Министерство науки и высшего образования российской федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
_____Хагуров Т.А.
«_21_» _____мая_____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.О.21.02 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА

Направление подготовки	02.03.01 Математика и компьютерные науки
Направленность (профиль)	Вычислительные, программные, информационные системы и компьютерные технологии; Алгебра, теория чисел и дискретный анализ; Математическое и компьютерное моделирование
Форма обучения	очная
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр

Краснодар 2019

Рабочая программа дисциплины Б1.О.21.02 Математическая логика в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Программу составила:
О.В. Иванисова, канд.физ.-мат.наук, доцент

подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры вычислительной математики и информатики
протокол № 13 « 18 » апреля 2019 г.
Заведующий кафедрой (разработчика) Гайденко С.В.

подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры вычислительной математики и информатики
протокол № 13 « 18 » апреля 2019 г.
Заведующий кафедрой (выпускающей) Гайденко С.В.

подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук
протокол № 2 « 24 » апреля 2019 г.
Председатель УМК факультета Титов Г.Н.

подпись

Рецензенты:

Профессор кафедры прикладной математики Кубанского государственного университета кандидат физико-математических наук доцент Кармазин В.Н.

Доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры компьютерных технологий и систем КубГАУ Луценко Е.В.

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Систематически изложить основы математической логики и теории алгоритмов. Сформировать математическую культуру студента, стремление к саморазвитию, развить способности принимать решения в стандартных ситуациях и готовность нести за них ответственность. Сформировать у обучающихся профессиональные компетенции, такие как способность консультировать и использовать фундаментальные знания математической логики в профессиональной деятельности, способность использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач.

1.2 Задачи дисциплины

Ознакомить студентов с алгеброй высказываний, логикой предикатов, неформальными и формальными аксиоматическими теориями, теорией алгоритмов. Показать место математической логики и теории алгоритмов в современной математике и компьютерных науках. Научить применять методы математической логики и теории алгоритмов на практике.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математическая логика» относится к обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Для успешного изучения дисциплины необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения школьного курса математики, а также некоторых разделов из математического анализа и алгебры.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся универсальных/общепрофессиональных/профессиональных компетенций (УК/ОПК/ПК)

№ п.п.	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции		
		знает	**умеет**	**владеет**
1.	ОПК-1 Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов,	основные понятия и формулы математической логики, определения и свойства математических объектов, используемых в математической логике, формулировки утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их приложений	решать задачи теоретического и прикладного характера из различных разделов математической логики, доказывать утверждения математической логики	математическим аппаратом математической логики, методами доказательства утверждений математической логики

№ п.п.	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции		
		знает	**умеет**	**владеет**
	теоретической механики в профессиональной деятельности			
2.	ПК-6 Способен использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач	основы построения логико-математических моделей, методы математического моделирования	использовать методы математичес–кого моделирования при решении теоретических и прикладных задач	навыками алгоритмизации основных задач математической логики, навыками по обработке и анализу информации

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед. (216 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			4	5		
Контактная работа, в том числе:		**124,5**	**70,2**	**54,3**		
Аудиторные занятия (всего):		**120**	**68**	**52**		
Занятия лекционного типа		52	34	18		
Лабораторные занятия		68	34	34		
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)			-	-		
			-	-		
Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	2	2		
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,5	0,2	0,3		
Самостоятельная работа, в том числе:		**55,8**	**37,8**	**18**		
Курсовая работа		-	-	-		
Проработка учебного (теоретического) материала		27	18	9		
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)			-	-		
Реферат			-	-		
Подготовка к текущему контролю		28,8	19,8	9		
Контроль:						
Подготовка к экзамену		35,7	-	35,7		
Общая трудоемкость	**час.**	**216**	**108**	**108**		
	в том числе контактная работа	**124,5**	**70,2**	**54,3**		
	зач. ед	**6**	**3**	**3**		

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 4 семестре *(очная форма)*

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Алгебра высказываний	90,8	24	–	34	32,8
2.	Логика предикатов	15	10	–	–	5
	ИТОГО по разделам дисциплины	105,8	34	–	34	37,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	Подготовка к экзамену	-				
	Общая трудоемкость по дисциплине	108				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 5 семестре *(очная форма)*

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Логика предикатов	36	6	–	24	6
2.	Аксиоматические теории	14	6	–	2	6
3.	Теория алгоритмов	20	6	–	8	6
	ИТОГО по разделам дисциплины	70	18	–	34	18
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к экзамену	35,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	108				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	Алгебра высказываний	Возникновение и развитие математической логики. Семантические парадоксы. Парадоксы теории множеств. Кризис в основаниях математики. Алгебра высказываний. Высказывания, логические операции над высказываниями. Формулы алгебры высказываний, таблицы истинности. Построение	Устный опрос

		алгебры высказываний на теоретико-множественной основе. Равносильные формулы алгебры высказываний. Основные равносильности алгебры высказываний. Общезначимые формулы алгебры высказываний. Теорема о подстановках. Теорема о связи общезначимости и равносильности. Теорема о выводе тавтологий из тавтологических импликаций. Тавтологические импликации. Логическое следствие. Необходимые и достаточные условия. Доказательство в алгебре высказываний. Теорема о представлении доказательства в виде цепочки формул. Правила вывода. Прямое и косвенное доказательство. Представление произвольной функции пропозициональных переменных в виде формулы алгебры логики. Дизъюнктивная нормальная форма, совершенная дизъюнктивная нормальная форма. Конъюнктивная нормальная форма, совершенная конъюнктивная нормальная форма. Проблема разрешимости. Критерии тождественной истинности и тождественной ложности произвольной формулы алгебры высказываний. Релейно-контактные схемы. Функции алгебры логики.	
2	Логика предикатов	Логика предикатов: предикаты, кванторы. Построение логики предикатов на теоретико-множественной основе. Формулы логики предикатов. Значение формулы логики предикатов. Свободные и связанные переменные. Равносильные формулы логики предикатов. Основные равносильности логики предикатов. Предваренная нормальная форма. Общезначимость и выполнимость формул логики предикатов. Проблема разрешимости. Примеры построения математических теорий с использованием логики предикатов.	Устный опрос
3	Аксиоматические теории	Аксиоматический метод. История аксиоматического метода. Аксиоматические теории. Современный аксиоматический метод. Неформальные аксиоматические теории. Примеры неформальных аксиоматических теорий. Формальные аксиоматические теории. Исчисление высказываний. Исчисление предикатов. Теории первого порядка. Теории	Устный опрос

		первого порядка с равенством. Формальная арифметика. Стандартная модель формальной арифметики. Арифметические функции и отношения. Примитивно рекурсивные и рекурсивные функции. Гёделева нумерация формул и выводов в формальной арифметике. Теорема Гёделя о неполноте формальной арифметики.	
4	Теория алгоритмов	Понятие алгоритма. Вычислимые функции. Машины Тьюринга. Нормальные алгоритмы Маркова. Неразрешимые алгоритмические проблемы.	Устный опрос

2.3.2 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия – не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3
Алгебра высказываний		
1.	Высказывания, логические операции над высказываниями.	Проверка домашнего задания
2.	Формулы алгебры высказываний, таблицы истинности.	Проверка домашнего задания
3.	Проблема разрешимости.	Проверка домашнего задания
4.	Равносильные формулы алгебры высказываний.	Проверка домашнего задания
5.	Преобразования формул.	Проверка домашнего задания
6.	Решение простейших задач.	Проверка домашнего задания
7.	Логическое следствие. Необходимые и достаточные условия.	Проверка домашнего задания
8.	Логическое следствие. Правила вывода.	Проверка домашнего задания
9.	Дизъюнктивная нормальная форма, совершенная дизъюнктивная нормальная форма.	Проверка домашнего задания

10.	Конъюнктивная нормальная форма, совершенная конъюнктивная нормальная форма.	Проверка домашнего задания
11.	Релейно-контактные схемы	Проверка домашнего задания, контрольная работа по разделу «Алгебра высказываний»
Логика предикатов		
12.	Предикаты, кванторы.	Проверка домашнего задания
13.	Формулы логики предикатов. Значение формулы логики предикатов. Свободные и связанные переменные.	Проверка домашнего задания
14.	Область (множество) истинности предиката	Проверка домашнего задания
15.	Равносильные формулы логики предикатов.	Проверка домашнего задания
16.	Следование предикатов. Равносильные преобразования формул логики предикатов.	Проверка домашнего задания
17.	Общезначимость и выполнимость формул логики предикатов.	Проверка домашнего задания
18.	Предваренная нормальная форма.	Проверка домашнего задания
19.	Общезначимость и выполнимость формул логики предикатов.	Проверка домашнего задания
20.	Логическое следствие в логике предикатов.	Проверка домашнего задания
21.	Применение логики предикатов в математической практике	Проверка домашнего задания, контрольная работа по разделу «Логика предикатов»
Аксиоматические теории		
22.	Неформальные и формальные аксиоматические теории.	Проверка домашнего задания

Теория алгоритмов		
23.	Вычислимые функции. Машины Тьюринга.	Проверка домашнего задания
24.	Нормальные алгоритмы Маркова.	Проверка домашнего задания

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Работа с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов утвержденные кафедрой вычислительной математики и информатики, протокол № 14 от 14.06.2017 г.
2	Изучение теоретического материала к лабораторным занятиям	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов утвержденные кафедрой вычислительной математики и информатики, протокол № 14 от 14.06.2017 г.
3	Подготовка к зачету/экзамену	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов утвержденные кафедрой вычислительной математики и информатики, протокол № 14 от 14.06.2017 г.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций со студентом при помощи электронной информационно-образовательной среды ВУЗа.

4. Оценочные и методические материалы

4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «название дисциплины».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме вопросов для устного опроса, тем рефератов, заданий для контрольных работ и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к зачету и экзамену.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Алгебра высказываний	ОПК-1, ПК-6	Вопросы для устного опроса, контрольная работа по разделу, реферат	Вопрос на зачете/экзамене 1-24

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
2	Логика предикатов	ОПК-1, ПК-6	Вопросы для устного опроса, контрольная работа по разделу, реферат	Вопрос на экзамене 25-38
3	Аксиоматические теории	ОПК-1, ПК-6	Вопросы для устного опроса по разделу, реферат	Вопрос на экзамене 39-52
4	Теория алгоритмов	ОПК-1, ПК-6	Вопросы для устного опроса по разделу, реферат	Вопрос на экзамене 53-56

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Код и наименование компетенций	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
	пороговый	базовый	продвинутый
	Оценка		
	Удовлетворительно /зачтено	Хорошо/зачтено	Отлично /зачтено
ОПК-1 Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности	*Знает* - основные понятия и формулы математической логики	*Знает* - основные понятия и формулы математической логики, формулировки основных утверждений, используемых в математической логике	*Знает* - основные понятия и формулы математической логики, формулировки утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их приложений
	Умеет - решать задачи теоретического и прикладного характера	*Умеет* - четко формулировать суждения, выявлять и анализировать математические алгоритмы	*Умеет* - четко формулировать суждения; выявлять, анализировать и использовать на практике математические алгоритмы; доказывать утверждения математической логики
	Владеет - навыками анализа и решения основных задач математической логики, навыками воспроизведения освоенного учебного материала	*Владеет* - навыками анализа и решения задач математической логики, навыками анализа полученной информации, навыками самостоятельного изучения отдельных разделов учебной литературы и обсуждения освоенного материала	*Владеет* - навыками анализа и решения задач математической логики, методами доказательства утверждений математической логики, навыками по обработке и анализу полученной информации, навыками самостоятельного изучения учебной литературы по математической логике и обсуждения освоенного материала

ПК-6 Способен использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач	*Знает* - основные понятия и формулы математической логики, основы построения логико-математических моделей	*Знает* - большинство понятий и формул математической логики, основы построения логико-математических моделей, методы математического моделирования	*Знает* - большинство понятий и формул математической логики, математические алгоритмы, используемые в математической логике, основы построения логико-математических моделей, методы математического моделирования
	Умеет - решать задачи теоретического и прикладного характера	*Умеет* - четко формулировать суждения, выявлять и анализировать математические алгоритмы	*Умеет* - четко формулировать суждения; выявлять, анализировать и использовать на практике математические алгоритмы; использовать методы математического моделирования при решении теоретических и прикладных задач
	Владеет - навыками анализа и решения основных задач математической логики	*Владеет* - навыками анализа и решения задач математической логики, типовыми методами построения информационно-логических моделей, навыками анализа полученной информации	*Владеет* - навыками анализа и решения задач математической логики, типовыми методами построения информационно-логических моделей, навыками алгоритмизации основных задач курса, навыками по обработке и анализу полученной информации

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

Вопросы для устного опроса по разделу «Алгебра высказываний»

1. Дайте определение высказывания.
2. Назовите логические операции над высказываниями.
3. Как построить таблицу истинности?
4. Проведите классификацию формул алгебры высказываний.
5. Какие формулы называются равносильными?
6. Назовите законы поглащения.
7. Сформулируйте законы де Моргана.
8. Сформулируйте теорему о подстановках.
9. Сформулируйте теорему о связи общезначимости и равносильности.
10. Сформулируйте теорему о выводе тавтологий из тавтологических импликаций.
11. Какие тавтологические импликации Вы знаете?
12. Дайте определение логическому следствию.
13. Назовите способы проверки логичности рассуждений.
14. Какие Вы знаете правила вывода?
15. В каких нормальных формах может быть представлена формула логики высказываний?
16. Сформулируйте критерий тождественной истинности и тождественной ложности произвольной формулы алгебры высказываний.
17. Как строятся релейно-контактные схемы?

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством ОПК-1, ПК-6

Вопросы для устного опроса по разделу «Логика предикатов»

1. Дайте определение предиката.
2. Назовите логические операции над предикатами.
3. Какие Вы знаете кванторные операции над предикатами?
4. Дайте определение свободных и связанных переменных.
5. Какие Вы знаете равносильности логики предикатов?
6. Что означает, что формула логики предикатов имеет нормальную форму?
7. Что такое предваренная нормальная форма?
8. Какая формула логики предикатов называется выполнимой?
9. Дайте определение общезначимой формулы логики предикатов.
10. Сформулируйте правило удаления квантора всеобщности.
11. Сформулируйте правило введения квантора существования.

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством ОПК-1, ПК-6

Вопросы для устного опроса по разделу «Аксиоматические теории»

1. Какие виды аксиоматических теорий Вы знаете?
2. Какие Вы знаете свойства аксиоматических теорий?
3. Приведите пример неформальной аксиоматической теории.
4. Приведите пример формальной аксиоматической теории.

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством ОПК-1, ПК-6

Вопросы для устного опроса по разделу «Теория алгоритмов»

1. Что такое алгоритм?
2. Какими свойствами обладают алгоритмы?
3. Что включает в себя машина Тьюринга?
4. Что называют Марковской подстановкой?
5. Сформулируйте нормальный алгоритм Маркова.
6. Какая функция называется нормально вычислимой?
7. Какая функция называется эффективно вычислимой?
8. Какие Вы знаете операции для получения новых эффективно вычислимых функций?
9. Какая функция называется частично рекурсивной, а какая общерекурсивной?
10. Сформулируйте тезис А.Чёрча.
11. Какие функции и отношения называются арифметическими?
12. Дайте определение характеристической функции для отношения.
13. Сформулируйте теорему Гёделя о неполноте формальной арифметики.

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством ОПК-1, ПК-6

Задачи для контрольной работы по разделу «Алгебра высказываний»

1. Составить таблицу истинности для высказывания:

$P \wedge Q \to \left(Q \wedge \overline{Q} \to R \wedge Q\right)$.

2. Проверить равносильность:

$(A \vee A\overline{B} \vee \overline{A}B)(A \vee \overline{A}C \vee \overline{A}B \vee AB\overline{C}) = A \vee B$.

3. Доказать:

$A \to B, C \to B, D \to A \vee C, D \models B$

4. Проверить правильность умозаключения:

«Будет пасмурная погода со снегом. Если будет снег, то будет и дождь. Если будет пасмурная погода с ветром, то дождя не будет. Вывод: ветра не будет.».

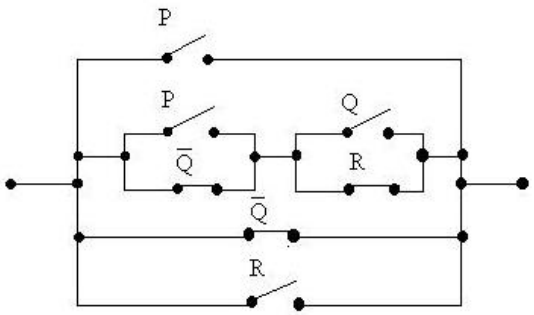
5. Привести формулу к виду СДНФ:

$$(AB \to (A \vee B\overline{C} \to \overline{B})) \to (A \vee C \leftrightarrow B \vee \overline{C}).$$

6. Привести формулу к виду СКНФ:

$$\left(A \vee \overline{B}\,\overline{C} \to \overline{A} \vee \overline{C}\right) \to \left(\overline{B \to A \vee C}\right).$$

7. Упростить релейно-контактную схему:



8. В ящике лежат шары: синие и красные, большие и маленькие, деревянные и пластмассовые.

Предлагается достать шар, соблюдая следующие правила:

1) Чтобы шар был синим, достаточно, чтобы он был большим только при условии, что он пластмассовый.

2) Шар может быть красным или большим, если он деревянный.

3) Чтобы шар был большим, достаточно, чтобы он был деревянным и красным.

Докажите, что эти правила сводятся к двум простейшим условиям. Выясните, какие шары им удовлетворяют.

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством ОПК-1, ПК-6

Задачи для контрольной работы по разделу «Логика предикатов»

1. Пользуясь предикатами $P(x)$ = «x есть произведение конечного числа сомножителей», и $F(x,y)$ = «x есть один из сомножителей числа y» и знаками арифметических операций и отношений записать в символическом виде утверждение:

«Если произведение конечного числа сомножителей равно нулю, то по меньшей мере один из множителей равен нулю».

2. Перечислить свободные и связанные вхождения каждой из переменных в формуле:

$$\forall x(\exists y\, P(x,y) \to Q(x,y,z));$$

3. Найти отрицание формулы:

$$\forall x\,(A(x) \to B(x)) \,\&\, \exists x\,(S(x) \,\&\, \overline{R(x)})$$

4. Выяснить, равны ли множества истинности следующих предикатов:

$$\left(\overline{P(x)} \to Q(x)\right) \to \left(\overline{P(x)} \cdot \overline{R(x)}\right) \text{ и } \overline{P(x)}\left(Q(x) \to \overline{R(x)}\right).$$

5. Выяснить, равносильны ли следующие предикаты, если их рассматривать над множеством действительных чисел R, над множеством рациональных чисел Q, над множеством целых чисел Z и над множеством натуральных чисел N:

$$x^2 = 1 \text{ и } (x-1)\left(x+\sqrt{2}\right)(x-1{,}5)(x+1) = 0.$$

6. Определить, является ли один из следующих предикатов, заданных на множестве действительных чисел, следствием другого:

$|x| < 3$ и $x^2 - 3x + 2 = 0$.

7. Пусть $P(x)$ и $Q(x)$ — такие одноместные предикаты, заданные над одним и тем же множеством M, что высказывание $\exists x\left(P(x) \to \left(\overline{P(x)} \vee \overline{\overline{Q(x)} \to P(x)}\right)\right)$ истинно. Доказать, что высказывание $\forall x P(x)$ ложно.

8. Применяя равносильные преобразования, привести к предваренной нормальной форме формулу $\exists x \forall y P(x, y) \to \exists x \forall y Q(x, y)$.

9. Выяснить, будет ли выполняться в логике предикатов логическое следование: $\forall x\left(P(x) \leftrightarrow Q(x)\right) \models \exists x\left(Q(x) \to P(x)\right)$.

10. Для утверждения: «Если дискриминант квадратного трехчлена равен нулю, то его корни совпадают» сформулировать обратное к нему, противоположное и противоположное к обратному утверждению.

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством ОПК-1, ПК-6

Темы рефератов

В качестве дополнительной возможности проявить свои способности можно предложить написание реферата. Ниже приведен примерный список тем.

1. Логика в Древней Индии.
2. Логика Древнего Китая.
3. Логика в Древней Греции.
4. Логика в средние века (VI-XV в.в.).
5. Развитие логики в XVI-XVIII в.в.
6. Логика в России.
7. Становление математической логики.
8. Вклад Г.Лейбница в развитие математической логики.
9. Вклад Дж. Буля в развитие математической логики.
10. Логические парадоксы.
11. Рассуждения и их классификация.
12. Роль математической логики в обучении информатике или математике.
13. Логические основы теории аргументации.
14. Применение ПК для решения логических задач.
15. Полиномы Жегалкина.
16. Базисные системы булевых функций.
17. Приложение теории булевых функций.
18. Приложения булевых алгебр к переключательным схемам.
19. Формализованное исчисление предикатов.
20. Теорема дедукции в логике предикатов.
21. Аксиоматический метод в математике и аксиоматические теории.
22. Математическая логика и программное обеспечение компьютеров.
23. Элементы математической логики в электронных таблицах и базах данных.
24. Математическая логика и системы искусственного интеллекта.
25. Конструктивистская, или интуиционистская, логика.
26. Многозначная логика.
27. Неразрешимость логики первого порядка.
28. Машины Тьюринга и невычислимые функции.
29. Теорема Геделя о неполноте формальной арифметики.

Тема для реферата также может быть предложена студентом и согласована с преподавателем.

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством ОПК-1, ПК-6

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

Вопросы для подготовки к зачету/экзамену

1. Возникновение и развитие математической логики. Семантические парадоксы.
2. Парадоксы теории множеств. Кризис в основаниях математики.
3. Высказывания, логические операции над высказываниями.
4. Построение алгебры высказываний на теоретико-множественной основе.
5. Понятие формулы алгебры высказываний. Таблицы истинности. Производящие последовательности формул.
6. Классификация формул алгебры высказываний
7. Общезначимые формулы алгебры высказываний. Теорема о подстановках.
8. Теорема о выводе тавтологий из тавтологических импликаций. Тавтологические импликации.
9. Равносильные формулы алгебры высказываний. Теорема о связи общезначимости и равносильности
10. Основные равносильности алгебры высказываний.
11. Принцип двойственности.
12. Логическое следствие в логике высказываний. Способы проверки правильности логического следования.
13. Неполные умозаключения: нахождение посылок для данного следствия, нахождение следствия для данных посылок.
14. Логическое следствие: необходимые и достаточные условия.
15. Логическое следствие: доказательство от противного.
16. Теорема о представлении доказательства в виде цепочки формул.
17. Правила вывода.
18. Дизъюнктивная нормальная форма, совершенная дизъюнктивная нормальная форма.
19. Конъюнктивная нормальная форма, совершенная конъюнктивная нормальная форма.
20. Проблема разрешимости. Критерии тождественной истинности и тождественной ложности произвольной формулы алгебры высказываний.
21. Понятие функции алгебры логики. Применение булевых функций к РКС.
22. Разложение булевых функций.
23. Системы булевых функций.
24. Приложения алгебры высказываний к решению логических задач.
25. Понятие предиката. Множество истинности предиката.
26. Классификация предикатов
27. Равносильность и следование предикатов
28. Логические операции над предикатами
29. Кванторные операции над предикатами. Свободные и связанные переменные.
30. Построение логики предикатов на теоретико-множественной основе.
31. Формулы логики предикатов. Значение формулы логики предикатов.
32. Классификация формул логики предикатов.
33. Тавтологии логики предикатов

34. Равносильные формулы логики предикатов. Основные равносильности логики предикатов.
35. Предваренная нормальная форма.
36. Проблема разрешимости в логике предикатов.
37. Логическое следствие в логике предикатов.
38. Применение логики предикатов в математике.
39. История аксиоматического метода.
40. Понятие аксиоматической теории.
41. Неформальные аксиоматические теории.
42. Примеры неформальных аксиоматических теорий.
43. Формальные аксиоматические теории.
44. Пример формальной аксиоматической теории: исчисление высказываний.
45. Теории первого порядка.
46. Аксиомы теории первого порядка: логические и собственные.
47. Теории первого порядка с равенством.
48. Формальная арифметика.
49. Арифметические функции и отношения.
50. Примитивно рекурсивные и рекурсивные функции.
51. Гёделева нумерация формул и выводов в формальной арифметике.
52. Теорема Гёделя о неполноте формальной арифметики.
53. Понятие алгоритма.
54. Вычислимые функции.
55. Машины Тьюринга.
56. Нормальные алгоритмы Маркова.

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством ОПК-1, ПК-6

4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания контрольных работ:

Контрольную работу по разделу «Алгебра высказываний» студенты выполняют в мае 4 семестра с целью контроля их знаний по данному разделу. Длительность контрольной работы составляет 90 минут. Верно решенные задачи 1, 7 оцениваются в 1 балл, задачи 2 - 6 – в 2 балла, задача 8 – в 3 балла. Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент набрал от 6 до 8 баллов, оценка «хорошо» – от 9 до 12 баллов, оценка «отлично» – свыше 12 баллов.

Контрольную работу по разделу «Логика предикатов» студенты выполняют в ноябре 5 семестра с целью контроля их знаний по данному разделу. Длительность контрольной работы составляет 90 минут. Верно решенные задачи 2, 6 оцениваются в 1 балл, остальные задачи – в 2 балла. Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент набрал от 7 до 10 баллов, оценка «хорошо» – от 11 до 14 баллов, оценка «отлично» – свыше 14 баллов.

Методические рекомендации к оцениванию результатов написания реферата:

Преподаватель анализирует качество выполнения работы и оценивает, насколько глубоко осознана и понята актуальность темы, достигнута ли поставленная цель, правильно ли подобраны методы исследования и т.д.

Оценка «**отлично**» выставляется, если работа студента написана грамотным научным языком, имеет чёткую структуру и логику изложения, точка зрения студента обоснована, в работе присутствуют ссылки на научную литературу, примеры из практики,

мнения известных учёных в данной области. Студент работе выдвигает новые идеи и трактовки, демонстрирует способность анализировать материал.

Оценка «**хорошо**» выставляется, если работа студента написана грамотным научным языком, имеет чёткую структуру и логику изложения, точка зрения студента обоснована, в работе присутствуют ссылки на научную литературу, примеры из практики, мнения известных учёных в данной области.

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется, если студент выполнил задание, однако не продемонстрировал способность к научному анализу, не высказывал в работе своего мнения, допустил ошибки в логическом обосновании своего ответа.

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется, если студент не выполнил задание, или выполнил его формально, ответил на заданный вопрос, при этом не ссылался на мнения учёных, не анализировал научную литературу, не высказывал своего мнения, не проявил способность к анализу, то есть в целом цель реферата не достигнута.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания на зачете:

Согласно учебному плану студенты сдают зачет по дисциплине «Математическая логика» в четвертом семестре в соответствии с расписанием. Зачет является формой контроля усвоения студентом учебной программы по дисциплине, выполнения лабораторных и контрольных работ.

Результат сдачи зачета по прослушанному курсу оценивается как итог деятельности студента в семестре, а именно — по посещаемости лекций, результатам работы на лабораторных занятиях, выполнения самостоятельных и контрольных работ.

Для сдачи зачета надо изучить теоретический материал раздела 1 таблицы в пункте 2.2. Также студент должен научиться решать практические задания по темам этих разделов на лабораторных занятиях и в ходе выполнения домашних заданий. Теоретические вопросы к зачету приведены в пункте 4.1. Зачет выставляется после успешного выполнения контрольных работ.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания на экзамене:

Согласно учебному плану студенты сдают экзамен по дисциплине «Математическая логика» в пятом семестре в соответствии с расписанием. Экзамен является формой контроля усвоения студентом учебной программы по дисциплине, выполнения лабораторных и контрольных работ.

Критерии оценивания результатов обучения в соответствии с уровнем освоения дисциплины.

Продвинутый уровень (оценка «**отлично**»): полное знание и понимание теоретического содержания курса, без пробелов; полная сформированность необходимых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях; высокое качество выполнения всех предусмотренных программой обучения учебных заданий; свободное владение приемами решения всех типовых практических заданий; знание формулировок всех определений и утверждений курса, владение методами доказательств основных утверждений, в ходе которых проявляется способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения; владение и свободное использование профессиональной логико-математической лексики.

Базовый уровень (оценка «**хорошо**»): достаточное знание и понимание теоретического содержания курса, без пробелов; недостаточная сформированность некоторых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях; достаточное качество выполнения всех предусмотренных программой обучения учебных заданий; владение приемами решения всех типовых практических заданий; знание формулировок всех определений и основных утверждений дисциплины, умение доказывать некоторые из них, применяя методы обобщения и анализа, проявление способности к восприятию информации, постановке цели и определению путей ее

достижения; достаточное владение и использование профессиональной логико-математической лексики.

Пороговый уровень (оценка «**удовлетворительно**»): знание и понимание теоретического содержания курса с незначительными пробелами; отсутствие некоторых практических умений при решении задач; недостаточное качество выполнения всех предусмотренных программой обучения учебных заданий; владение приемами решения почти всех типов практических заданий; знание формулировок основных определений и утверждений дисциплины, проявление способности к восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения в ходе решения практических заданий; владение и использование основной профессиональной логико-математической лексики.

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется при незнании основных вопросов курса или наличии грубых ошибок в ответах на вопросы, неумении на основе теоретических знаний делать практические выводы и применять полученные знания при решении задач.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1. Основная литература:

1. Герасимов А.С. Курс математической логики и теории вычислимости: учеб.пособие. — 4-е изд., перераб. и доп. — СПб.: Лань, 2014. — 416 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/50159.

2. Иванисова О.В., Сухан И.В., Кравченко Г.Г. Математическая логика. Алгебра высказываний: учеб. пособие. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2017. — 130 с.

3. Иванисова О.В., Сухан И.В., Кравченко Г.Г. Математическая логика. Алгебра предикатов: учеб. пособие. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2019. — 84 с.

4. Игошин В.И. Математическая логика и теория алгоритмов. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 447 с.

5. Игошин В.И. Задачи и упражнения по математической логике и теории алгоритмов. — М.: Издательский центр «Академия», 2006. — 303 с.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Университетская библиотека ONLINE».

5.2. Дополнительная литература.

1. Бабичева И.В. Дискретная математика. Контролирующие материалы к тестированию: учебное пособие. — Изд. 2-е, испр. — СПб. [и др.]: Лань, 2013. — 159 с.

2. Верещагин Н.К., Шень А. Языки и исчисления. — М.: МЦНМО, 2002. —285с.

3. Гиндикин С.Г. Алгебра логики в задачах. — М.: Наука, 1972. — 288 с.

4. Гладкий А.В. Математическая логика. — М.: РГГУ, 1998. — 480 с.

5. Глухов М.М. Математическая логика. Дискретные функции. Теория алгоритмов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / М.М. Глухов, А.Б. Шишков. — СПб.: Лань, 2012. — 416 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/4041.

6. Гринченков Д. В., Потоцкий С. И. Математическая логика и теория алгоритмов для программистов: учеб. пособие для студ. вузов. — М.: КНОРУС, 2010. — 206 с.

7. Гурова Л.М. Математическая логика и теория алгоритмов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л.М. Гурова, Е.В. Зайцева. — М.: Горная книга, 2006. — 262 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/3514.

8. Ершов Ю.Л., Палютин Е.А. Математическая логика. — СПб.: Лань, 2005. — 336 с.

9. Задачи и упражнения по математической логике, дискретным функциям и теории алгоритмов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / М.М. Глухов [и др.]. — СПб.: Лань, 2008. — 112 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/112.

10. Игошин В.И. Теория алгоритмов: учеб.пособие для студ.учреждений сред.проф.образования. — М.: Издательский центр «Академия», 2013. — 320 с.

11. Колмогоров А.Н., Драгалин А.Г. Математическая логика: учеб.пособие для студ. мат. спец-ей вузов. — М.: Едиториал УРСС, 2005. — 238 с.

12. Лихтарников Л.М. Математическая логика. Курс лекций. Задачник-практикум и решения [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л.М. Лихтарников, Т.Г. Сукачева. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2009. — 288 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/231.

13. Мадер В.В. Школьнику об алгебре логики. — М.: Просвещение, 1993. — 128 с.

14. Мендельсон Э. Введение в математическую логику. — М.: Наука, 1984. — 320 с.

15. Нагель Э., Ньюмен Д. Теорема Гёделя. — М.: Знание, 1970. — 64 с.

16. Новиков П.С. Элементы математической логики. — М.: Наука, 1973. — 400 с.

17. Соболева Т. С., Чечкин А.В. Дискретная математика: учебник для студентов вузов // под ред. А. В. Чечкина. — 3-е изд., перераб. — М.: Академия, 2014. — 256 с.

18. Спирина М. С., Спирин П. А. Дискретная математика: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. — 10-е изд., стер — М.: Академия, 2014. — 368 с.

19. Столл Р. Р. Множества. Логика. Аксиоматические теории. — М.: Просвещение, 1968. — 232 с.

20. Судоплатов С.В., Овчинникова Е.В. Математическая логика и теория алгоритмов. — М.: ИНФРА-М; Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. — 224 с.

21. Успенский В.А. Теорема Гёделя о неполноте. — М.: Наука, 1982. — 112 с.

22. Успенский В.А., Верещагин Н.К., Плиско В.Е. Вводный курс математической логики. — М.: Физматлит, 2002. — 126 с.

23. Шапорев С.Д. Математическая логика: курс лекций и практических занятий: учеб. пособие для студ. вузов. — СПб. : БХВ-Петербург , 2005. — 410 с.

24. Шевелев Ю. П., Писаренко Л. А., Шевелев М. Ю. Сборник задач по дискретной математике (для практических занятий в группах): учебное пособие для студентов. — СПб. [и др.]: Лань, 2013. — 523 с.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Текущая самостоятельная работа студента, направленная на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений, осуществляется при проработке материалов лекций и соответствующей литературы, подготовке к рубежному и итоговому контролям, подготовке к выполнению лабораторных работ, их выполнению и написанию отчетов.

Для улучшения качества и эффективности самостоятельной работы студентов предлагаются методические указания к лабораторным работам, списки основной и дополнительной литературы. Все методические материалы предоставляются как в печатном, так и в электронном видах.

Текущая и опережающая СРС, заключается в:

– работе студентов с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме;

– изучение теоретического материала к лабораторным занятиям;

– подготовке к зачету и экзамену.

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа, направленная на развитие интеллектуальных умений, комплекса профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов заключается в

– поиске и анализе научных публикаций по каждому разделу курса их структурированию и представлении материала для презентации на рубежном контроле;

– участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

7.1 Перечень информационно-коммуникационных технологий

Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Программное обеспечение не предусмотрено.

7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (http://www.elibrary.ru)/
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (http://e.lanbook.com).
3. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» (www.biblioclub.ru)

8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная учебной мебелью, доской, маркером или мелом
2.	Лабораторные занятия	Помещение для проведения лабораторных занятий оснащенное учебной мебелью, доской, маркером или мелом
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Помещение для проведения групповых (индивидуальных) консультаций, оснащенное учебной мебелью, доской, маркером или мелом
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Помещение для проведения текущей и промежуточной аттестации, оснащенное учебной мебелью.
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к

		сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.