Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

Факультет информационных технологий и анализа данных
Кафедра эконометрики и математической экономики

УТВЕРЖДЕНА

решением кафедры системного анализа и информатики

Протокол от «03» сентября 2019 г.

№1

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.Б.04.04 Дискретная математика
(индекс и наименование дисциплины (модуля), в соответствии с учебным планом)

по направлению подготовки
38.03.05 Бизнес-информатика
(код и наименование направления подготовки)

Цифровой бизнес
направленность (профиль)

Бакалавр
квалификация выпускника

Очная
форма обучения

набор 2020 г.

Москва, 2019 г.

Автор–составитель:

д.ф.-м.н., профессор Кулемин А. В.

(ученое звание, ученая степень, должность) *(Ф.И.О.)*

Заведующий кафедрой эконометрики и математической экономики

(наименование кафедры)

к.ф.-м.н., доцент Носко В. П.

(ученая степень и(или) ученое звание) *(Ф.И.О.)*

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы…… 4
2. Объем и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы ……... 5
3. Содержание и структура дисциплины (модуля)……... 5
4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)……... 7
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)……... 20
6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)…… 21
   6.1. Основная литература…… 21
   6.2. Дополнительная литература…… 21
   6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы…… 21
   6.4. Нормативные правовые документы…….. 21
   6.5. Интернет-ресурсы……... 22
   6.6. Иные источники…….. 22
7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы …….. 22

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы

Дисциплина «Дискретная математика» обеспечивает овладение следующими компетенциями:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код этапа освоения компетенции	Наименование этапа освоения компетенции
ПК-17	способность использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования	ПК-17.2	способность использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования
ОПК-3	способность работать с компьютером как средством управления информацией, работать с информацией из различных источников, в том числе в глобальных компьютерных сетях	ОПК-3.4	Способен к самостоятельному использованию компьютера как средства управления информацией

Менеджер продуктов в области информационных технологий. Приказ Минтруда России от 20.11.2014 N 915н (Зарегистрировано в Минюсте России 18.12.2014 N 35273)

В результате освоения дисциплины у студентов должны быть сформированы:

ОТФ/ТФ (при наличии профстандарта)	Код этапа освоения компетенции	Результаты обучения
С - Управление серией продуктов и группой их менеджеров. Заказ и анализ результатов технологических исследований в интересах серии продуктов (С/01.6) Разработка бизнес-планов, ценовой политики и стратегии развития серии продуктов (С/02.6) Заключение партнерских соглашений и развитие отношений с партнерами (С/01.3) Управление бюджетом серии продуктов (С/01.4) Управление группой менеджеров продуктов (С/01.5) Продвижение продуктов(С/016) Заказ и контроль выполнения программы проектов по созданию, развитию, выводу на рынок и продажам продуктов серии (С/01.7) Управление патентами на технологии, создаваемые в рамках продуктов (С/01.8)	ПК-17.2, ОПК-3.4	на уровне знаний: знать дискретную математику; для теоретического и экспериментального исследования
		на уровне умений : умеет применять математические методы и инструментальные средства для исследования объектов профессиональной деятельности; - уметь применять системный подход к анализу и синтезу сложных систем - уметь строить математические модели объектов профессиональной деятельности - уметь использовать математические инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования;
		На уровне навыков: владеет навыками: решения задач дискретной математики. для теоретического и экспериментального исследования

ОТФ/ТФ (при наличии профстандарта)	Код этапа освоения компетенции	Результаты обучения
Разработка предложений по приобретению и продаже технологических, продуктовых и прочих интеллектуальных активов и организаций (С/01.9)		

2. Объем и место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО

Дисциплина «Дискретная математика» имеет индекс Б1.Б.04.04 входит в базовую часть, объем 144 академических часов, 4 з.е., изучается на 2 курсе в 4 семестре в соответствии с учебным планом. Количество академических часов, выделенных на контактную работу с преподавателем - 80 часов, на самостоятельную работу обучающихся - 28 часов; форма промежуточной аттестации – экзамен.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Дифференциальные и разностные уравнения».
Наименования последующих учебных дисциплин: «Теория вероятностей и математическая статистика», «Анализ данных», «Общая теория систем», «Исследование операций», «Логистика», «Стратегический менеджмент».

3. Содержание и структура дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Объем дисциплины, час.						Форма текущего контроля успеваемости[4], промежуточной аттестации
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				СР	
			Л	ЛР	ПЗ	КСР		
Очная форма обучения								
Тема 1	Теория множеств	18	4		10		4	Б
Тема 2	Математическая логика.	20	4		10		6	Б
Тема 3	Комбинаторика	24	4	2	12		6	Т1-3
Тема 4	Алгоритмы	24	4	2	12		6	КР-1
Тема 5	Теория графов	22	4		12		6	КР-2
	Промежуточная аттестация	36		-	-			Экзамен
	Всего по дисциплине	**144**	**20**	**4**	**56**		**28**	

** – при применении электронного обучения, дистанционных образовательных технологий в соответствии с учебным планом;*

*** – формы текущего контроля успеваемости: опрос (О), тестирование (Т), контрольная работа (КР), коллоквиум (К), эссе (Э), реферат (Р), диспут (Д) и др.*

Содержание дисциплины (модуля)

тема 1. множества, способы задания множеств. основные понятия теории множеств. объединение, пересечение, разность, дополнение. алгебра множеств. основные тождества (законы) алгебры множеств. парадокс рассела
тема 2. мощность множества. упорядоченные множества. кортеж. декартово произведение.
тема 3. соответствия, отношения и функции. бинарные отношения, способы их задания и свойства. специальные бинарные отношения алгебра отношений. n – арное отношение. изоморфизм.
тема 4. принцип сравнения бесконечных множеств. счетные и несчетные множества. континуум- гипотеза
раздел 2. математическая логика.
тема5. понятие высказывания. логические операции над высказываниями – отрицание, конъюнкция, дизъюнкция, импликация, эквиваленция. формулы логики высказываний. равносильные формулы алгебры логики, равносильные преобразования формул.
тема 6. функции алгебры логики. формула логики высказываний для представления произвольной функции алгебры логики. закон двойственности. полнота системы булевых функций.
тема 7. дизъюнктивная нормальная форма (днф) и совершенная дизъюнктивная нормальная форма (сднф). конъюнктивная нормальная форма (кнф) и совершенная конъюнктивная нормальная форма (скнф). проблема разрешимости в алгебре логики. тема 8. булевы функции. минимизация булевых функций в классе днф.
тема 9. логика предикатов. понятие предиката и логические операции над предикатами. кванторы и кванторные операции. понятие формулы логики предикатов и её значение. равносильные формулы логики предикатов.
раздел 3. комбинаторика.
тема 10. размещения, перестановки и сочетания с повторениями и без повторений.
тема 11. бином ньютона. свойства сочетаний. треугольник паскаля. теорема вандермонда. разбиения множества.задачи о распределении предметов.
раздел 4. алгоритмы.
тема 11. понятие алгоритма. разрешимые и перечислимые множества. вычислимые функции.
тема 12. порождающие грамматики. классификация грамматик и языков. операции над языками, регулярные языки. алгоритмическая разрешимость и перечислимость.
раздел 5. теория графов
тема 13. графы и сети. основные понятия и определения. ориентированные графы. изоморфизм и гомеоморфизм. маршруты, пути. матричное задание графов, матрицы смежности и инцидентности. булевы матрицы и операции над ними. объединение, пересечение графов. связность, матрицы связности.
тема 14. задачи поиска маршрутов (путей) в графе (орграфе). расстояние в графе, диаметр, радиус и центр графа. специальные пути. нагруженные графы.
тема 15. цепи, деревья и циклы (эйлеровы, гамильтоновы). остовное дерево связного графа. минимальные остовные деревья нагруженных графов.
тема 16. цикловой базис мультиграфа, алгоритм его нахождения. цикломатическая матрица мультиграфа.

4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

4.1. Формы и методы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.
4.1.1. В ходе реализации дисциплины…используются следующие методы текущего контроля успеваемости обучающихся:

- при проведении занятий лекционного типа: беседа (диалог) с обучающимися,
- при проведении занятий семинарского типа: тест, контрольная работа

Тема (раздел)	Методы текущего контроля успеваемости
Тема 1	Опрос
Тема 2	Опрос
Тема 3	Опрос
Тема 4	тест
Тема 5	Контрольная работа 1.
Тема 6	Контрольная работа 2.
Тема 7	Контрольная работа 3.

4.2. Материалы текущего контроля успеваемости.

В процессе изучения дисциплины могут выполняться 3 промежуточные контрольные задания. Результаты выполнения этих заданий является основанием для выставления оценок текущего контроля. Выполнение всех заданий является обязательным для всех студентов.

Темы контрольных работ:

теория множеств
комбинаторика
математическая логика,

Список вопросов для подготовки к экзамену:

Теория множеств.

Множества, способы задания множеств. Основные понятия теории множеств. Объединение, пересечение, разность, дополнение.

Алгебра множеств. Основные тождества (законы) алгебры множеств. Мощность множества. Упорядоченные множества.

Кортеж. Декартово произведение.

Соответствия, отношения и функции. Бинарные отношения, способы их задания и свойства.

Специальные бинарные отношения Алгебра отношений. n – арное отношение. Изоморфизм.Принцип сравнения бесконечных множеств. Счетные и несчетные множества. Континуум –гипотеза.

Математическая логика.

Элементы математической логики. Понятие высказывания. Логические операции над высказываниями – отрицание, конъюнкция, дизъюнкция, импликация, эквиваленция.

Формулы логики высказываний. Равносильные формулы алгебры логики, равносильные преобразования формул.

Формула логики высказываний для представления произвольной функции алгебры логики.

Закон двойственности. Полнота системы булевых функций.

Дизъюнктивная нормальная форма (ДНФ) и совершенная дизъюнктивная нормальная форма (СДНФ).

Конъюнктивная нормальная форма (КНФ) и совершенная конъюнктивная нормальная форма (СКНФ).

Проблема разрешимости в алгебре логики.

Минимизация булевых функций в классе ДНФ.

Логика предикатов. Понятие предиката и логические операции над предикатами.

Кванторы и кванторные операции.

Понятие формулы логики предикатов и её значение. Равносильные формулы логики предикатов.

Комбинаторика

Размещения, перестановки и сочетания с повторениями и без повторений.

Бином Ньютона. Свойства сочетаний. Треугольник Паскаля.

Теорема Вандермонда. Разбиения множества. Задачи о распределении предметов.

Теория алгоритмов.

Алгоритмы. Понятие алгоритма и его характерные черты – дискретность, детерминированность, массовость, результативность, элементарность шагов.

Разрешимые и перечислимые множества. Вычислимые функции.

Алфавит, слово, язык. Порождающие грамматики. Классификация грамматик и языков. Операции над языками, регулярные языки.

Алгоритмическая разрешимость и перечислимость.

Теория графов.

Графы и сети. Основные понятия и определения. Ориентированные графы. Изоморфизм и гомеоморфизм.

Маршруты, пути. Матричное задание графов, матрицы смежности и инцидентности. Булевы матрицы и операции над ними.

Объединение, пересечение графов. Связность, матрицы связности.

Задачи поиска маршрутов (путей) в графе (орграфе). Расстояние в графе, диаметр, радиус и центр графа. Специальные пути.

Нагруженные графы. Алгоритм решения задачи о путях во взвешенных орграфах.

Цепи, деревья и циклы (Эйлеровы, Гамильтоновы).

Остовное дерево связного графа. Минимальные остовные деревья нагруженных графов.

Цикловой базис мультиграфа, алгоритм его нахождения. Цикломатическая матрица мультиграфа.

Примеры типовых контрольных работ.

Тема 1.

1) Равны ли множества:

a) {{1, 2}, {2, 3}} и {1, 2, 3};

b) {{1, 2}} и {1, 2};

c) {x: x∈N и x < 5} и {x: x∈N и $(x+1)^2 < 29$}.

2) Верно ли, что {1, 2}∈{{1, 2, 3}, {1, 3}, 1, 2}.

3) Привести пример множеств A, B, C: A∈B, B∈C, но A∉C.

4) Упростить выражение

$$A \cap B \cap \left(\overline{A} \cap B\right) \cap \left(A \cup \overline{B}\right) \cup C \cap \overline{C}$$

5) Решить систему уравнений

а) $\begin{cases} A \cap X = B, \\ A \cup X = C, \end{cases}$

где *A, B, C* – данные множества и $B \subseteq A \subseteq C$.

б) $\begin{cases} A \setminus X = B, \\ X \setminus A = C, \end{cases}$

где *A, B, C* – данные множества и $B \subseteq A$, $A \cap C = \varnothing$.

в) $\begin{cases} A \setminus X = B, \\ X \cup A = C, \end{cases}$

где *A, B, C* – данные множества и $B \subseteq A \subseteq C$.

6. Установить биекцию между отрезком [0, 1] и отрезком [a, в].
7. Установить биекцию между интервалом (0, 1) и интервалом (–∞, +∞).
8. Рассмотреть основные элементарные функции и найти промежутки, на которых они являются биективным отображением.
9. Построить биекцию между окружностью единичного радиуса и отрезком [0, 1].
10. Доказать, что множество всех окружностей на плоскости, радиусы которых рациональные числа и координаты центра которых - рациональные числа, есть счетное множество.
11. Какова мощность множества всех треугольников на плоскости, вершины которых имеют рациональные координаты?
12. Какова мощность множества всех рациональных функций с целыми коэффициентами в числителе и знаменателе?
13. Пусть E – счетное множество точек на окружности. Можно ли повернуть окружность вокруг центра на некоторый угол φ так, чтобы множество E_φ, получившееся из E в результате поворота, не пересекалось
14. Доказать принцип двойственности: $C(A \cup B) = CA \cap CB$, $C(A \cap B) = CA \cup CB$.
15. Доказать равенства $A \cup (A \cap B) = A \cap (A \cup B) = A$.
16. Доказать равенства: а) $CCA = A$;
17. Определить множества $A \cup B$, $A \cap B$, $A \setminus B$, $B \setminus A$, $A \Delta B$, если: а) $A = \{x: 0 < x < 2\}$, $B = \{x: 1 \le x \le 3\}$;

б) $A = \{x: x^2 - 3x < 0\}$, $B = \{x: x^2 - 4x + 3 \geq 0\}$;
в) $A = \{x: |x - 1| < 2\}$, $B = \{x: |x - 1| + |x - 2| < 3\}$.

18.Пусть $A = \{x: 2 \leq x \leq 4\}$, $B = \{y: 1 \leq y \leq 3\}$. Изобразить на плоскости xOy множество точек $A \times B$.

19.Доказать, что $(A \cap B) \times (D \cap E) = (A \times D) \cap (B \times E)$.

20.Установите взаимно однозначное соответствие между всеми прямыми на плоскости и всеми точками координатной оси Ох.

Тема 2.

Доказать логические законы, используя таблицы истинности, и дать примеры их содержательной интерпретации

а) $\overline{X \vee Y} \Leftrightarrow \overline{X} \wedge \overline{Y}$; б) $(X \Rightarrow Y) \Leftrightarrow \overline{X} \vee Y$;

в) $X \vee (Y \wedge Z) \Leftrightarrow (X \vee Y) \wedge (X \vee Z)$;

а) $\overline{X \wedge Y} \Leftrightarrow \overline{X} \vee \overline{Y}$; б) $X \Rightarrow Y \Leftrightarrow \overline{X \wedge \overline{Y}}$;

в) $X \wedge (Y \vee Z) \Leftrightarrow (X \wedge Y) \vee (X \wedge Z)$.

3. Пусть P означает: «число *a* делится на число *b*», Q означает: «число *a* делится на число *c*» и R означает: «число *a* делится на произведение чисел *b* и *c*». Сформулировать предложения, записанные в виде формул

а) $P \wedge Q$; б) $P \wedge Q \Rightarrow R$;

а) $\overline{P} \wedge \overline{Q}$; б) $P \vee Q \Rightarrow \overline{R}$

4. Пусть R и D означают соответственно высказывания: «данный четырехугольник есть ромб» и «диагонали четырехугольника взаимно перпендикулярны». Записать в символической форме следующие высказывания и определить, если возможно, их значение:

а) Если данный четырехугольник есть ромб, то диагонали четырехугольника взаимно перпендикулярны;

б) Неверно, что если диагонали четырехугольника взаимно перпендикулярны, то данный четырехугольник есть ромб.

а) Четырехугольник не ромб, или диагонали четырехугольника взаимно перпендикулярны.

2. На плоскости Oxy задан предикат $P(x, y)$, множеством истинности которого является область, граница которой состоит из прямых отрезков, соединяющих последовательно точки с координатами (0, 0), (0, 2), (2,2), (2,1), (1,1), (1,0), (0,0).

Множества истинности предикатов $P_1(x, y)$, $P_2(x, y)$ определяются множествами точек $A(a_1, a_2) = \{a_1 \leq x \leq a_2\}$ и $B(b_1, b_2) = \{b_1 \leq y \leq b_2\}$ соответственно на плоскости Oxy, где a_k, b_k, $k = 1,2$ – действительные числа.

Используя логические операции, записать формулу предиката

3.На плоскости Oxy задан предикат $P(x, y)$, множеством истинности которого является область, граница которой состоит из прямых отрезков, соединяющих последовательно точки с координатами (0, 0), (3, 0), (3,2), (2,2), (2,1), (0,1), (0,0).

Множества истинности предикатов $P_1(x, y)$, $P_2(x, y)$ определяются множествами точек $A(a_1, a_2) = \{a_1 \leq x \leq a_2\}$ и $B(b_1, b_2) = \{b_1 \leq y \leq b_2\}$ соответственно на плоскости Oxy, где a_k, b_k, $k = 1,2$ – действительные числа.

Используя логические операции, записать формулу предиката $P(x, y)$.

4.. Дано множество $M=\{a, b\}$. Предикат $P(x, y)$, где x и $y \in M$, задан следующей таблицей

X	Y	$P(x, y)$
A	A	1
A	B	1
B	A	1
B	B	0

Определить значение истинности следующих высказываний и дать пример их содержательной интерпретации.

а) $\exists\, x\, P(x, a)$ б) $\forall\, y\, P(a, y)$ в) $\exists\, x \forall\, y\, P(x, y)$.

а) $\exists y\, P(a, y)$ б) $\forall\, x\, P(x, a)$ в) $\forall\, x\, \exists\, y\, P(x, y)$.

4. Записать в форме высказываний, введя необходимые обозначения предикатов, следующие предложения:

а) Все пассажиры автобуса – туристы.

б) В данной группе нет слушателей старше 30 лет.

в) Не все то золото, что блестит (использовать квантор общности).

а) Все слушатели в данной группе являются гражданами России .

б) Некоторые москвичи – слушатели данной группы.

в) Не все то золото, что блестит (использовать квантор существования).

5. Пусть $R(x)$ и $D(x)$ – предикаты, определенные на множестве четырехугольников, означающие соответственно: «данный четырехугольник x есть ромб» и «диагонали четырехугольника x взаимно перпендикулярны». Записать в символической форме следующие высказывания

а) Е сли четырехугольник есть ромб, то диагонали этого четырехугольника взаимно перпендикулярны;

б) Любой четырехугольник – не ромб, или его диагонали взаимно перпендикулярны. Неверно, что если диагонали четырехугольника взаимно перпендикулярны, то этот четырехугольник есть ромб.

6. Пусть $S(x, y, z)$ - предикат сложения (z является суммой x и y), рассматриваемый на множестве **Z** всех целых чисел и на множестве $\mathbf{N_0} = \mathbf{N} \cup \{0\}$ целых неотрицательных чисел. Какова содержательная интерпретация следующих формул и на каком множестве (**Z** или $\mathbf{N_0}$) они истинны?

а) $\forall\, y\, \exists\, x\;\; S(x, y, 0)$ б) $\forall\, z\, \forall\, x\, \exists\, y\;\; S(x, y, z)$.

а) $\exists y \forall x\, S(x, y, x)$ б) $\exists\, x \exists y\, S(x, y, -12)$

Тема 3.

1. А и В и еще 8 человек стоят в очереди. Сколькими способами можно расположить людей в очереди, чтобы А и В были отделены друг от друга тремя лицами?

2. Сколько четырехзначных чисел можно составить из цифр 0, 1, 2, 3, 4, 5 ,

а) цифры не повторяются;

б) цифры могут повторяться;

в) используются только нечетные цифры и могут повторяться;

г) должны получиться только нечетные числа и цифры могут повторяться.

3. В классе изучается 10 предметов. Сколькими способами можно составить расписание на понедельник, если в понедельник должно быть 6 уроков и все разные?

4. На одной прямой взято m точек, на параллельной ей прямой n точек. Сколько треугольников с вершинами в этих точках можно получить?

5. Сколько есть пятизначных чисел, которые читаются одинаково справа налево и слева направо, например, 67876.
6. Сколько разных делителей (включая 1 и само число) имеет число $3^5 \cdot 5^4$?
7. В прямоугольной матрице $A = \{a_{ij}\}$ m строк и n столбцов. Каждое $a_{ij} \in \{+1, -1\}$, причем произведение a_{ij} по любой строке или любому столбцу равно 1. Сколько таких матриц?

8. В комнате n лампочек. Сколько разных способов освещения комнаты, при которых горит:
а) ровно k лампочек ($k < n$);
б) хотя бы одна лампочка.
9.Сколько имеется четырехзначных чисел, у которых каждая следующая цифра больше предыдущей
10. Сколько имеется четырехзначных чисел, у которых каждая следующая цифра меньше предыдущей?
11. Имеются p белых и q черных шаров. Сколькими способами их можно выложить в ряд, чтобы никакие 2 черных шара не лежали рядом ($q \le p + 1$)?
12. Имеется p разных книг в красных переплетах и q разных книг в синих переплетах ($q \le p + 1$). Сколькими способами их можно расставить в ряд, чтобы никакие две книги в синих переплетах не стояли рядом?
13. Сколькими способами можно упорядочить {1, 2, ... n} чисел так, чтобы числа 1, 2, 3 стояли рядом в порядке возрастания ?
14. На собрании должны выступить 4 докладчика: A, B, C и D, причем B не может выступить раньше A. Сколькими способами можно установить их очередность.
15.Сколькими способами m + n + s предметов можно распределить на 3 группы, чтобы в одной группе было m предметов, в другой - n, в третьей - s предметов.
Сколько целых неотрицательных решений имеет уравнение
$x_1 + x_2 + ... + x_m = n$
17. Найти число векторов $\alpha = (\alpha_1\ \alpha_2\ ...\ \alpha_n)$, координаты которых удовлетворяют условиям:
1) $\alpha_i \in \{0, 1\}$;
2) $\alpha_i \in \{0, 1, ... k - 1\}$;
3) $\alpha_i \in \{0, 1, ... k_i - 1\}$;
4) $\alpha_i \in \{0, 1\}$ и $\alpha_1 + \alpha_2 + ... + \alpha_n = r$.
18. Каково число матриц $\{a_{ij}\}$, где $a_{ij} \in \{0,1\}$ и в которой m строк и n столбцов?
1) строки могут повторяться;
2) строки попарно различны

Тема 5.

1.Докажите, что вершины графа можно правильно покрасить в два цвета тогда и только тогда, когда в нем нет циклов нечетной длины. Такие графы называются двудольными.
2.В графе есть цикл нечетной длины. Докажите, что в нем есть несамопересекающийся цикл нечетной длины.
3.В графе между любыми двумя вершинами существует несамопересекающийся путь четной длины. Докажите, что между любыми двумя вершинами существует несамопересекающийся путь нечетной длины.
4.В графе есть несамопересекающийся цикл, проходящий через ребра a и b, а также есть несамопересекающийся цикл, проходящий через ребра b и c. Докажите, что есть несамопересекающийся цикл, проходящий через ребра a и c.
5.В группе из нескольких человек некоторые люди знакомы друг с другом, а некоторые - нет. Каждый вечер один из них устраивает ужин для всех своих знакомых и знакомит их друг с другом. После того, как каждый человек устроил хотя бы один ужин, оказалось,что

какие-то два человека все еще не знакомы. Докажите, что на следующем ужине им познакомиться тоже не удастся.
Эйлеровы графы.
6.Эйлеров цикл (путь) — цикл (путь), проходящий по всем ребрам
графа ровно по одному разу.
(a) Докажите, что в связном графе есть эйлеров цикл тогда и только тогда, когда степень каждой его вершины четна.
(b) При каком условии в графе существует эйлеров путь?
(c) При каком условии в ориентированном графе (т.е. в котором на ребрах задано направление; двигаться по ребру в пути можно только вдоль направления) существует эйлеров цикл?
7.В некотором обществе любые два знакомых не имеют общих знакомых, а любые два незнакомых имеют ровно двух общих знакомых. Докажите, что в этом обществе все имеют одинаковое число знакомых.
8.Дан граф, степень любой вершины которого не меньше k, где $k \geq 2$. Докажите, что в этом графе найдется простой цикл длины не меньшей, чем $k + 1$.
9.Все ребра связного графа раскрашены в 2 цвета. Из каждой вершины выходит поровну ребер обоих цветов. Докажите, что из любой вершины до любой другой можно добраться, каждый раз меняя цвет ребра.
10.Диаметр связного графа – наибольшее из расстояний между его вершинами. Пусть в связном графе диаметра d минимальная длина цикла $2d+1$. Докажите, что степени всех вершин равны.
11.Дан двусвязный граф, т.е. связный граф, который при удалении любого своего ребра остается связным. Двое игроков по очереди ставят стрелки на ребрах. Проигрывает игрок, после хода которого от какой-то вершины нельзя добраться до какой-нибудь другой, двигаясь только вдоль стрелок и по ребрам без стрелок. Докажите, что при правильной игре обоих соперников партия закончится вничью.
12.Постройте граф отношения "$x+y \leq 7$" на множестве $M=\{1,2,3,4,5,6\}$.
Определите его свойства.

Шкала оценивания текущего контроля.

10-бальная шкала	Традиционная шкала	«Зачтено»/ «Не зачтено»	Определение
10	Отлично	Зачтено	Полные, глубокие и систематические знания, знакомство с дополнительной литературой, полный и правильный ответ, творческий подход в понимании и изложении учебного материала, полное выполнение мероприятий текущего контроля.
9	Отлично	Зачтено	Полные, глубокие и систематические знания, полный и правильный ответ, полное выполнение мероприятий текущего контроля.
8	Отлично	Зачтено	Полные и систематические знания, отсутствие существенных неточностей в ответе, полное выполнение мероприятий текущего контроля.
7	Хорошо	Зачтено	Достаточно полные и систематические знания, отсутствие существенных неточностей в ответе, имеются погрешности при выполнении мероприятий текущего контроля.

10-бальная шкала	Традиционная шкала	«Зачтено»/ «Не зачтено»	Определение
6	Хорошо	Зачтено	Достаточно полные и систематические знания, отсутствие существенных неточностей в ответе, имеются погрешности при выполнении мероприятий текущего контроля.
5	Удовлетворительно	Зачтено	Знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и работы, имеются погрешности при выполнении мероприятий текущего контроля и при ответе.
4	Удовлетворительно	Зачтено	Знание основного учебного материала в минимальном объеме, необходимом для дальнейшей учебы и работы, имеются погрешности при выполнении мероприятий промежуточного контроля и при ответе.
3	Неудовлетворительно	Не зачтено	Имеются существенные погрешности при выполнении мероприятий текущего контроля, допущены существенные ошибки при ответе, необходима некоторая дополнительная работа.
2	Неудовлетворительно	Не зачтено	Имеются пробелы в знаниях по значительной части учебного материала, допущены существенные ошибки при ответе, необходима значительная дополнительная учебная работа.
1	Неудовлетворительно	Не зачтено	Не выполнены предусмотренные программой задания, не отработаны практические или лабораторные занятия, необходимы дополнительные занятия по соответствующей дисциплине.
0	Неудовлетворительно	Не зачтено	Нарушение академических норм (плагиат и т.п.)

4.3. Формы, методы (средства) промежуточной аттестации.

4.3.1. Для контроля усвоения данной дисциплины учебным планом предусмотрены экзамен *(в соответствии с учебным планом)*, которые проводятся в устной форме
На экзамен выносятся основные вопросы, рассматриваемые в рамках всего курса. Задания содержат вопросы, в которых необходимо использовать теоретические знания **(связь с компетенциями)** и практическое задание, демонстрирующие способность.
Основой для определения оценки на экзаменах служит объем и уровень усвоения студентами материала, предусмотренного программой данного курса и подведения итогов по результатам выполнения заданий текущего контроля успеваемости.
1.3.2. Оценочные средства промежуточной аттестации.

Билеты к экзамену

Экзаменационный билет № 1

1. Объединение, пересечение, разность, дополнение множеств.

2. . Доказать логические законы, используя таблицы истинности.

$\overline{X \vee Y} \Leftrightarrow \overline{X} \wedge \overline{Y}$;

Экзаменационный билет № 2

1. Основные тождества (законы) алгебры множеств.

2. Пусть R и D означают соответственно высказывания: «данный четырехугольник есть ромб» и «диагонали четырехугольника взаимно перпендикулярны». Записать в символической форме следующие высказывания и определить, если возможно, их значение:

а) Если данный четырехугольник есть ромб, то диагонали четырехугольника взаимно перпендикулярны;

б) Неверно, что если диагонали четырехугольника взаимно перпендикулярны, то данный четырехугольник есть ромб.

Экзаменационный билет № 3

1. СООТВЕТСТВИЯ, ОТНОШЕНИЯ И ФУНКЦИИ. БИНАРНЫЕ ОТНОШЕНИЯ, СПОСОБЫ ИХ ЗАДАНИЯ И СВОЙСТВА.

2. Дано множество $M=\{a, b\}$. Предикат $P(x, y)$, где x и $y \in M$, задан следующей таблицей

X	Y	$P(x, y)$
A	A	1
A	B	1
B	A	1
B	B	0

Определить значение истинности следующих высказываний а) $\exists\, x\, P(x, a)$ б) $\forall\, y\, P(a, y)$.

Экзаменационный билет № 4

1. ПРИНЦИП СРАВНЕНИЯ БЕСКОНЕЧНЫХ МНОЖЕСТВ. СЧЕТНЫЕ И НЕСЧЕТНЫЕ МНОЖЕСТВА. КОНТИНУУМ –ГИПОТЕЗА.

2. Пусть $R(x)$ и $D(x)$ – предикаты, определенные на множестве четырехугольников, означающие соответственно: «данный четырехугольник x есть ромб» и «диагонали четырехугольника x взаимно перпендикулярны». Записать в символической форме следующие высказывания

а) Если четырехугольник есть ромб, то диагонали этого четырехугольника взаимно перпендикулярны;

б) Любой четырехугольник – не ромб, или его диагонали взаимно перпендикулярны.

Экзаменационный билет № 5

1. ПОНЯТИЕ ВЫСКАЗЫВАНИЯ. ЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ НАД ВЫСКАЗЫВАНИЯМИ – ОТРИЦАНИЕ, КОНЪЮНКЦИЯ, ДИЗЪЮНКЦИЯ, ИМПЛИКАЦИЯ, ЭКВИВАЛЕНЦИЯ.

2. Даны множества: $X=\{1, 5\}$, $Y=\{1, 2, 4\}$, $Z=\{2, 5\}$.

Найти следующие множества,

а) $X \times Y$, *б)* $X \times Y \bigcap Z$,

Проверить выполнение свойств коммутативности (пример *а*) и дистрибутивности (пример *б*) операции прямого произведения.

Экзаменационный билет № 6

1. Формулы логики высказываний.
2. Доказать с помощью кругов Эйлера следующее тождество $\overline{X} \bigcap Y = \overline{X \bigcup \overline{Y}}$

Экзаменационный билет № 7

1.РАВНОСИЛЬНЫЕ ФОРМУЛЫ АЛГЕБРЫ ЛОГИКИ, РАВНОСИЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФОРМУЛ.

2.Доказать с помощью кругов Эйлера следующее тождество $\overline{X} \bigcap Y = \overline{X \bigcup \overline{Y}}$

Экзаменационный билет № 8

1.ДИЗЪЮНКТИВНАЯ НОРМАЛЬНАЯ ФОРМА (ДНФ) И СОВЕРШЕННАЯ ДИЗЪЮНКТИВНАЯ НОРМАЛЬНАЯ

ФОРМА (СДНФ).

2. Даны множества: *X*={1, 5}, *Y*={1, 2, 4}, *Z*={2, 5}.

Найти следующие множества

а) $X \times Y$, *б)* $X \times Y \bigcap Z$,

ПРОВЕРИТЬ ВЫПОЛНЕНИЕ СВОЙСТВ КОММУТАТИВНОСТИ (ПРИМЕР *А*) И ДИСТРИБУТИВНОСТИ (ПРИМЕР *Б*) ОПЕРАЦИИ ПРЯМОГО ПРОИЗВЕДЕНИЯ

Экзаменационный билет № 9

1 КОНЪЮНКТИВНАЯ НОРМАЛЬНАЯ ФОРМА (КНФ) И СОВЕРШЕННАЯ КОНЪЮНКТИВНАЯ НОРМАЛЬНАЯ ФОРМА (СКНФ).

2.На плоскости Oxy задан предикат $P(x, y)$, множеством истинности которого является область, граница которой состоит из прямых отрезков, соединяющих последовательно точки с координатами (0, 0), (0, 2), (2, 2), (2, 1), (1, 1), (1, 0), (0, 0).

Множества истинности предикатов $P_1(x, y)$, $P_2(x, y)$ определяются множествами точек $A(a_1, a_2) = \{a_1 \le x \le a_2\}$ и $B(b_1, b_2) = \{b_1 \le y \le b_2\}$ соответственно на плоскости Oxy, где a_k, b_k, $k = 1,2$ – действительные числа.

Используя операции над множествами, записать формулу получения множества истинности предиката $P(x, y)$.

Экзаменационный билет № 10

1. Кванторы и кванторные операции

2. Автомобильные номера состоят из трех букв (всего 30 букв) и четырех цифр (используется 10 цифр). Сколько автомобилей можно пронумеровать таким способом, чтобы никакие два автомобили не имели одинаковые номера?

Экзаменационный билет № 11

1. МИНИМИЗАЦИЯ БУЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ В КЛАССЕ ДНФ.

2.Выписать все элементы отношений $\rho = \langle X, R \rangle$ и ρ^{-1}, если

а) $X = \{1, 3, 5\}$, $R = \{\langle x, y \rangle : x \le y\}$,

б) $X = \{2, 4, 16, 22\}$, $R = \{\langle x, y \rangle :$ x является делителем $y\}$,

Экзаменационный билет № 12

1. Размещения и перестановки.

2. Для графа, представленного следующей матрицей инциденций, определить матрицу смежности и нарисовать диаграмму графа.

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

Экзаменационный билет № 13

1. Сочетания с повторениями и без повторений

2. Упростить выражение $A \cap B \cap \left(\overline{A} \cap B\right) \cap \left(A \cup \overline{B}\right) \cup C \cap \overline{C}$

Экзаменационный билет № 14

1. Размещения и перестановки с повторениями

2. Решить систему уравнений

$$\begin{cases} A \cap X = B, \\ A \cup X = C, \end{cases}$$

Экзаменационный билет № 15

1. Бином Ньютона.

2 Решить систему уравнений

$$\begin{cases} A \setminus X = B, \\ X \setminus A = C, \end{cases}$$

где A, B, C – данные множества и $B \subseteq A$, $A \cap C = \varnothing$.

Экзаменационный билет № 16

1. СВОЙСТВА СОЧЕТАНИЙ. ТРЕУГОЛЬНИК ПАСКАЛЯ.

2. Для графа, представленного следующей матрицей инциденций, определить матрицу смежности и нарисовать диаграмму графа.

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

Экзаменационный билет № 17

1. Теорема Вандермонда.

2. Для графа, представленного следующей матрицей смежности, определить матрицу инциденций и нарисовать диаграмму графа:

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

Экзаменационный билет № 18

1. ГРАФЫ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ. ТЕОРЕМА КУРАТОВСКОГО.

2. Построить биекцию между окружностью единичного радиуса и отрезком [0, 1].

Экзаменационный билет № 19

1. ПУТИ И ЦИКЛЫ. ЭЙЛЕРОВ ЦИКЛ. НЕОБХОДИМОЕ И ДОСТАТОЧНОЕ УСЛОВИЕ СУЩЕСТВОВАНИЯ ЭЙЛЕРОВА ЦИКЛА

2. Установить биекцию между интервалом (0, 1) и интервалом (–∞, +∞).

Экзаменационный билет № 20

1 МАТРИЧНОЕ ЗАДАНИЕ ГРАФОВ, МАТРИЦЫ СМЕЖНОСТИ И ИНЦИДЕНТНОСТИ.

2. Доказать, что множество всех окружностей на плоскости, радиусы которых рациональные числа и координаты центра которых - рациональные числа, есть счетное множество.

Экзаменационный билет № 21

1. Задача поиска наименьшего пути в графе.

2.Проверить, является ли отношением эквивалентности на множестве всех прямых на плоскости отношение «непересекающихся прямых».

Экзаменационный билет № 22

1. Двусвязные графы. Разрезающее множество ребер графа. Точка сочленения.

2. Сколько четырехзначных чисел можно составить из цифр 0, 1, 2, 3, 4, 5 , если:

а) цифры не повторяются; б) цифры могут повторяться;

Экзаменационный билет № 23

1. Двусвязные компоненты. Их свойства

2. На одной прямой взято m точек, на параллельной ей прямой n точек. Сколько треугольников с вершинами в этих точках можно получить?

Экзаменационный билет № 24

1. Планарные графы. Теорема Эйлера.

2. В комнате n лампочек. Сколько разных способов освещения комнаты, при которых горит: а) ровно k лампочек ($k < n$);б) хотя бы одна лампочка.

Экзаменационный билет № 25

1. Гомоморфные и изоморфные отображения графов. Соотношение между вершинами и ребрами
в планарном графе.

2. Сколько есть пятизначных чисел, которые читаются одинаково справа налево и слева направо, например, 67876.

Экзаменационный билет № 25

1. Гомоморфные и изоморфные отображения графов. Соотношение между вершинами и ребрами
в планарном графе.

2. Сколько есть пятизначных чисел, которые читаются одинаково справа налево и слева направо, например, 67876.

Этап освоения компетенции	**Показатель оценивания** *Что делает обучающийся (какие действия способен выполнить), подтверждая этап освоения компетенции*	**Критерий оценивания** *Как (с каким качеством) выполняется действие. Соответствует оценке «отлично» в шкале оценивания в РПД.*	**Оценка (баллы)**
ПК - 17.3	Использование методов исследований естественнонаучных дисциплин при проведении теоретических и экспериментальных исследований	Валидность используемых методов и достоверность получаемых результатов	Промежуточная аттестация экзамен тест
ОПК-3.4 Способен к самостоятельному использованию компьютера как средства управления информацией	Информационные продукты (документы) содержащие алгоритмы решения базовых классов задач (классификации, регрессии, кластеризации, ассоциации) бизнес-анализа данных организаций и предприятий	Разработанный алгоритм решения является оптимальным, результаты применимы для поддержки принятия решений	Тест

4.4. Методические материалы по проведению промежуточной аттестации

Экзамен проводится в соответствии с графиком учебного процесса с учетом проведения мониторинга уровня освоения компетенции по результатам выполнения самостоятельных заданий и контрольных работ. Оценивание осуществляется в соответствии со шкалой оценивания.

Студентам, не выполнившим домашние задания и (или) контрольные работы, по уважительным причинам, предоставляется возможность их выполнения и сдачи.

Для контроля усвоения данной дисциплины учебным планом предусмотрен экзамен *(в соответствии с учебным планом)*, который проводится в устной форме.

Экзаменационная оценка является итоговой по дисциплине и проставляется в приложение к диплому.

На экзамен выносятся основные вопросы, рассматриваемые в рамках всего курса. Основой для определения оценки на экзаменах служит объем и уровень усвоения студентами материала, предусмотренного программой данного курса.

Критерии оценки знаний, умений, навыков при сдаче экзамена:

- *оценка "отлично"* выставляется студенту, показавшему глубокое и всестороннее знание и понимание учебного материала, предусмотренного программой курса, грамотно и правильно отвечающему на все вопросы билета и дополнительные вопросы;
- *оценка "хорошо"* выставляется студенту, обнаружившему полное знание учебного материала, предусмотренного программой курса, без существенных недочетов, ответившему на все вопросы экзаменационного билета, но некоторые ответы являются не совсем полными.

- *оценка "удовлетворительно"* выставляется студенту, обнаружившему знание основного учебного материала, предусмотренного программой курса, в объеме необходимом для дальнейшей работы, но допустившему погрешности непринципиального характера в ответе на экзамене;
- *оценка "неудовлетворительно"* выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знании основного материала, предусмотренного программой курса, допустившему принципиальные ошибки в ответе на экзамене и при выполнении дополнительных экзаменационных заданий, предусмотренных программой.

Пересдача экзамена (в случае получения студентом оценки "неудовлетворительно") осуществляется в установленном порядке.

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины рассчитано на один семестр. Дисциплина включает 5 тем. На освоение каждой темы отводится от 13 до 16 часов аудиторной работы и от 1 до 2 самостоятельной.

1. Советы по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины. Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины: Изучение конспекта лекции в тот же день после лекции – 10-15 минут. Повторение лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут. Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю. Подготовка к практическому занятию – 1 час. Тогда общие затраты времени на освоение курса студентами составят около 2,5 часа в неделю.

2. Описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»). Следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий: 1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10-15 минут). 2. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10-15 минут). 3. В течение недели выбрать время для работы с литературой в библиотеке и для решения задач (по 1 часу). 4. При подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия и разобрать примеры на компьютере. Решая упражнение или задачу, – предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1-2 аналогичные задачи.

3. Рекомендации по работе с литературой. Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекций изучаются и книги по практическим занятиям. Литературу желательно изучать в библиотеке. Полезно использовать несколько учебников, однако легче освоить курс, придерживаясь одного учебника и конспекта. Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью после прочтения очередной главы желательно выполнить несколько простых упражнений на соответствующую тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе и попробовать ответить на следующие вопросы: о чем эта глава, какие новые понятия в ней введены, каков их смысл, для чего служат и какими свойствами обладают используемые здесь математические модели. При изучении теоретического материала всегда полезно рисовать схемы или графики.

5. Советы по подготовке к экзамену. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по дисциплине. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемых тем дисциплины. При подготовке к нужно освоить теорию: разобрать определения всех понятий структурного программирования, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых

задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо комментировать свои действия и не забывать о содержательной интерпретации.

6. Указания по организации работы с контрольно-измерительными материалами. При выполнении домашних заданий и подготовке к контрольной работе необходимо сначала прочитать теорию и изучить примеры по каждой теме. Решая конкретную задачу, предварительно следует понять, что требуется от Вас в данном случае, какой теоретический материал нужно использовать, наметить общую схему решения. Если задача решается «по образцу» рассмотренного на практическом занятии или в методическом пособии примера, то желательно после этого обдумать процесс решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.

6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1 Основная литература.

1. Осипова В. А. Основы дискретной математики: учебное пособие: гриф УМО / В. А. Осипова. - М.: Форум: ИНФРА-М, 2012.
2. Попов, А. М. Математика для экономистов : учебник для среднего профессионального образования / А. М. Попов, В. Н. Сотников ; под редакцией А. М. Попова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 566 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10640-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://www-biblio-online-ru.ezproxy.ranepa.ru:2443/bcode/430973
3. Журавлев, Ю. И. Дискретный анализ. Формальные системы и алгоритмы : учебное пособие для академического бакалавриата / Ю. И. Журавлев, Ю. А. Флеров, М. Н. Вялый. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 318 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-06279-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://www-biblio-online-ru.ezproxy.ranepa.ru:2443/bcode/436997
4. Гаврилов Г. П. Задачи и упражнения по дискретной математике: учебное пособие / Г. П. Гаврилов, А. А. Сапоженко. - 3-е изд., перераб. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.

6.2. Дополнительная литература.

1. Москинова Г. И. Дискретная математика. Математика для менеджера в примерах и упражнениях: учебное пособие: гриф МО / Г. И. Москинова. - М.: Логос, 2003.
2. Горбатов В. А. Дискретная математика: учебник для студентов втузов / В. А. Горбатов, А. В. Горбатов, М. В. Горбатова. - М. : АСТ ; : Астрель, 2006. - 447, [1] с. - (Высшая школа). - ISBN 5-17-019257-6 : 238-00.

6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.

1. Ласковец С.В. Методология научного творчества [Электронный ресурс]: Учебное пособие. – Москва : Евразийский открытый институт, 2010. – 32 с. – URL: http://www.biblioclub.ru/90384_Metodologiya_nauchnogo_tvorchestva_Uchebnoe_posobie.html
2. Радаев В.В. Как организовать и представить исследовательский проект. 75 простых правил. – Москва : ГУ-ВШЭ : Инфра-М, 2001. – 203 с.
3. Панкратов В.Н. Искусство управлять собой: Практическое руководство. – Москва: Издательство института психотерапии, 2001. – 256 с.
4. ПОЛОЖЕНИЕ об организации самостоятельной работы студентов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации» (в ред. приказа РАНХиГС от 11.05.2016 г. № 01-2211)

5. ПОРЯДОК освоения в РАНХиГС факультативных и элективных дисциплин (модулей) образовательных программ высшего образования - программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры. Приложение к приказу от 26 июля 2016 г. № 02-417.

6.4. Нормативные правовые документы.

1. Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "Об образовании в Российской Федерации" (с изм. и доп.).
2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 38.03.05 Бизнес-информатика (квалификация (степень) «бакалавр»), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «11» августа 2016 г. № 1002.
3. Нормативно-методические документы Минобрнауки России.
4. Устав Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ».

6.5. Интернет-ресурсы, справочные системы.

1. Сайт компании AnyLogic. (http://www.anylogic.ru).
2. Сайт национального общества имитационного моделирования. (http://simulation.su/ru.html).
3. AnnualReviews [Электронный ресурс]. – URL: http://arjournals.annualreviews.org/.
4. EbscoHost [Электронный ресурс]. – URL: http://www.ebscohost.com/.
5. e-Library.ru [Электронный ресурс]: Научная электронная библиотека. – URL: http://elibrary.ru/.
6. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. – URL: http://cyberleninka.ru//
7. ProQuest [Электронный ресурс]. – URL: http://search.proquest.com/index.
8. http://www.hr-training.net
9. http://www.lseptember.ru
10. http://www.tolerance.ru
11. Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс] // Академик. – URL: http://dic.academic.ru.
12. Университетская библиотека online [Электронный ресурс]. – URL: http://biblioclub.ru/.
13. Консультант Плюс http://www.consultant.ru/law/hotdocs/t7/

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для реализации данной дисциплины (модуля), необходимы специализированные компьютерные аудитории для проведения всех видов контактной и самостоятельной работы. Аудитории должны быть оборудованы компьютерами в соответствии с минимальными техническими требованиями. Количество рабочих мест обучаемых должно быть не менее количества студентов в учебной группе. При использовании виртуальных машин должен быть единый защищенный сетевой ресурс, на котором обучаемые смогут сохранять результаты своей работы. В обязательном порядке в аудитории должна присутствовать проекционная аппаратура, обеспечивающая как показ презентаций по теме занятий, так и демонстрацию работы преподавателя в среде разработки в реальном режиме времени. Оборудование класса должно обеспечивать выход преподавателя и обучаемых в глобальную сеть Интернет для выполнения учебных

занятий. К обязательному программному обеспечению для поддержки образовательного процесса необходимо отнести: MS Excel.

7.2. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

При осуществлении образовательного процесса применяются информационные технологии, необходимые для подготовки презентационных материалов и материалов к занятиям (компьютеры с программным обеспечением для создания и показа презентаций, с доступом в сеть «Интернет», поисковые системы и справочные, профессиональные ресурсы в сети «Интернет»).

Содержание дисциплины размещено на сайте информационно-коммуникационной сети Интернет: ranepa.ru/.

7.3. Необходимое программное обеспечение

Для подготовки презентаций и их демонстрации необходима программа Impress из свободного пакета офисных приложений OpenOffice (или иной аналог с коммерческой или свободной лицензией).

Для контактной и самостоятельной работы используются мультимедийные комплексы, электронные учебники и учебные пособия, адаптированные к ограничениям здоровья обучающихся. Информационные средства обучения: электронные учебники, учебные фильмы по тематике дисциплины, презентации, интерактивные учебные и наглядные пособия, технические средства предъявления информации (многофункциональный мультимедийный комплекс) и контроля знаний (тестовые системы).