута.
16. Что такое цепь и цикл в графе?
17. Какие графы называются эйлеровыми?
18. Какие графы называются гамильтоновыми?
19. Сформулируйте критерий эйлера графа.
20. Дайте определение дерева.
21. Приведите примеры деревьев.
22. Дайте определение правильной раскраски графа?
23. Какие графы называются плоскими?
24. Приведите примеры плоских графов.
25. Какие графы называются планарными?
26. Приведите примеры планарных графов
27. Какие графы не являются планарными?
28. Сформулируйте критерий планарности графа.
29. Сформулируйте теорему Эйлера.
30. Опишите исторические задачи теории графов.

### **Контрольная работа №1**

1. Изобразить все попарно неизоморфные 4-вершинные графы без петель и кратных ребер.
2. Построить все попарно неизоморфные несвязные 5-вершинные графы, не имеющие петель, кратных ребер и изолированных вершин.
3. Изобразить все попарно неизоморфные 6-вершинные графы без петель и кратных ребер, состоящие: из 4 компонент; 2) из 3 компонент; 3) из одной компоненты и имеющие 7 ребер и 2 висячие вершины.
4. Сколько существует попарно неизоморфных 6-вершинных графов без петель и кратных ребер со следующим набором степеней вершин: (2, 2, 3, 3, 3, 5)?

5. Сколько существует попарно неизоморфных, не имеющих петель и кратных ребер кубических графов с 6 вершинами? Есть ли среди них двудольные графы?
6. Существует ли 6-вершинный граф без петель и кратных ребер, имеющий такой набор степеней вершин: (2, 2, 2, 4, 5, 5)?
7. Выяснить, какие наборы степеней вершин могут быть у 6-вершинных связных графов без петель и кратных ребер, имеющих 7 ребер и содержащих вершину степени 2 и вершину степени 3. Для каждого допустимого набора степеней вершин построить пример соответствующего графа.
8. Показать, что в любом графе без петель и кратных ребер, содержащем не менее 2 вершин, найдутся 2 вершины с одинаковыми степенями.
9. Доказать, что для всякого  $n \geq 3$  существует  $n$ -вершинный связный граф без петель и кратных ребер, содержащий  $n-1$  вершин с неравными друг другу степенями.

### Контрольная работа №2

1. Построить ориентированный граф из 7 вершин и 14 дуг, содержащий один исток, один сток, одну изолированную вершину, одну регулярную вершину, одну петлю, пару одинаково направленных дуг, пару противоположно направленных дуг. С истоком и со стоком должно быть связано более двух дуг. Построить и проанализировать следующие способы представления графов: матрица смежности, матрица инцидентности, матрицы окрестностей вершин по входам и по выходам, список дуг.

2. Пусть имеются 5 пунктов, соединенных между собой дорогами так, что из любого пункта можно проехать в любой другой пункт. Известно время перевозки из пункта  $i$  в пункт  $j$ . Требуется найти такой маршрут, начинающийся в данном пункте, проходящий через все пункты и заканчивающийся в пункте выезда, чтобы его продолжительность была наименьшей.

3. В государстве 100 городов, и из каждого из них выходит 4 дороги. Сколько всего дорог в государстве?

4. Дан кусок проволоки длиной 120 см. Можно ли, не ломая проволоки, изготовить каркас куба с ребром 10 см?

5. Какое наименьшее число раз придется ломать проволоку, чтобы всё же изготовить требуемый каркас?

6. Грани некоторого многогранника раскрашены в два цвета так, что соседние грани имеют разные цвета. Известно, что все грани, кроме одной, имеют число рёбер, кратное 3. Доказать, что и эта одна грань имеет кратное 3 число рёбер.

7. Сколько существует попарно неизоморфных 6-вершинных графов без петель и кратных ребер, имеющих такой набор степеней вершин: (2, 2, 3, 3, 3, 5)?

8. Утверждают, что в одной компании из 5 человек каждый знаком с двумя другими. Возможна ли такая компания?

### Семестровое задание для самостоятельной работы

1. В стране Цифра есть 9 городов с названиями 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Путешественник обнаружил, что два города соединены авиалинией в том и только в том случае, если двузначное число, составленное из цифр-названий этих городов, делится на 3. Можно ли добраться из города 1 в город 9?

2. В государстве 100 городов, и из каждого из них выходит 4 дороги. Сколько всего дорог в государстве?

3. Докажите, что в дереве есть вершина, из которой выходит ровно одно ребро (такая вершина называется висячей).

4. В классе 30 человек. Может ли быть так, что 9 из них имеют по 3 друга (в этом классе), 11 – по 4 друга, а 10 – по 5 друзей?

5. Докажите, что при удалении любого ребра из дерева оно превращается в несвязный граф.

6. а) Дан кусок проволоки длиной 120 см. Можно ли, не ломая проволоки, изготовить каркас куба с ребром 10 см?

б) Какое наименьшее число раз придется ломать проволоку, чтобы всё же изготовить требуемый каркас?

7. Грани некоторого многогранника раскрашены в два цвета так, что соседние грани имеют разные цвета. Известно, что все грани, кроме одной, имеют число рёбер, кратное 3. Доказать, что и эта одна грань имеет кратное 3 число рёбер.

8. В компании у каждого двух людей ровно пять общих знакомых. Докажите, что количество пар знакомых делится на 3.

Подсказка

Выразите количество троек попарно знакомых людей через количество пар знакомых.

9. 12 шахматистов сыграли турнир в один круг. Потом каждый из них написал 12 списков. В первом только он, в  $(k+1)$ -м – те, кто были в  $k$ -м и те, у кого они выиграли. Оказалось, что у каждого шахматиста 12-й список отличается от 11-го. Сколько бы

10. Дано несколько белых и несколько чёрных точек. Из каждой белой точки идет стрелка в каждую чёрную, на каждой стрелке написано натуральное число. Известно, что если пройти по любому замкнутому маршруту, то произведение чисел на стрелках, идущих по направлению движения, равно произведению чисел на стрелках, идущих против направления движения. Обязательно ли тогда можно поставить в каждой точке натуральное число так, чтобы число на каждой стрелке равнялось произведению чисел на ее концах?

11. В стране Мера расположено несколько замков. Из каждого замка ведут три дороги. Из какого-то замка выехал рыцарь. Странствуя по дорогам, он из каждого замка, стоящего на его пути, поворачивает либо направо, либо налево по отношению к дороге, по которой приехал. Рыцарь никогда не

сворачивает в ту сторону, в которую он свернул перед этим. Доказать, что когда-нибудь он вернётся в исходный замок.

12. Между зажимами А и В включено несколько сопротивлений. Каждое сопротивление имеет входной и выходной зажимы. Какое наименьшее число сопротивлений необходимо иметь и какова может быть схема их соединения, чтобы при порче любых девяти сопротивлений цепь оставалась соединяющей зажимы А и В, но не было короткого замыкания? (Порча сопротивления: короткое замыкание или обрыв.)

13. В классе учится 15 мальчиков и 15 девочек. В день 8 Марта некоторые мальчики позвонили некоторым девочкам и поздравили их с праздником (никакой мальчик не звонил одной и той же девочке дважды). Оказалось, что детей можно единственным образом разбить на 15 пар так, чтобы в каждой паре оказались мальчик с девочкой, которой он звонил. Какое наибольшее число звонков могло быть сделано?

14. Докажите, что среди любых шести человек есть либо трое попарно знакомых, либо трое попарно незнакомых.

15. За круглым столом сидят несколько гостей. Некоторые из них знакомы между собой; знакомство взаимно. Все знакомые каждого гостя (считая его самого) сидят вокруг стола через равные промежутки. (Для другого человека эти промежутки могут быть другими.) Известно, что каждые двое имеют хотя бы одного общего знакомого. Докажите, что все гости знакомы друг с другом.

16. В классе больше 32, но меньше 40 человек. Каждый мальчик дружит с тремя девочками, а каждая девочка – с пятью мальчиками. Сколько человек в классе?

17. Можно ли провести в городе 10 автобусных маршрутов и установить на них остановки так, что какие бы 8 маршрутов ни были взяты, найдётся остановка, не лежащая ни на одном из них, а любые 9 маршрутов проходят через все остановки.

18. Изобразить все попарно неизоморфные 4-вершинные графы без петель и кратных ребер.

19. Построить все попарно неизоморфные несвязные 5-вершинные графы, не имеющие петель, кратных ребер и изолированных вершин.

20. Изобразить все попарно неизоморфные 6-вершинные графы без петель и кратных ребер, состоящие: из 4 компонент; 2) из 3 компонент; 3) из одной компоненты и имеющие 7 ребер и 2 висячие вершины.

21. Сколько существует попарно неизоморфных 6-вершинных графов без петель и кратных ребер со следующим набором степеней вершин: (2, 2, 3, 3, 3, 5)?

22. Сколько существует попарно неизоморфных, не имеющих петель и кратных ребер кубических графов с 6 вершинами? Есть ли среди них двудольные графы?

23. Существует ли 6-вершинный граф без петель и кратных ребер, имеющий такой набор степеней вершин: (2, 2, 2, 4, 5, 5)?

24. Выяснить, какие наборы степеней вершин могут быть у  $b$ -вершинных связных графов без петель и кратных ребер, имеющих 7 ребер и содержащих вершину степени 2 и вершину степени 3. Для каждого допустимого набора степеней вершин построить пример соответствующего графа.

25. Показать, что в любом графе без петель и кратных ребер, содержащем не менее 2 вершин, найдутся 2 вершины с одинаковыми степенями.

26. Доказать, что для всякого  $p \geq 3$  существует  $p$ -вершинный связный граф без петель и кратных ребер, содержащий  $p-1$  вершин с неравными друг другу степенями.

27. Лист бумаги разрезают на три части. Некоторые из полученных листов также разрезают на три части. Несколько новых листков вновь разрезают на три более мелкие части и так далее. Сколько получится листов бумаги если разрезают  $k$  листов?

28. Девять шахматистов проводит турнир в один круг (каждый из участников должен сыграть с каждым по одному разу). Покажите, что в любой момент найдутся двое, закончившие одинаковое количество партий.

29. Граф (без петель и кратных ребер) называется сама дополнительным, если он изоморфен своему дополнению. Дополнение графа – это граф с теми же вершинами, но с ребрами, которых нет в самом графе. Показать, что число вершин сама дополнительном графе либо кратное четырём (равно  $4 \cdot z$ ,  $z > 0$ ), либо равно  $4 \cdot z - 1$  ( $z > -1$ ).

30. Сколько существует попарно неизоморфных графов без петель и кратных ребер, в которых: а)  $n=6$ ,  $m=7$  и  $p=2$  ( $p$  – число компонентов связности); б)  $n=8$  и сумма всех степеней вершин  $> 52$ ?

31. Доказать, что если из связного мультиграфа удалить произвольное ребро, содержащиеся в некотором цикле, то новый мультиграф будет так же связан

### **Примерные темы рефератов**

1. Решение логических задач методами теории графов
2. Решение комбинаторных задач методами теории графов
3. Задача о четырех красках
4. Исторические задачи теории графов
5. Теория графов на уроках информатики
6. Теория графов на уроках математики
7. Биология и теория графов

### **Список вопросов к зачету с оценкой :**

1. Основные определения теории графов.
2. Степень вершины. Лемма о рукопожатиях.
3. Графы и бинарные отношения.
4. Маршруты, цепи, циклы
5. Алгоритмы нахождения кратчайших цепей.
6. Пути во взвешенных ориентированных графах.
7. Алгоритм Форда-Беллмана нахождения минимального пути.
8. Алгоритм нахождения максимального пути.
9. Цикломатическое число. Деревья, каркасы.
10. Нахождение фундаментальных циклов.
11. Цикломатическая матрица, матрица разрезов.
12. Эйлеровы графы, критерий эйлера графа.
13. Задача китайского почтальона и некоторые родственные задачи.
14. Гамильтоновы графы, достаточные условия.
15. Задачи, связанные с поиском гамильтоновых графов.
16. Раскраски графов.

### **Примерные темы курсовых работ**

1. Комбинаторная теория групп и графы.
2. Эйлеровы и гамильтоновы графы.
3. Графы и бинарные отношения.
4. Правильные раскраски графов.
5. Плоские и планарные графы.

### **5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценивание степени освоения обучающимися дисциплины осуществляется на основе «Положение о балльно - рейтинговой системе оценки успеваемости студентов МГОУ».

Сопоставимость рейтинговых показателей студента по разным дисциплинам и балльно - рейтинговой системы оценки успеваемости студентов обеспечивается принятием единого механизма оценки знаний студентов, выраженного в баллах, согласно которому 100 баллов — это полное усвоение знаний по учебной дисциплине, соответствующее требованиям учебной программы.

Основными формами текущего и итогового контроля являются устные опросы группы во время практических занятий, тестирование, контрольные работы, семестровое задание для самостоятельной работы и зачет с оценкой .

Проверка выполнения домашних заданий регулярно осуществляется преподавателем на занятиях. Также на занятиях проводятся текущие устные опросы студентов, тестирование, обсуждение хода выполнения семестрового задания.

Итоговая оценка знаний студентов по изучаемой дисциплине составляет

100 баллов, которые конвертируется в оценку по пятибалльной шкале (итоговая форма контроля – зачет), по следующей схеме:

Шкала оценок при 100-балльной системе за зачет с оценкой Оценка по 5-балльной системе Оценка по 100-балльной системе

| Шкала оценок при 100-балльной системе за экзамен Оценка по 5-балльной системе |                      |            | Оценка по 100-балльной системе |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------|--------------------------------|
| 5                                                                             | Отлично              | о зачтен   | 81 — 100                       |
| 4                                                                             | Хорошо               |            | 61 — 80                        |
| 3                                                                             | Удовлетворитель но   |            | 41 — 60                        |
| 2                                                                             | Неудовлетворите льно | не зачтено | 0 — 40                         |

Учебный семестр:

Общая оценка (100 баллов) складывается из оценки за текущую успеваемость (80 баллов) и оценки за зачет (20 баллов):

1) Посещение занятий – 2 балл.

За семестр – 36 баллов по числу занятий (лекции, практические).

2) Устный опрос – 2 балла

Всего 18 по числу практических занятий

3) Контрольная работа – 8 балла

Всего 16 баллов по числу работ

4) Реферат – 4 балла.

5) Выполнение заданий семестровой работы– 6 баллов.

6) Зачет с оценкой – 20 баллов.

Итого за учебный семестр – 100 баллов.

### ***Критерии оценивания устного опроса***

Если студент излагает материал последовательно и грамотно, делает необходимые обобщения и выводы, то ему выставляется 2 балла.

Если студент излагает материал неполно, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала, или имелись затруднения, или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после замечаний преподавателя, при этом студент делает необходимые обобщения и выводы, то ему выставляется 1 балл.

Если студент не раскрывает основного содержания учебного материала, демонстрирует незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, допускает ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые им не исправляются после нескольких замечаний преподавателя, то ему выставляется 0 баллов.

### ***Критерии оценивания контрольной работы***

Если студент правильно решил все задания и обосновал полученные результаты, то ему выставляется 8 баллов.

Если студент правильно решил все задания, но не смог обосновать полученные результаты, то ему выставляется 7 баллов.

Если студент правильно решил 60% - 80% всех заданий, но не смог обосновать полученные результаты, то ему выставляется 6 баллов.

Если студент правильно решил 50% всех заданий и обосновал полученные результаты, то ему выставляется 5 баллов.

Если студент правильно решил 50% всех заданий и обосновал не все полученные результаты, то ему выставляется 4-1 балл (в зависимости от количества и степени имеющихся ошибок и недочётов).

Если студент правильно решил менее 50% всех заданий и смог обосновать полученные результаты, то ему выставляется 1 балл.

Если студент правильно решил менее 50% всех заданий и не смог обосновать полученные результаты, то ему выставляется 0 баллов.

### ***Критерии оценивания рефератов***

|          | Критерии                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 балла  | Реферат по теме составлен самостоятельно, продемонстрировано умение излагать материал последовательно и грамотно, делать необходимые обобщения и выводы, презентация адекватно отражает содержание реферата                                                                                                                                                                                              |
| 3 балла  | реферат по теме составлен самостоятельно, продемонстрировано умение излагать материал последовательно и грамотно, делать необходимые обобщения и выводы, но нет презентации                                                                                                                                                                                                                              |
| 2 балла  | реферат по теме удовлетворяет требованиям на оценку в 3 баллов, но при этом допущены один–два недочета при освещении основного содержания темы, исправленные по замечанию преподавателя, или допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию преподавателя, или в реферате может быть недостаточно полно развернута аргументация |
| 1 балл   | неполно, непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала, или имелись затруднения, или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после замечаний преподавателя, или студент не может применить теорию в новой ситуации                            |
| 0 баллов | не раскрыто основное содержание учебного материала, обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые                                                                                                                                                                             |

|  |                                                        |
|--|--------------------------------------------------------|
|  | не исправлены после нескольких замечаний преподавателя |
|--|--------------------------------------------------------|

### ***Критерии оценивания семестрового задания***

Если студент правильно решил все задания и обосновал полученные результаты, то ему выставляется 6 баллов.

Если студент правильно решил 60% - 80% всех заданий, но не смог обосновать полученные результаты, то ему выставляется 5 баллов.

Если студент правильно решил 50% всех заданий и обосновал не все полученные результаты, то ему выставляется 4-2 балл (в зависимости от количества и степени имеющихся ошибок и недочётов).

Если студент правильно решил менее 50% всех заданий и смог обосновать полученные результаты, то ему выставляется 1 балл.

Если студент правильно решил менее 50% всех заданий и не смог обосновать полученные результаты, то ему выставляется 0 баллов.

### ***Критерии оценивания ответов студентов на зачете с оценкой***

| Баллы | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 19-20 | студент свободно ориентируется в теоретическом материале, знает формулировки определений, теорем и свойств, грамотно проводит доказательства теорем и свойств, правильно, аргументировано ответил на все дополнительные к билету экзамена вопросы, привел примеры, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников, без ошибок выполнил практическое задание |
| 15-18 | студент хорошо ориентируется в теоретическом материале, знает формулировки основных определений, теорем и свойств, грамотно проводит доказательства теорем и свойств, правильно ответил на дополнительные к билету экзамена вопросы, привел некоторые примеры, без ошибок выполнил практическое задание                                                                                |
| 11-14 | студент недостаточно свободно ориентируется в теоретическом материале, знает формулировки некоторых определений, теорем и свойств, проводит доказательства теорем и свойств, ошибается при ответе на дополнительные к билету экзамена вопросы, привел некоторые примеры, без ошибок выполнил практическое задание                                                                      |
| 7-10  | студент недостаточно свободно ориентируется в теоретическом материале, ошибается при формулировании основных определений, теорем и свойств, ошибается при доказательствах теорем и свойств (в зависимости от количества и степени имеющихся ошибок и недочётов), без ошибок выполнил практическое задание.                                                                             |
| 3-5   | студент плохо ориентируется в теоретическом материале,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | допускает ошибки в формулировках основных определений, теорем и свойств, ошибается при доказательствах теорем и свойств (в зависимости от количества и степени имеющихся ошибок и недочётов), допустил арифметическую ошибку в практическом задании.                                                                                                  |
| 1-2 | Если студент плохо ориентируется в теоретическом материале, не знает некоторые формулировки основных определений, теорем и свойств, приводит теоремы и свойства без доказательств, у студента возникают проблемы при применении теоретических сведений для решения типовых задач (в зависимости от количества и степени имеющихся ошибок и недочётов) |
| 0   | студент не ориентируется в теоретическом материале, не знает большинство формулировок основных определений, теорем и свойств и не умеет применять теоретические сведения для решения типовых задач, не выполнил практическое задание.                                                                                                                 |

### ***Критерии и шкала оценивания курсовой работы***

*Курсовая работа* рассматривается как самостоятельный вид учебной работы и оценивается по 100-бальной рейтинговой шкале.

Для оценки курсовых работ используется следующая схема рейтингового расчета:

| Раздел                                                                                            | Критерии                                                                                                                             | Рейтинговая оценка |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1. Самостоятельность выполнения работы                                                            | Работа написана самостоятельно                                                                                                       | 15                 |
|                                                                                                   | Работа носит частично самостоятельный характер                                                                                       | 10                 |
|                                                                                                   | Работа носит не самостоятельный характер                                                                                             | 0                  |
| 2. Содержание работы                                                                              | Полностью соответствует выбранной теме                                                                                               | 15                 |
|                                                                                                   | Частично соответствует выбранной теме                                                                                                | 10                 |
|                                                                                                   | Не соответствует теме                                                                                                                | 0                  |
| 3. Элементы исследования                                                                          | Определены цели и задачи исследования, сформулированы объект и предмет исследования, показана история и теория вопроса               | 15                 |
|                                                                                                   | Определены цели и задачи исследования, не четко определены объект и предмет исследования, частично показана история и теория вопроса | 10                 |
|                                                                                                   | Не определены цели и задачи исследования, не сформулированы объект и предмет исследования, не показана история и теория вопроса      | 0                  |
| 4. Цитирование и наличие ссылочного материала                                                     | Достаточно                                                                                                                           | 10                 |
|                                                                                                   | Частично                                                                                                                             | 5                  |
|                                                                                                   | Не использовались                                                                                                                    | 0                  |
| 5. Наличие собственных выводов, рекомендаций и предложений, собственной позиции и ее аргументации | Да                                                                                                                                   | 15                 |
|                                                                                                   | Нет                                                                                                                                  | 0                  |
| 6. Оформление работы                                                                              | Соответствует полностью требованиям                                                                                                  | 10                 |
|                                                                                                   | Соответствует частично требованиям                                                                                                   | 5                  |
|                                                                                                   | Не соответствует требованиям                                                                                                         | 0                  |

|                                |                                                      |    |
|--------------------------------|------------------------------------------------------|----|
| 7. Библиография по теме работы | Актуальна и составлена в соответствии с требованиями | 10 |
|                                | Актуальна и частично соответствует требованиям       | 5  |
|                                | Не соответствует требованиям                         | 0  |
| 8. Оценка на защите            | Владеет материалом                                   | 10 |
|                                | Частично владеет материалом                          | 5  |
|                                | Не владеет материалом                                | 0  |

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Основная литература

1. Баврин, И.И. Дискретная математика : учебник и задачник для прикл.бакалавриата / И. И. Баврин. - М. : Юрайт, 2017. - 208с. – Текст: непосредственный.

Баврин, И. И. Дискретная математика. Учебник и задачник : для прикладного бакалавриата / И. И. Баврин. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 193 с. — (Бакалавр. Прикладной курс). — ISBN 978-5-534-07065-1. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/432994> (дата обращения: 22.07.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей ЭБС Юрайт. — Текст : электронный.

2. Калитин Д.В., Основы дискретной математики: теория графов : практикум / Д.В. Калитин, О.С. Калитина - М. : МИСиС, 2017. - 67 с. - ISBN 978-5-906846-68-6 URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906846686.html> (дата обращения 22.07.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей ЭБС Консультант студента. — Текст: электронный.

3. Шевелев, Ю.П. Дискретная математика : учебное пособие / Ю.П. Шевелев. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 592 с. — ISBN 978-5-8114-4284-3. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118616> (дата обращения: 22.07.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «Лань» . — Текст : электронный

### 6.2. Дополнительная литература

1. Осипова В.А. Основы дискретной математики: учеб.пособие для вузов / В. А. Осипова. - М. : ФОРУМ-ИНФРА-М, 2006. - 160с.- Текст: непосредственный.
2. Редькин, Н.П. Дискретная математика : учебник / Н.П. Редькин. - Москва : Физматлит, 2009. - 263 с. - ISBN 978-5-9221-1093-8. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75709> (дата обращения 22.07.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей ЭБС Университетской библиотеки онлайн. — Текст: непосредственный.
3. Хаггарти Р. Дискретная математика для программистов / Р. Хаггарти. - 2-е изд.,доп. - М. : Техносфера, 2005. - 400с. — Текст: непосредственный.
4. Хаггарти Р., Дискретная математика для программистов / Хаггарти Р. -

- Издание 2-е, исправленное. - М. : Техносфера, 2012. - 400 с. - ISBN 978-5-94836-303-5 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363035.html> (дата обращения 22.07.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей ЭБС Консультант студента. — Текст : электронный.
5. Гашков, С. Б. Дискретная математика : учебник и практикум для академического бакалавриата / С. Б. Гашков, А. Б. Фролов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 448 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-04435-5. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/433206> (дата обращения: 22.07.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей ЭБС Юрайт. — Текст : электронный.
  6. Дискретная математика : учебное пособие для вузов / Д. С. Ананичев [и др.] ; под научной редакцией А. Н. Сесекина. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 108 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-08214-2. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/438245> (дата обращения: 22.07.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей ЭБС Юрайт. — Текст : электронный.
  7. Таранников, Ю. В. Дискретная математика. Задачник : учебное пособие для академического бакалавриата / Ю. В. Таранников. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 385 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01180-7. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/433218> (дата обращения: 22.07.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей ЭБС Юрайт. — Текст : электронный.
  8. Скорубский, В. И. Математическая логика : учебник и практикум для бакалавриата и специалитета / В. И. Скорубский, В. И. Поляков, А. Г. Зыков. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 211 с. — (Бакалавр и специалист). — ISBN 978-5-534-01114-2. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/433712> (дата обращения: 22.07.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей ЭБС Юрайт. — Текст : электронный.
  9. Гаврилов Г. П. Задачи и упражнения по дискретной математике / Г.П. Гаврилов, А.А. Сапоженко. - 3-е изд., перераб. - Москва : Физматлит, 2009. - 416 с. - ISBN 978-5-9221-0477-7. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=68128](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=68128) (дата обращения 22.07.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей ЭБС Университетская библиотека онлайн. — Текст : электронный.
  - 10.Андерсон Дж. Дискретная математика – М., Издательский дом “Вильямс”, 2004.
  - 11.Грэхем Р., Кнут Д., Паташник О. Конкретная математика. – М., Мир, 1998.
  - 12.Москинова Г.И. Дискретная математика. – М., Логос, 2007.
  - 13.Харари Ф. Теория графов. – М., 2003.

14. Дискретная математика : учебное пособие для вузов / Д. С. Ананичев [и др.] ; под науч. ред. А. Н. Сесекина. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 108 с.
15. Матросов В.Л., Стеценко В.А. Лекции по дискретной математике – М., МПГУ, 1997.
16. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов – М., 2002.
17. Орэ О. Теория графов – М., Наука, 1968.
18. Грехем Р., Кнут Д., Паташник О. Конкретная математика. - М.: Мир, 2000.

### **6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://www.alleng.ru>
2. <http://www.twirpx.com>
3. Научная электронная библиотека.
4. <http://elibrary.ru>
5. <http://www.znaniyum.com>
6. <http://www.pedlib.ru>
7. <http://www.gnpbu.ru>
8. <http://www.rsl.ru/ru/s2/s101>
9. <http://lib.walla.ru>
10. <http://www.iqlib.ru>

## **7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Грань Т.Н., Холина С.А. Методические рекомендации по проведению лекционных занятий.
2. Грань Т.Н., Холина С.А. Методические рекомендации по проведению лабораторных и практических занятий.

## **8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **Лицензионное программное обеспечение:**

Microsoft Windows

Microsoft Office

Kaspersky Endpoint Security

### **Информационные справочные системы:**

Система ГАРАНТ

Система «КонсультантПлюс»

### **Профессиональные базы данных**

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием.
- помещения для самостоятельной работы, укомплектованные учебной мебелью, персональными компьютерами с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду МГОУ;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные мебелью (шкафы/стеллажи), наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями;
- лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием: комплект учебной мебели, проектор, проекционная доска, персональный компьютер с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду МГОУ.