

Учреждение образования  
«Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой»

**УТВЕРЖДАЮ**

Ректор учреждения образования  
«Полоцкий государственный  
университет имени  
Евфросинии Полоцкой»

 Ю.Я. Романовский  
«30» \_\_\_\_\_ 2023 г.

Регистрационный № УД-895/23уч.

**МОДУЛЬ «АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ»**

**ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА**

Учебная программа учреждения образования  
по учебной дисциплине для специальности  
6-05-0533-12 «Кибербезопасность»

2023 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта по специальности высшего образования ОСВО 6-05-0533-12-2023 и учебного плана по специальности 6-05-0533-12 «Кибербезопасность». Регистрационный № 14-23/ уч. ФКНЭ от 04.04.2023г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

СКОРОМНИК ОКСАНА ВАЛЕРЬЕВНА, доцент кафедры математики и компьютерной безопасности учреждения образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой», кандидат физико-математических наук, доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой математики и компьютерной безопасности учреждения образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой» (протокол № 6 от «30» 05 2023 г.)

Методической комиссией факультета компьютерных наук и электроники учреждения образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой» (протокол № 10 от «22» 06 2023 г.)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Дискретная математика и математическая логика» относится к модулю «Анализ и обработка данных» компонента учреждения образования и состоит из двух частей. Первая часть посвящена математической логике – разделу математики, в котором изучаются правильные способы рассуждений, позволяющие из верных посылок получать верные заключения. Математическая логика знакомит студентов со стандартной математической нотацией, основными методами построения математических доказательств, некоторым эталоном математической строгости – с тем, что в совокупности составляет основу общей математической культуры, формирование которой у начинающих студентов является одной из важнейших задач университетского математического образования. Кроме этого, демонстрируется применение аппарата математической логики для решения широкого класса логических и игровых задач, а также задач синтеза релейно- контактных схем. Вторая часть, посвященная дискретной математике, призвана дать студенту представление о базовых дискретных объектах и основных методах работы с подобными объектами, ввести в круг идей и понятий, связанных с дискретностью, а также подготовить его к их восприятию на более высоком уровне при изучении других учебных дисциплин («Теория вероятностей и математическая статистика», «Алгоритмы и структуры данных»). Основой для изучения учебной дисциплины «Дискретная математика и математическая логика» служат учебные дисциплины «Аналитическая геометрия и линейная алгебра» и «Математический анализ».

**Цель преподавания дисциплины** обучение методам решения задач, характерных для дискретной математики, и соответствующему логико-комбинаторному стилю мышления, формирование у студентов современного математического кругозора, овладения навыками логико-комбинаторного мышления.

При изложении содержания учебной дисциплины важно продемонстрировать примеры, иллюстрирующие ключевые конструкции математической логики и дискретной математики, а также обратить внимание на эффективность применения аппарата математической логики и теории множеств при формализации и решении прикладных задач.

**Основные задачи**, решаемые при изучении учебной дисциплины «Дискретная математика и математическая логика»:

– ознакомление студентов с такими фундаментальными понятиями как высказывание, предикат, множество, полнота, замкнутость, алгоритм и др.;

– обучение правильной записи математических утверждений с помощью логических и теоретико-множественных конструкций;

– применение методов математической логики и теории множеств для решения задач перечислительной комбинаторики и теории графов;

– обучение методам сравнения и классификации массовых проблем и алгоритмов по их сложности.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен **знать:**

- базовые понятия теории множеств;
- основные логические операции и равносильности;
- классические комбинаторные объекты;
- элементарные булевы функции и функции многозначной логики;
- основные понятия и факты теории графов;
- элементы теории формальных грамматик и языков;
- классические модели вычислений (машины Тьюринга и частично-рекурсивные функции);
- начальные сведения о классах сложности  $P$  и  $NP$ ;
- основные примеры кодов;

**уметь:**

- переводить предложения на формальный язык логики высказываний;
- применять логику предикатов для описания математических понятий;
- решать базовые комбинаторные задачи;
- строить специальные представления булевых функций;
- исследовать на полноту системы булевых функций;
- исследовать на изоморфизм простейшие графы, определять связность, двудольность и планарность графов;
- анализировать и строить конкретные грамматики;
- программировать на языке машин Тьюринга;
- определять принадлежность числовых функций к классам примитивно-рекурсивных, частично-рекурсивных и общерекурсивных функций;

**владеть:**

- методами комбинаторного анализа и теории графов;
- методами исследования булевых функций;
- методами построения формальных грамматик и анализа языков;
- навыками программирования на языке машин Тьюринга.

Освоение учебной дисциплины «Дискретная математика и математическая логика» должно обеспечить формирование следующей **специализированной компетенции:**

СК-26: Понимать предмет и объекты дискретной математики и математической логики, использовать основные приемы разработки эффективных алгоритмов и знания об основных структурах данных для решения прикладных задач.

В соответствии с учебным планом специальности на изучение учебной дисциплины отводится:

Форма получения образования	Дневная	
	1	2
Курс	1	2
Семестры	2	3
Лекции, часов	34	34
Практические занятия, часов	34	34
Аудиторных часов по учебной дисциплине	68	68
Самостоятельная работа студента, часов	40	40
Всего часов по учебной дисциплине	108	108
Трудоемкость учебной дисциплины, з.е.	3	3
Форма промежуточной аттестации	зачет	экзамен

Дневная форма: всего 216 часов, из них аудиторных 136 часов. Трудоемкость учебной дисциплины – 6 з.е.

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

## Раздел 1. Элементы теории множеств.

*Тема 1.1 Множества. Операции над множествами. Мощность множества.*

Множество. Способы задания множеств. Подмножество. Универсум. Булеан. Операции над множествами. Декартово произведение множеств. Конечные, счетные, континуальные множества. Мощность множества.

*Тема 1.2 Мощность множества.*

Конечные, счетные, континуальные множества. Мощность множества.

*Тема 1.3 Элементы комбинаторики.*

Комбинаторные принципы сложения и умножения. Вывод формул перестановок, сочетаний и размещений. Формула включений и исключений. Бином Ньютона и свойства биномиальных коэффициентов. Полиномиальная формула.

*Тема 1.4 Бинарные отношения.*

Бинарное отношение. Способы задания отношений. Обратное отношение. Композиция отношений. Свойства бинарных отношений. Отношение эквивалентности, отношение частичного порядка.

*Тема 1.5 Отображения*

Функция. Область определения функции, область значений функции. Образ, прообраз. Свойства отображений. Обратное отображение. Композиция отображений. Основные алгебраические системы.

## Раздел 2. Булевы функции.

*Тема 2.1 Высказывания.*

Высказывания. Логические операции над высказываниями.

Формулы логики высказываний. равносильные формулы, тавтологии, противоречия. Теорема о постановке формулы вместо переменной. Теорема о замене подформулы на равносильную ей.

*Тема 2.2 Логическое следование.*

Логическое следование. Теорема о логическом следствии. Важнейшие правила следования.

*Тема 2.3 Приложения логики высказываний.*

Приложения логики высказываний к анализу рассуждений, синтезу релейно-контактных схем и решению логических задач.

*Тема. 2.4 Логика предикатов.*

Предикаты и операции над ними. Классификация предикатов.

*Тема. 2.5 Формулы логики предикатов.*

Формулы логики предикатов и их интерпретация.

*Тема. 2.6 Основные типы формул логики предикатов.*

Основные типы формул логики предикатов. Проблемы разрешения для общезначимости и выполнимости формул логики предикатов.

*Тема 2.7 Минимизация логических функций.*

Минимизация логических функций. Многочлены И. И. Жегалкина и их применение. Контактные (переключательные) схемы и их минимизация. Классы булевых функций. Полнота и базис системы булевых функций: теорема о функциональной полноте, примеры функционально полных базисов.

*Тема. 2.8 Приведенная и нормальная формы для формул предикатов.*

Приведенная и нормальная формы для формул предикатов. Применение логики предикатов для описания математических понятий.

### **Раздел 3. Основы теории конечных автоматов.**

*Тема 3.1 Конечные автоматы.*

Конечные автоматы. Структура. Способы задания. Конечные автоматы Мили и Мура. Основная теорема теории конечных автоматов.

*Тема 3.2 Практические методы анализа и синтеза конечных автоматов.*

Практические методы анализа и синтеза конечных автоматов. Минимизация конечных автоматов без выходов.

*Тема 3.3 Детерминированные и стохастические автоматы.*

Детерминированные и стохастические автоматы. Оценка числа внутренних состояний конечного автомата при реализации основных комбинаторных конфигураций.

*Тема 3.4 Автоматные базисы и проблема полноты.*

Автоматные базисы и проблема полноты. Эквивалентность в автоматах.

### **Раздел 4. Основы теории графов.**

#### *Тема 4.1 Графы, орграфы.*

Основные понятия графов и орграфов. Связность графов. Изоморфизм графов. Степень вершин. Представление графов в компьютере.

[Выявление маршрутов с заданным количеством ребер (дуг). Упорядочение вершин и дуг орграфа.]

#### *Тема 4.2 Деревья. Остовные деревья.*

Деревья. Остовные деревья. Методы построения остовных деревьев. Теорема Кирхгофа. Алгоритм Краскала и алгоритм Прима.

#### *Тема 4.3 Алгоритм Дейкстры.*

Нахождение кратчайших путей. Алгоритм Дейкстры.

#### *Тема 4.4 Эйлеровы и гамильтоновы циклы.*

Пути и циклы Эйлера. Пути и циклы Гамильтона. Задача коммивояжера. Алгоритм Литтла.

#### *Тема 4.5 Планарные графы.*

Планарные графы. Грань, граница. Теорема Эйлера. Критерии планарности графов.

#### *Тема 4.6 Сети. Поток в сетях.*

Сеть. Пропускная способность дуги. Поток в сети. Постановка задачи о построении максимального потока в сети. Разрез на сети. Теорема Форда–Фалкерсона.

#### *Тема 4.7 Кратчайшие дуги.*

Длина дуг. Алгоритм Флойда. Алгоритм Дейкстры. Дерево кратчайших путей. Кратчайшие пути в бесконтурном орграфе.

#### *Тема 4.8 Паросочетания.*

Паросочетание. Методы построения максимального паросочетания. Задача о назначениях.

#### *Тема 4.9 Элементы сетевого планирования*

Сетевой график. Работа, событие. Построение сетевого графика. Основные параметры сетевого графика.

### **Раздел 5. Циклы, независимость и раскраска.**

#### *Тема 5.1 Логические связи.*

Высказывания. Формулы. Интерпретация. Логическое следование и логическая эквивалентность. Фундаментальная система циклов и циклический ранг. Фундаментальная система разрезов и коциклический ранг.

#### *Тема 5.2 Эйлеровы циклы.*

Эйлеровы графы. Алгоритм построения эйлерова цикла в эйлеровом графе. Оценка числа эйлеровых графов.



*Тема 5.3 Гамильтоновы циклы.*

Гамильтоновы графы. Задача коммивояжера.

*Тема 5.4 Независимые и покрывающие множества.*

Покрывающие множества вершин и ребер. Независимые множества вершин и ребер. Связь чисел независимости и покрытий.

*Тема 5.5 Построение независимых множеств вершин.*

Постановка задачи отыскания наибольшего независимого множества вершин. Поиск с возвратами. Алгоритм построения максимальных независимых множеств вершин.

*Тема 5.6 Доминирующие множества.*

Минимальное и наименьшее множество. Доминирование и независимость. Задача о наименьшем покрытии. Связь задачи о наименьшем покрытии с другими задачами.

*Тема 5.7 Раскраска графов.*

Оценки хроматического числа. Хроматические числа графа и его дополнения. Точный алгоритм раскрашивания. Укладка графов. Эйлерова характеристика. Теорема о пяти красках.

*Тема 5.8 Планарность.*

Укладка графов. Эйлерова характеристика. Теорема о пяти красках.

**Учебно-методическая карта учебной дисциплины  
«Дискретная математика и математическая логика»  
Дневная форма получения высшего образования**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические занятия	семинарские занятия	Лабораторные занятия	управляемая самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>2 семестр</b>		<b>34</b>	<b>34</b>					
<b>Раздел I. Элементы теории множеств.</b>								
<i>Тема 1.1.</i>	<i>Множества. Операции над множествами. Множество. Способы задания множеств. Подмножество. Универсум. Булеан. Операции над множествами. Декартово произведение множеств.</i>	2	2				[2, 6, 7, 8, 10, 12]	
<i>Тема 1.2</i>	<i>Мощность множества. Конечные, счетные, континуальные множества. Мощность множества.</i>	2	2				[2, 6, 7, 8, 10, 12]	ОАЛ*
<i>Тема 1.3</i>	<i>Элементы комбинаторики. Комбинаторные принципы сложения и умножения. Вывод формул перестановок, сочетаний и размещений. Формула включений и исключений. Бином Ньютона и свойства биномиальных коэффициентов. Полиномиальная формула.</i>	2	2				[2, 6, 7, 8, 10, 12]	ОАЛ*
<i>Тема 1.4</i>	<i>Бинарные отношения. Бинарное отношение. Способы задания отношений. Обратное отношение. Композиция отношений. Свойства бинарных отношений. Отношение эквивалентности, отношение частичного порядка.</i>	2	2				[2, 6, 7, 8, 10, 12]	ОАЛ*
<i>Тема 1.5</i>	<i>Отображения. Функция. Область определения функции, область значений функции. Образ, прообраз. Свойства отображений. Обратное</i>	2	2				[2, 6, 7, 8, 10, 12, 23,	ОАЛ*

	отображение. Композиция отображений. Основные алгебраические системы.						24]	
<b>Раздел II. Булевы функции.</b>								
Тема 2.1.	<i>Высказывания. Предикаты.</i> Высказывания. Предикаты. Логические операции над высказываниями. Формулы логики высказываний. Применение алгебры высказываний в технике. Булевы алгебры.	2	2				[2, 6, 7, 8, 10, 12, 23, 24]	ОАЛ*
Тема 2.2.	<i>Логическое следование.</i> Логическое следование. Теорема о логическом следствии. Важнейшие правила следования.	2	2				[2, 6, 7, 8, 10, 12, 23, 24]	ОАЛ*
Тема 2.3	<i>Приложения логики высказываний.</i> Приложения логики высказываний к анализу рассуждений, синтезу релейно-контактных схем и решению логических задач.	2	2				[2, 6, 7, 8, 10, 12]	ОАЛ*
Тема 2.4	<i>Логика предикатов.</i> Предикаты и операции над ними. Классификация предикатов.	2	2				[1,2,8, 12]	
Тема. 2.5	<i>Формулы логики предикатов.</i> Формулы логики предикатов и их интерпретация.	2	2				[1,2,8, 12]	ОАЛ*
Тема. 2.6	<i>Основные типы формул логики предикатов.</i> Основные типы формул логики предикатов. Проблемы разрешения для общезначимости и выполнимости формул логики предикатов.	2	2				[1,2,8, 12]	ОАЛ*
Тема 2.7	<i>Минимизация логических функций.</i> Минимизация логических функций. Многочлены И. И. Жегалкина и их применение. Контактные (переключательные) схемы и их минимизация. Классы булевых функций. Полнота и базис системы булевых функций: теорема о функциональной полноте, примеры функционально полных базисов.	2	2				[1,2,8, 12]	ОАЛ*
Тема. 2.8	<i>Приведенная и нормальная формы для формул предикатов.</i> Приведенная и нормальная формы для формул предикатов. Применение логики предикатов для описания математических понятий.	2	2				[1,2,8, 12]	КР*

<b>Раздел III. Основы теории конечных автоматов.</b>								
Тема 3.1	<i>Конечные автоматы.</i> Конечные автоматы. Структура. Способы задания. Конечные автоматы Мили и Мура. Основная теорема теории конечных автоматов.	2	2				[2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	
Тема 3.2	<i>Практические методы анализа и синтеза конечных автоматов.</i> Практические методы анализа и синтеза конечных автоматов. Минимизация конечных автоматов без выходов.	2	2				[2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	ОАЛ*
Тема 3.3	<i>Детерминированные и стохастические автоматы.</i> Детерминированные и стохастические автоматы. Оценка числа внутренних состояний конечного автомата при реализации основных комбинаторных конфигураций.	2	2				[2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	
Тема 3.4	<i>Автоматные базисы и проблема полноты.</i> Автоматные базисы и проблема полноты. Эквивалентность в автоматах.	2	2				[2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	ОАЛ*
<b>3 семестр</b>		<b>34</b>	<b>34</b>					
<b>Раздел IV. Основы теории графов.</b>								
Тема 4.1.	<i>Графы, орграфы.</i> Основные понятия графов и орграфов. Связность графов. Изоморфизм графов. Степень вершин. Представление графов в компьютере.	2					[2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	
	Выявление маршрутов с заданным количеством ребер (дуг). Упорядочение вершин и дуг орграфа.		2				[2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	ОАЛ*
Тема 4.2.	<i>Деревья. Остовные деревья.</i> Деревья. Остовные деревья. Методы построения остовных деревьев. Теорема Кирхгофа.	2					[2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	
	Алгоритм Краскала и алгоритм Прима.		2				[2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	ОАЛ*
Тема 4.3	<i>Алгоритм Дейкстры.</i> Нахождение кратчайших путей. Алгоритм Дейкстры.	2	2				[2, 3, 5, 6, 7, 8,	ОАЛ*

							10, 12]	
Тема 4.4	<i>Эйлеровы и гамильтоновы циклы.</i> Пути и циклы Эйлера. Пути и циклы Гамильтона. Задача коммивояжера.	2					[2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	
	Алгоритм Литтла.		2				[2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	ОАЛ*
Тема 4.5	<i>Планарные графы.</i> Планарные графы. Грань, граница. Теорема Эйлера. Критерии планарности графов.	2	2				[2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	ОАЛ*
Тема 4.6	<i>Сети. Поток в сетях.</i> Сеть. Пропускная способность дуги. Поток в сети. Постановка задачи о построении максимального потока в сети.	2	2				[2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	ОАЛ*
	Разрез на сети. Теорема Форда–Фалкерсона.		2				[2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	
Тема 4.7	<i>Кратчайшие дуги.</i> Длина дуг. Алгоритм Флойда. Алгоритм Дейкстры. Дерево кратчайших путей.	2					[2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	
	Кратчайшие пути в бесконтурном орграфе.		2				[2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	ОАЛ*
Тема 4.8	<i>Паросочетания.</i> Паросочетание. Методы построения максимального паросочетания.	2					[2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	ОАЛ*
	Задача о назначениях.		2				[2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	КР*
Тема 4.9	<i>Элементы сетевого планирования</i> Сетевой график. Работа, событие. Построение сетевого графика. Основные параметры сетевого графика.	2	2				[2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	ОАЛ*
<b>Раздел V Циклы, независимость и раскраска.</b>								
Тема 5.1.	<i>Логические связи.</i> Высказывания. Формулы. Интерпретация. Логическое следо-	2					[2, 3, 5, 6, 7, 8,	ОАЛ*

	вание и логическая эквивалентность.						10, 12]	
	Фундаментальная система циклов и циклический ранг.		2				[2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	
Тема 5.2.	<i>Эйлеровы циклы.</i> Эйлеровы графы. Алгоритм построения эйлерова цикла в эйлеровом графе. Оценка числа эйлеровых графов.	2	2				[2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	ОАЛ*
Тема 5.3.	<i>Гамильтоновы циклы.</i> Гамильтоновы графы. Задача коммивояжера.	2	2				[2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	ОАЛ*
Тема 5.4.	<i>Независимые и покрывающие множества.</i> Покрывающие множества вершин и ребер. Независимые множества вершин и ребер. Связь чисел независимости и покрытий.	2					[2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	ОАЛ*
Тема 5.5.	<i>Построение независимых множеств вершин.</i> Постановка задачи отыскания наибольшего независимого множества вершин. Поиск с возвратами. Алгоритм построения максимальных независимых множеств вершин.	2	2				[2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	ОАЛ*
Тема 5.6.	<i>Доминирующие множества.</i> Минимальное и наименьшее множество. Доминирование и независимость. Задача о наименьшем покрытии.	2					[2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	
	Связь задачи о наименьшем покрытии с другими задачами.		2				[2, 5, 6, 7, 8, 18, 24]	ОАЛ*
Тема 5.7.	<i>Раскраска графов.</i> Оценки хроматического числа. Хроматические числа графа и его дополнения. Точный алгоритм раскрашивания.	2	2				[2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	
Тема 5.8.	<i>Планарность.</i> Укладка графов. Эйлерова характеристика. Теорема о пяти красках.	2	2				[2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	ОАЛ*

\* – Мероприятия текущего контроля:

ОАЛ – отчет по практическим заданиям с их устной защитой.

КР – контрольная работа

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЛИТЕРАТУРА

#### Основная:

1. Окулов, С. М. Дискретная математика: теория и практика решения задач по информатике [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. М. Окулов ; С.М. Окулов. - 4-е изд., электрон. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 425 с. - Режим доступа: по подписке: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222848>

2. Иванисова, О. В. Дискретная математика и математическая логика : учебное пособие / О. В. Иванисова, И. В. Сухан ; О. В. Иванисова, И. В. Сухан. - Москва, Берлин : Директ-Медиа, 2020. - 354 с.

3. Иванов, О.А. Дискретная математика и программирование в Wolfram Mathematica : для бакалавров: учебник для вузов / О. А. Иванов, Г. М. Фридман. - Санкт-Петербург : Питер, 2020. - 349 с. - Рекомендовано в качестве учебного пособия для студентов направлений подготовки 01.03.02 "Прикладная математика и информатика", 01.03.04 "Прикладная математика", а также для студентов других направлений, изучающих дисциплину "Дискретная математика".

4. Казанский, А. А. Дискретная математика в задачах [Электронный ресурс]: практикум / А. А. Казанский ; А. А. Казанский. - Москва : Техносфера, 2022. - 344 с. : ил., табл., схем. Режим доступа: по подписке: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=701621>

#### Дополнительная:

5. Новиков, Ф.А. Дискретная математика : для бакалавров и магистров : учебник / Ф. А. Новиков. - 3 издание. - Санкт-Петербург : Питер, 2017. - 479 с. - Рекомендовано Учебно-методическим объединением по университетскому политехническому образованию в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Системный анализ и управление".

6. Новиков, Ф.А. Дискретная математика для программистов : учеб. пособие / Ф. А. Новиков. - 3 изд. - М.; СПб.; Киев : Питер, 2009. - 383 с. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 368-369. - Доп. М-вом образования и науки РФ в качестве учеб. пособия для студ. вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных спец. "Информатика и вычислительная техника".

*Е. В. Туркова*

7. Плотников, А.Д. Дискретная математика : учеб. пособие / А. Д. Плотников. - 3-е изд., испр. и доп. - Минск : Новое знание, 2008. - 320 с.

8. Соболева, Т.С. Дискретная математика : учебник / Т. С. Соболева, А. В. Чечкин ; под ред. А.В. Чечкина. - М. : Академия, 2006. - 254, [1] с. - (Университетский учебник. Сер. Прикладная матем. и информатика). - Библиогр. : с. 252. - Допущено М-вом образования и науки РФ в качестве учебника для студ. вузов, обуч. по спец. направлений подготовки "Информатика и вычисл. техника", "Информ. системы", "Информ. безопасность".

9. Просветов, Г.И. Дискретная математика : задачи и решения : учеб.-практ. пособие / Г. И. Просветов. - 2-е изд., доп. - М. : Альфа-Пресс, 2009. - 238, [1] с.

10. Белоусов, А.И. Дискретная математика : учебник / А. И. Белоусов, С. Б. Ткачев ; под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. - Изд. 4-е, испр. - М. : Изд-во МГТУ, 2006. - 743 с. - (Математика в техн. ун-те ; вып. XIX). - Библиогр. : с. 720-723. - Рек. М-вом образования РФ в качестве учебника для студ. Втузов

11. Голубева, О.В. Дискретная математика : учебно-методический комплекс для студентов специальностей 1-40 01 01 "Программное обеспечение информационных технологий" ; 1-40 02 01 "Вычислительные машины, системы и сети" / Оксана Валерьевна Голубева, Степан Григорьевич Ехилевский, Нина Алексеевна Гурьева ; Министерство образования Республики Беларусь, Полоцкий государственный университет. - Новополоцк : ПГУ, 2011. - 187 с.

12. Котов, В.М. Дискретная математика. Специальный курс : пособие для студентов специальности 1-31 03 04 "Информатика" / В. М. Котов, В. А. Мощенский. - Минск : БГУ, 2010. - 114, [1] с.

13. Голубева, О.В. Дискретная математика. Логика высказываний с позиций теории множеств : учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-98 01 01 "Компьютерная безопасность (математические методы и программные системы)" / Оксана Валерьевна Голубева, Степан Григорьевич Ехилевский, Аркадий Филиппович Оськин ; Министерство образования Республики Беларусь, Полоцкий государственный университет, кафедра технологий программирования. - Новополоцк : ПГУ, 2019. - 20 с.

14. Хаггарти, Р. Дискретная математика для программистов[Электронный ресурс] : учебное пособие / Р. ; Р. Хаггарти; пер. с англ. под ред. С. А. Кулешов; пер. с англ. А. А. Ковалев; пер. с англ. В. А. Головешкин; пер. с англ. М. В. Ульянов. - изд. 2-е, испр. - Москва : РИЦ "Техносфера", 2012. - 400 с. : табл., схем.



15. Кузнецов, А.В. Высшая математика. Математическое программирование : учеб. для студ. экон. спец. вузов / А. В. Кузнецов, В. А. Сакович, Н. И. Холод ; под общ. ред. Кузнецова А.В. - 2-е изд., перераб. и доп. - Мн. : Выш. шк., 2001. - 351 с. : Просветов, Г.И. Дискретная математика : задачи и решения : учеб.-практ. пособие / Г. И. Просветов. - 2-е изд., доп. - М. : Альфа-Пресс, 2009. - 238, [1] с. - Библиогр. : с. 233-234. - ISBN 978-5-94280-419-0 : 18960-00.

16. Галушкина, Ю.И. Конспект лекций по дискретной математике с упражнениями и контрольными работами / Ю. И. Галушкина, А. Н. Марьямов. - 2-е изд. - М. : Айрис-пресс, 2008. - 173, [1] с. - Библиогр. : с. 174.

17. Дискретная математика : учебное пособие / Ю. Ю. Громов [и др.] ; Ю.Ю. Громов, О.Г. Иванова, Ю.В. Кулаков, В.А. Гриднев, В.Г. Однолько; Министерство образования и науки Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. - 128 с. : табл., ил. –

18. Судоплатов, С. В. Дискретная математика : учебник / С. В. Судоплатов, Е. В. Овчинникова ; С.В. Судоплатов, Е.В. Овчинникова. - 4-е изд. - Новосибирск : НГТУ, 2012. - 278 с. - (Учебники НГТУ).

19. Веретенников, Б. М. Дискретная математика : учебное пособие. 1 / Б. М. Веретенников, В. И. Белоусова ; Б.М. Веретенников, В.И. Белоусова; Министерство образования и науки Российской Федерации; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 132 с.

20. Сборник задач и упражнений по высшей математике. Математическое программирование : Учеб. пособие для экон. спец. вузов / Под общ. ред. А.В.Кузнецова, Р.А.Рутковского. - 2-е изд., перераб. и доп. - Мн. : Выш. шк., 2002. - 447с. : ил

21. Дискретная математика : метод. указания к выполнению контрольной работы для студ. спец. 1-36 01 01 "Технология машиностроения", 1-36 01 03 "Технологическое оборудование машиностроительного производства" заочной формы обучения / Полоцкий гос. ун-т, каф. высшей математики ; сост. О.В. Голубева, И.П. Кунцевич. - Новополоцк : ПГУ, 2008. - 52 с. - Библиогр. : с. 51.

22. Капуто, А.В. Дискретная математика : учебно-методический комплекс для студентов машиностроительных специальностей : в 2 частях. Часть 1 / Анна Владимировна Капуто, Ирина Павловна Кунцевич ; Министерство образования Республики Беларусь, Полоцкий государственный университет. - Новополоцк : ПГУ, 2010. - 136 с. - См. также эл. копию. - Adobe Acrobat Document. –

23. Капуто, А.В. Дискретная математика : учебно-методический комплекс для студентов машиностроительных специальностей : в 2 частях. Часть 2 / Анна Владимировна Капуто, Ирина Павловна Кунцевич ; Министерство образования Республики Беларусь, Полоцкий государственный университет. - Новополоцк : ПГУ, 2010. - 248 с. - Библиогр. : с. 245-246. - См. также эл. копию.

24. Дискретная математика : сборник задач и упражнений / С. Г. Гутова ; сост. С. Г. Гутова; Министерство образования и науки РФ; Кемеровский государственный университет; Кафедра автоматизации исследований и технической кибернетики. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2015. - 65 с.

## ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

### 2 семестр

1. *Множества. Операции над множествами.*  
Множество. Способы задания множеств. Подмножество. Универсум. Булеан. Операции над множествами. Декартово произведение множеств.
2. *Мощность множества.*  
Конечные, счетные, континуальные множества. Мощность множества.
3. *Элементы комбинаторики.*  
Комбинаторные принципы сложения и умножения. Вывод формул перестановок, сочетаний и размещений. Формула включений и исключений. Бином Ньютона и свойства биномиальных коэффициентов. Полиномиальная формула.
4. *Бинарные отношения.*  
Бинарное отношение. Способы задания отношений. Обратное отношение. Композиция отношений. Свойства бинарных отношений. Отношение эквивалентности, отношение частичного порядка.
5. *Отображения*  
Функция. Область определения функции, область значений функции. Образ, прообраз. Свойства отображений. Обратное отображение. Композиция отображений. Основные алгебраические системы.
6. *Высказывания. Предикаты.*  
Высказывания. Предикаты. Логические операции над высказываниями. Формулы логики высказываний. Применение алгебры высказываний в технике.  
Булевы алгебры.
7. *Логическое следование.*  
Логическое следование. Важнейшие правила следования.
8. *Приложения логики высказываний.*  
Приложения логики высказываний к анализу рассуждений, синтезу релейно-контактных схем и решению логических задач.
9. *Логика предикатов.*  
Предикаты и операции над ними. Классификация предикатов.
10. *Формулы логики предикатов.*  
Формулы логики предикатов и их интерпретация.
11. *Основные типы формул логики предикатов.*  
Основные типы формул логики предикатов. Проблемы разрешения для общезначимости и выполнимости формул логики предикатов.

- 12 *Минимизация логических функций.*  
Минимизация логических функций. Многочлены И. И. Жегалкина и их применение. Контактные (переключательные) схемы и их минимизация. Классы булевых функций. Полнота и базис системы булевых функций: теорема о функциональной полноте, примеры функционально полных базисов.
- 13 *Приведенная и нормальная формы для формул предикатов.*  
Приведенная и нормальная формы для формул предикатов. Применение логики предикатов для описания математических понятий.
- 14 *Конечные автоматы.*  
Конечные автоматы. Структура. Способы задания. Конечные автоматы Мили и Мура.
- 15 *Практические методы анализа и синтеза конечных автоматов.*  
Практические методы анализа и синтеза конечных автоматов. Минимизация конечных автоматов без выходов.
- 16 *Детерминированные и стохастические автоматы.*  
Детерминированные и стохастические автоматы. Оценка числа внутренних состояний конечного автомата при реализации основных комбинаторных конфигураций.
- 17 *Автоматные базисы и проблема полноты.*  
Автоматные базисы и проблема полноты. Эквивалентность в автоматах.

### **3 семестр**

- 1 *Графы, орграфы.*  
Выявление маршрутов с заданным количеством ребер (дуг). Упорядочение вершин и дуг орграфа.
- 2 *Алгоритм Краскала и алгоритм Прима.*  
Алгоритм Краскала и алгоритм Прима.
- 3 *Алгоритм Дейкстры.*  
Нахождение кратчайших путей. Алгоритм Дейкстры.
- 4 *Алгоритм Литтла.*
- 5 *Планарные графы.*  
Планарные графы. Грань, граница. Теорема Эйлера. Критерии планарности графов.
- 6 *Сети. Поток в сетях.*  
Сеть. Пропускная способность дуги. Поток в сети. Постановка задачи о построении максимального потока в сети.
- 7 *Разрез на сети. Теорема Форда–Фалкерсона.*
- 8 *Кратчайшие пути в бесконтурном орграфе.*

- 9 Задача о назначениях.
- 10 *Элементы сетевого планирования*  
Сетевой график. Работа, событие. Построение сетевого графика. Основные параметры сетевого графика.
- 11 Фундаментальная система циклов и циклический ранг.
- 12 *Эйлеровы циклы.*  
Эйлеровы графы. Алгоритм построения эйлерова цикла в эйлеровом графе.  
Оценка числа эйлеровых графов.
- 13 *Гамильтоновы циклы.*  
Гамильтоновы графы. Задача коммивояжера.
- 14 *Построение независимых множеств вершин.*  
Постановка задачи отыскания наибольшего независимого множества вершин.  
Поиск с возвратами. Алгоритм построения максимальных независимых множеств вершин.
- 15 Связь задачи о наименьшем покрытии с другими задачами.
- 16 *Раскраска графов.*  
Оценки хроматического числа. Хроматические числа графа и его дополнения.  
Точный алгоритм раскрашивания.
- 17 *Планарность.*  
Укладка графов. Эйлерова характеристика. Теорема о пяти красках.

## ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ

MicrosoftOfficeExcelver 2003 и выше, Simplex.exe (Simplexwin 3.0), пакет Statistica.

## ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАЧЕТА

(2 семестр)

1. Способы задания множеств. Равенство множеств. Булеан
2. Операции над множествами
3. Декартово произведение
4. Комбинаторные принципы сложения и умножения
5. Перестановки. Размещения. Сочетания
6. Число разбиений множества
7. Бином Ньютона. Полиномиальная формула
8. Формула включений и исключений
9. Бинарные отношения. Свойства бинарных отношений
10. Отображения, функции
11. Алгебраическая операция
12. Полугруппа. Группа
13. Кольцо. Поле Задания для практических занятий по разделу
14. Высказывания. Формулы логики высказываний
15. Переключательные схемы
16. Булевы функции. Реализация функций формулами
17. Совершенная дизъюнктивная и совершенная конъюнктивная нормальные формы
18. Конечные автоматы. Структура. Способы задания.
19. Практические методы анализа и синтеза конечных автоматов. Минимизация конечных автоматов без выходов.
20. Детерминированные и стохастические автоматы. Оценка числа внутренних состояний конечного автомата при реализации основных комбинаторных конфигураций.
21. Автоматные базисы и проблема полноты. Эквивалентность в автоматах.

## ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА

(3 семестр)

1. Основные понятия графов и орграфов. Связность графов. Изоморфизм графов. Степень вершин. Упорядочение вершин и дуг орграфа.

2. Деревья. Остовные деревья. Методы построения остовных деревьев. Теорема Кирхгофа.
3. Алгоритм Краскала и алгоритм Прима.
4. Нахождение кратчайших путей. Алгоритм Дейкстры.
5. Пути и циклы Эйлера. Пути и циклы Гамильтона. Задача коммивояжера.
6. Алгоритм Литтла.
7. Планарные графы. Грань, граница. Теорема Эйлера. Критерии планарности графов.
8. Сеть. Пропускная способность дуги. Поток в сети. Постановка задачи о построении максимального потока в сети. Разрез на сети. Теорема Форда–Фалкерсона.
9. Длина дуг. Алгоритм Флойда. Алгоритм Дейкстры. Дерево кратчайших путей. Кратчайшие пути в бесконтурном орграфе.
10. Паросочетание. Методы построения максимального паросочетания. Задача о назначениях.
11. Сетевой график. Работа, событие. Построение сетевого графика. Основные параметры сетевого графика.
12. Высказывания. Формулы. Интерпретация. Логическое следование и логическая эквивалентность. Фундаментальная система циклов и циклический ранг. Фундаментальная система разрезов и коциклический ранг.
13. Эйлеровы графы. Алгоритм построения эйлерова цикла в эйлеровом графе. Оценка числа эйлеровых графов.
14. Гамильтоновы графы. Задача коммивояжера.
15. Покрывающие множества вершин и ребер. Независимые множества вершин и ребер. Связь чисел независимости и покрытий.
16. Постановка задачи отыскания наибольшего независимого множества вершин. Поиск с возвратами. Алгоритм построения максимальных независимых множеств вершин.
17. Минимальное и наименьшее множество. Доминирование и независимость. Задача о наименьшем покрытии. Связь задачи о наименьшем покрытии с другими задачами.
18. Оценки хроматического числа. Хроматические числа графа и его дополнения. Точный алгоритм раскрашивания. Укладка графов. Эйлерова характеристика. Теорема о пяти красках.
19. Укладка графов. Эйлерова характеристика. Теорема о пяти красках.

### ТЕМАТИКА КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

№ п/п	Вид работы	Семестр	Тема работы
1	КР № 1	1	Булевы функции
2	КР № 2	2	Теория графов

## ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

**Цель самостоятельной работы** студентов – усвоение в полном объеме содержания учебной дисциплины и формирование самостоятельности как личностной черты и важного профессионального качества, сущность которых состоит в умении систематизировать, планировать и контролировать собственную деятельность.

Задача самостоятельной работы студентов – усвоение определенных стандартом знаний, умений и навыков по учебной дисциплине, закрепление и систематизация полученных знаний, их применение при выполнении практических заданий и творческих работ, а также выявление пробелов в системе знаний по учебной дисциплине.

При изучении учебной дисциплины «Дискретная математика и математическая логика» используются следующие формы самостоятельной работы:

- самостоятельная работа студента в виде решения индивидуальных задач при подготовке к практическим занятиям;
- самостоятельная работа студента в виде решения индивидуальных задач, подготовка отчета по практическим занятиям;
- работа студента с учебной, справочной, аналитической и другой литературой и материалами;
- подготовка студента к сдаче текущей аттестации.

### Содержание самостоятельной работы студентов (2 семестр)

Вид самостоятельной работы	Вид самостоятельной работы	Объем в часах
Углубленное изучение отдельных тем учебной дисциплины, подготовка к практическим занятиям	Тема 1.1. Множества. Операции над множествами Литература: [2, 6, 7, 8, 10, 12]	2
	Тема 1.2. Тема 1.2 Мощность множества. Литература: [2, 6, 7, 8, 10, 12]	2
	Тема 1.3 Элементы комбинаторики. Литература: [2, 6, 7, 8, 10, 12]	2
	Тема 1.4. Бинарные отношения Литература: [2, 6, 7, 8, 10, 12]	2
	Тема 1.5. Отображения Литература: [2, 6, 7, 8, 10, 12, 23, 24]	2
	Тема 2.1. Высказывания. Предикаты. Литература: [2, 6, 7, 8, 10, 12, 23, 24]	2



	Тема 2.2. Логическое следование. Литература: [2, 6, 7, 8, 10, 12, 23, 24]	2
	Тема 2.3 Приложения логики высказываний. Литература: [2, 6, 7, 8, 10, 12]	2
	Тема 2.4 Логика предикатов. Литература: [1,2,8, 12]	2
	Тема 2.5 Формулы логики предикатов. Литература: [1,2,8, 12]	2
	Тема 2.6. Основные типы формул логики предикатов. Литература: [1,2,8, 12]	2
	Тема 2.7. Минимизация логических функций. Литература: [1,2,8, 12]	2
	Тема 2.8. Приведенная и нормальная формы для формул предикатов. Литература: [1,2,8, 12]	2
Углубленное изучение отдельных тем учебной дисциплины, подготовка к практическим занятиям	Тема 3.1 Конечные автоматы. Литература: [2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	2
	Тема 3.2 Практические методы анализа и синтеза конечных автоматов. Литература: [2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	2
	Тема 3.3 Детерминированные и стохастические автоматы. Литература: [2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	2
	Тема 3.4 Автоматные базисы и проблема полноты. Литература: [2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	2
Подготовка к зачету		6
Всего		40

**Содержание самостоятельной работы студентов  
(3 семестр)**

Вид самостоятельной работы	Вид самостоятельной работы	Объем в часах
Углубленное изучение отдельных тем учебной дисциплины, подготовка к практическим занятиям	Тема 4.1. Графы, оргграфы. Литература: [2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	1
	Тема 4.2. Деревья. Остовные деревья. Алгоритм Краскала и алгоритм Прима. Литература: [2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	1

Подготовка к практическим занятиям	Тема 4.3 Алгоритм Дейкстры. Литература: [2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	1
	Тема 4.4. Эйлеровы и гамильтовы циклы. Алгоритм Литтла. Литература: [2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	1
	Тема 4.5. Планарные графы. Литература: [2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	1
Углубленное изучение отдельных тем учебной дисциплины, подготовка к практическим занятиям	Тема 4.6. Поток в сети. Разрез на сети. Литература: [2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	1
	Тема 4.7. Кратчайшие дуги. Литература: [2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	1
	Тема 4.8. Паросочетания. Задача о назначениях. Литература: [2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	1
	Тема 4.9. Элементы сетевого планирования. Литература: [2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	1
	Тема 5.1. Логические связи. Литература: [2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	1
	Тема 5.2. Эйлеровы циклы Литература: [2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	1
	Тема 5.3. Гамильтоновы циклы. Литература: [2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	1
	Тема 5.4. Независимые и покрывающие множества. Литература: [2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	1
	Тема 5.5. Построение независимых множеств вершин. Литература: [2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	1
	Тема 5.6. Доминирующие множества. Литература: [2, 5, 6, 7, 8, 18, 24]	1
	Тема 5.7. Раскраска графов. Литература: [2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	1
	Тема 5.8. Планарность. Литература: [2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12]	1
	Подготовка к экзамену	
Всего		40

## КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ЗНАНИЙ

Для оценки достижений студентов используется следующий **диагностический инструментарий**:

- устный опрос по отдельным темам;
- проведение текущих контрольных работ по отдельным темам;
- защита выполненных на практических занятиях индивидуальных заданий;
- сдача экзамена по учебной дисциплине.

Диагностика качества усвоения знаний студентами проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

**2 семестр.** Форма промежуточной аттестации – зачет. Форма проведения зачета – письменная.

В данном семестре итоговая отметка по учебной дисциплине определяется по формуле:

$$\text{ЗАЧ} = 0,5 \cdot \text{ТК} + 0,5 \cdot \text{ЗО}.$$

ТК – результат текущего контроля за семестр оценивается отметкой в баллах по десятибалльной шкале и выводится исходя из отметок, выставленных в ходе проведения мероприятий текущего контроля в течение семестра по следующей формуле

$$\text{ТК} = \frac{1}{13} \left( \sum_{n=1}^{12} \text{ОАЛ} + \text{КР} \right).$$

ЗО – отметка, полученная студентом на зачете за письменный ответ по билету. Билет включает четыре практических задания.

Отметка «зачтено» выставляется студентам, получившим итоговую отметку четыре балла и выше. Отметка «не зачтено» выставляется студентам, получившим менее четырех баллов.

**3 семестр.** Форма промежуточной аттестации – экзамен. Форма проведения экзамена – письменная.

Итоговая экзаменационная отметка по учебной дисциплине за семестр (ИЭ) учитывает отметку по результатам текущего контроля и экзаменационную отметку:

$$\text{ИЭ} = \text{ВК} \cdot \text{ТК} + (1 - \text{ВК}) \cdot \text{ЭО}$$

ВК – весовой коэффициент для текущего контроля и экзаменационной отметки в итоговую отметку по учебной дисциплине «Дискретная математика и математическая логика» равен 0,5.

ТК – результат текущего контроля за семестр оценивается отметкой в баллах по десятибалльной шкале и выводится исходя из отметок, выставленных в ходе проведения мероприятий текущего контроля в течение семестра по следующей формуле:

$$TK = \frac{1}{17} \left( \sum_{n=1}^{16} OAL + KP \right).$$

ЭО – отметка, полученная студентом на экзамене за письменный ответ по билету. Билет включает 1 теоретический вопрос и 2 практических задания.

Положительной является итоговая экзаменационная отметка не ниже 4 баллов.

## **ХАРАКТЕРИСТИКА (ОПИСАНИЕ) ИННОВАЦИОННЫХ ПОДХОДОВ К ПРЕПОДАВАНИЮ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Основные рекомендуемые методы (технологии) обучения, отвечающие целям и задачам учебной дисциплины:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, творческого подхода, реализуемые на практических занятиях и при самостоятельной работе;
- коммуникативные технологии (дискуссии, учебные дебаты), реализуемые на практических занятиях.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ  
С ДРУГИМИ УЧЕБНЫМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу
Теория вероятностей и математическая статистика	М и КБ	<i>нет</i>	
Алгоритмы и структуры данных	М и КБ	<i>нет</i>	

Заведующий кафедрой математики  
и компьютерной безопасности



И.Б. Бураченко