

«

»

“ ”

“ ”

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
Специальные главы математики**

: 09.03.04

, :

: 2, : 3

		<b>3</b>
<b>1</b>	( )	4
<b>2</b>		144
<b>3</b>	, .	81
<b>4</b>	, .	36
<b>5</b>	, .	36
<b>6</b>	, .	0
<b>7</b>	, .	36
<b>8</b>	, .	2
<b>9</b>	, .	7
<b>10</b>	, .	63
<b>11</b>	( , , , )	
<b>12</b>		



# 1.

1.1

<b>Компетенция ФГОС: ОПК.1 владение основными концепциями, принципами, теориями и фактами, связанными с информатикой; в части следующих результатов обучения:</b>	
3.	;
11.	
14.	,
16.	;
6.	
7.	
<b>Компетенция ФГОС: ОПК.3 готовность применять основы информатики и программирования к проектированию, конструированию и тестированию программных продуктов; в части следующих результатов обучения:</b>	
11.	
12.	
2.	
3.	
4.	
7.	
<b>Компетенция ФГОС: ПК.12 способность к формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования; в части следующих результатов обучения:</b>	
5.	

# 2.

2.1

	(	
	,	
	,	
	,	
	)	
<b>.1. 3</b>	:	
	,	
	;	
1.о математике как особом способе познания мира, общности ее понятий и представлений;	;	;
<b>.3. 11</b>		
2.о дискретной математике как важнейшем разделе математики, используемом в современном математическом моделировании.	;	;
<b>.1. 11</b>		
3.формализации и использования средств неклассических логик	;	;
<b>.3. 12</b>		
4.оценивания сложности работы алгоритмов	;	
<b>.1. 14</b>	,	

5.о рекурсивных схемах для вычислимых функций				
<b>.1. 16</b>				
6.о методах решения задач на основе анализа построенной математической модели				
<b>.1. 6</b>				
7.перевода информации с языка конкретной задачи на язык дискретной математики				
<b>.3. 7</b>				
9.об исследовании на противоречивость множества формул				
<b>.3. 2</b>				
10.построения моделей для непротиворечивых формул				
<b>.3. 4</b>				
11.владеть методами формализации				
<b>.3. 3</b>				
12.Оценивать сложность работы алгоритмов				
<b>.1. 7</b>				
13.устойчивости модели для непротиворечивых множеств формул				
<b>.12. 5</b>				
14.математически формулировать постановку задачи				

3.

3.1

<b>: 3</b>				
1. 1.1. - ( ).				
1.2. -	0	12	1, 13, 14, 2, 7, 9	
1.3. -				

2. 2.1.			
2.2.	( ):		
2.3.		0	12
2.4.			1, 10, 11, 12, 13, 2, 3, 6, 7, 9
2.5.			
:			
3. 3.1.			
3.2.			
3.3.			
3.4.	P NP. NP-	0	6
3.5.			1, 11, 12, 4, 5, 6
3.6.			
:			
4. 4.1.	:		
( )			
4.2.	:	0	6
			1, 10, 11, 12, 14, 3, 6, 7, 9

3.2

	,	.		
: 3				
:				

1. 1.1.				)
1.2.				-
1.3.	12	12	1, 10, 11, 13, 2, 9	) ( 1); - , -
1.4.				-
2. 2.1.				)
2.2.				( 2 - 6);
2.3.	12	12	1, 10, 11, 12, 13, 14, 3, 6, 7, 9	) - ,
2.4.				
:				
3. 3.1.				-
3.2.				( 7, 8);
3.3.				
3.4.	12	6	1, 4, 5, 6, 7	;
3.5.				
3.6.				
:				
5. 4.1	0	6	2, 4, 9	

**4.**

<b>: 3</b>				



<b>.1</b>	3. ; ; ;	+	+	+
	11.			+
	14. ,	+	+	+
	16. ;	+	+	+
	6.	+	+	+
	7.	+	+	+
<b>.3</b>	11.			+
	12.	+	+	+
	2.	+	+	+
	3.	+	+	+
	4.	+		+
	7.	+	+	+
<b>.12</b>	5.	+	+	+

7.

1. Судоплатов С. В. Дискретная математика : учебник для втузов / С. В. Судоплатов, Е. В. Овчинникова. - Новосибирск, 2010. - 279 с. : ил.
2. Лавров И. А. Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов / И. А. Лавров, Л. Л. Максимова. - М., 2006. - 255 с.
3. Лавров И. А. Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов / И. А. Лавров, Л. Л. Максимова. - М., 2002. - 255 с.
4. Судоплатов С. В. Математическая логика и теория алгоритмов : учебник / С. В. Судоплатов, Е. В. Овчинникова. - Новосибирск, 2010. - 255 с. : ил., табл.. - Режим доступа: [http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/tutorials/2010/2010\\_sudoplat.pdf](http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/tutorials/2010/2010_sudoplat.pdf)

1. Гаврилов Г. П. Сборник задач по дискретной математике : учебное пособие для вузов по спец. "Прикладная математика" / Г. П. Гаврилов, А. А. Сапоженко. - М., 1977. - 367, [1] с. : ил.
2. Куликов Л. Я. Сборник задач по алгебре и теории чисел : Учеб. пособие для физ. -мат. спец. пед. ин-тов / Л. Я. Куликов, А. И. Москаленко, А. А. Фомин. - М., 1993. - 288 с.
3. Ершов Ю. Л. Математическая логика : Учеб. пособие для вузов / Ю. Л. Ершов. - М., 1987. - 336 с.
4. Мальцев А. И. Алгоритмы и рекурсивные функции / А. И. Мальцев. - М., 1986. - 367 с. : ил.
5. Шоломов Л. А. Основы теории дискретных логических и вычислительных устройств : учебное пособие для вузов / Л. А. Шоломов ; под ред. С. В. Емельянова. - М., 1980. - 399 с. : ил.
6. Ахо А. В. Построение и анализ вычислительных алгоритмов : [монография] / А. Ахо, Дж. Хопкрофт, Дж. Ульман ; пер. с англ. А. О. Слисенко ; под ред. Ю. В. Матиясевича. - М., 1979. - 535, [1] с. : ил.
7. Кнут Д. Э. Искусство программирования для ЭВМ. Т. 1 : пер. с англ. / Д. Э. Кнут ; под ред. Бабенко К. И., Штаркмана В. С. - М., 1976. - 736 с.
8. Кнут Д. Э. Искусство программирования на ЭВМ. Т. 2. Получисленные алгоритмы : пер. с англ. / Д. Кнут ; под ред. К. И. Бабенко. - М., 1969. - 724 с. : ил.
9. Кнут Д. Э. Искусство программирования для ЭВМ. Т. 3. Сортировка и поиск / Д. Кнут ; под ред. : Ю. М. Баяковского, В. С. Штаркмана. - М., 1978. - 844 с. : ил.

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>
5. :

## 8.

### 8.1

1. Судоплатов С. В. Математическая логика и теория алгоритмов (С.В. Судоплатов) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / С. В. Судоплатов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: <http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&curs=298>. - Загл. с экрана.
2. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Е. В. Овчинникова, Д. В. Армеев, С. В. Судоплатов, И. Д. Черных ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: <http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&curs=777>. - Загл. с экрана.

### 8.2

- 1 Microsoft Windows
- 2 Microsoft Office

9. -

1	( - ) , ,	



# 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Специальные главы математики приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.1 владение основными концепциями, принципами, теориями и фактами, связанными с информатикой	з3. знать основные понятия курса математической логики: логику и исчисления высказываний, логику и исчисления предикатов, основные модели теории алгоритмов; основы теории алгоритмической сложности; основные виды пропозициональных и предикатных неклассических логик	1.1. Нахождение выводов формул в исчислении секвенций. 1.2. Доказательство допустимых правил. Доказательство эквивалентностей. 1.3. Нахождение выводов формул в исчислении высказываний гильбертовского типа. Нормальные формы. 1.4. Алгоритмы проверки общезначимости формул и противоречивости множества формул. 2.1. Формулы и подформулы. Свободное и связанное вхождение переменной в формулу. Формализация свойств. 2.2. Выполнимость формул и построение моделей. 2.3. Нахождение выводов формул в ИП. Приведение к пренексной нормальной форме. 2.4. Проверка выполнимости и невыполнимости формул методом резолюций. 1.1.Формальные исчисления. Язык исчисления высказываний (ИВ). Система аксиом и правил вывода ИВ. Понятие вывода формулы из множества гипотез. Теорема о дедукции. 1.2.Основные эквивалентности. Нормальные формы. Интерпретации и семантика ИВ. Тавтологически истинные и тавтологически ложные формулы. Непротиворечивость, полнота и разрешимость ИВ. 1.3. Алгоритм Квайна и алгоритм редукции проверки общезначимости формул. Метод резолюций в ИВ. Хорновские дизъюнкты. 2.1. Алгебраические системы. Формулы логики предикатов. Истинность формул на алгебраических системах. Выполнимость формул логики предикатов. Модель множества формул. Теорема компактности. 2.2. Исчисление предикатов (ИП): аксиомы и правила вывода. Основные эквивалентности ИП. Пренексные нормальные формы. Непротиворечивость и полнота ИП. 2.3. Элементарные теории. Полные теории. Категоричность в мощности. Система аксиом арифметики Пеано. Стандартные и нестандартные модели арифметики. 2.4. Метод резолюций в ИП. 2.5.Формальное определение программы. Логические формулы, описывающие исполнение программ. Анализ программ с помощью резолюции. Понятие о логическом программировании и языке программирования Пролог. 3.1. Понятие алгоритма. Тезис Чёрча. Машины	Контрольные работы, задачи 1-4, РГЗ, задачи 1-8	Зачет, вопросы 1-12

		<p>Тьюринга. Вычислимость на машинах Тьюринга. 3.2. Примитивно рекурсивные и частично рекурсивные функции. Рекурсивность основных арифметических операций. Нумерация множества кортежей натуральных чисел. Рекурсивные множества. Эквивалентность моделей алгоритмов. 3.3. Универсальная частично рекурсивная функция. Существование не рекурсивных множеств. Рекурсивно перечислимые множества. Гёделевская нумерация формул, аксиом и правил вывода ИП. Разрешимые и неразрешимые теории. Теорема Чёрча о неразрешимости арифметики. Теорема Гёделя о неполноте арифметики. 3.4. Временная и ёмкостная сложность алгоритмов. Классы алгоритмов P и NP. Метод сводимости. NP-полные задачи. 3.5. Основные алгоритмы поиска и сортировки. 3.6. Конечные автоматы. Способы задания автоматов. Операции над автоматами. Детерминированные и недетерминированные конечные автоматы, связь между ними. Состояния и эквивалентные состояния автоматов. 3.1. Частично рекурсивные функции. 3.2. Машины Тьюринга. 3.3. Рекурсивные и рекурсивно перечислимые множества. Разрешимые и неразрешимые теории. 3.4. Оценки сложности алгоритмов. 3.5. Алгоритмы поиска и алгоритмы сортировки. 3.6. Способы задания автоматов. Детерминированные и недетерминированные автоматы. Операции над автоматами.</p>		
ОПК.1	уб. уметь исследовать на противоречивость множества формул	<p>2.1. Формулы и подформулы. Свободное и связанное вхождение переменной в формулу. Формализация свойств. 2.2. Выполнимость формул и построение моделей. 2.3. Нахождение выводов формул в ИП. Приведение к пренексной нормальной форме. 2.4. Проверка выполнимости и невыполнимости формул методом резолюций. 1.1. Формальные исчисления. Язык исчисления высказываний (ИВ). Система аксиом и правил вывода ИВ. Понятие вывода формулы из множества гипотез. Теорема о дедукции. 1.2. Основные эквивалентности. Нормальные формы. Интерпретации и семантика ИВ. Тавтологически истинные и тавтологически ложные формулы. Непротиворечивость, полнота и разрешимость ИВ. 1.3. Алгоритм Квайна и алгоритм редукции проверки общезначимости формул. Метод резолюций в ИВ. Хорновские дизъюнкты. 2.1. Алгебраические системы. Формулы логики предикатов. Истинность формул на алгебраических системах. Выполнимость формул логики предикатов. Модель множества формул. Теорема компактности. 2.2. Исчисление предикатов (ИП): аксиомы и правила вывода. Основные эквивалентности ИП. Пренексные нормальные формы. Непротиворечивость и полнота ИП. 2.3. Элементарные теории. Полные теории.</p>	Контрольные работы, задачи 1-4, РГЗ, задачи 1-8	Зачет, вопросы 13-20

		Категоричность в мощности. Система аксиом арифметики Пеано. Стандартные и нестандартные модели ариф-метики. 2.4. Метод резолюций в ИП. 2.5.Формальное определение программы. Логические формулы, описывающие исполнение программ. Анализ программ с помощью резолюции. Понятие о логическом програм-мировании и языке программирования Пролог.		
ОПК.1	у7. уметь строить модели для непротиворечивых множеств формул	1.1. Нахождение выводов формул в исчислении секвенций. 1.2. Доказательство допустимых правил. Доказательство эквивалентностей. 1.3. Нахождение выводов формул в исчислении высказываний гильбертовского типа. Нормальные формы. 1.4. Алгоритмы проверки общезна-чимости формул и противоречивости множества формул. 2.1. Формулы и подформулы. Сво-бодное и связанное вхождение пере-менной в формулу. Формализация свойств. 2.2. Выполнимость формул и построение моделей. 2.3. Нахождение выводов формул в ИП. Приведение к пренексной нормальной форме. 2.4. Проверка выполнимости и невыполнимости формул методом резолюций. 1.1.Формальные исчисления. Язык исчисления высказыва-ний (ИВ). Система аксиом и правил вывода ИВ. Понятие вывода формулы из множества гипотез. Теорема о дедук-ции. 1.2.Основные эквивалентности. Нормальные формы. Ин-терпретации и семантика ИВ. Тождественно истинные и тождественно ложные формулы. Непротиворечивость, полнота и разрешимость ИВ. 1.3. Алгоритм Квайна и алгоритм редукции проверки об-щезначимости формул. Метод резолюций в ИВ. Хорновские дизъюнкты. 2.1. Алгебраические системы. Формулы логики предикатов. Истинность формул на алгебраических системах. Выполнимость формул логики предикатов. Модель множества формул. Теорема компактности. 2.2. Исчисление предикатов (ИП): аксиомы и правила вывода. Основные эквивалентности ИП. Пренексные нормальные формы. Непротиворечивость и полнота ИП. 2.3. Элементарные теории. Полные теории. Категоричность в мощности. Система аксиом арифметики Пеано. Стандартные и нестандартные модели ариф-метики. 2.4. Метод резолюций в ИП. 2.5.Формальное определение программы. Логические формулы, описывающие исполнение программ. Анализ программ с помощью резолюции. Понятие о логическом програм-мировании и языке программирования Пролог.	Контрольные работы, задачи 1-4, РГЗ, задачи 1-8	Зачет, вопросы 21-25
ОПК.1	у11. уметь приводить формулы к нормальным формам	2.1. Алгебраические системы. Формулы логики предикатов. Истинность формул на алгебраических системах. Выполнимость формул логики предикатов. Модель множества формул. Теорема компактности. 2.2. Исчисление		Зачет, вопросы 26-31

		<p>предикатов (ИП): аксиомы и правила вывода. Основные эквивалентности ИП. Пренексные нормальные формы. Непротиворечивость и полнота ИП. 2.3. Элементарные теории. Полные теории. Категоричность в мощностях. Система аксиом арифметики Пеано. Стандартные и нестандартные модели арифметики. 2.4. Метод резолюций в ИП. 2.5. Формальное определение программы. Логические формулы, описывающие исполнение программ. Анализ программ с помощью резолюции. Понятие о логическом програм-мировании и языке программирования Пролог.</p>		
ОПК.1	<p>у14. уметь находить предложения, отличающие одни модели от других</p>	<p>3.1. Понятие алгоритма. Тезис Чёрча. Машины Тьюринга. Вычислимость на машинах Тьюринга. 3.2. Примитивно рекурсивные и частично рекурсивные функции. Рекурсивность основных арифметических операций. Нумерация множества кортежей натуральных чисел. Рекурсивные множества. Эквивалентность моделей алгоритмов. 3.3. Универсальная частично рекурсивная функция. Существование не рекурсивных множеств. Рекурсивно перечислимые множества. Гёделевская нумерация формул, аксиом и правил вывода ИП. Разрешимые и неразрешимые теории. Теорема Чёрча о неразрешимости арифметики. Теорема Гёделя о неполноте арифметики. 3.4. Временная и ёмкостная сложность алгоритмов. Классы алгоритмов P и NP. Метод сводимости. NP-полные задачи. 3.5. Основные алгоритмы поиска и сортировки. 3.6. Конечные автоматы. Способы задания автоматов. Операции над автоматами. Детерминированные и недетерминированные конечные автоматы, связь между ними. Состояния и эквивалентные состояния автоматов. 3.1. Частично рекурсивные функции. 3.2. Машины Тьюринга. 3.3. Рекурсивные и рекурсивно перечислимые множества. Разрешимые и неразрешимые теории. 3.4. Оценки сложности алгоритмов. 3.5. Алгоритмы поиска и алгоритмы сортировки. 3.6. Способы задания автоматов. Детерминированные и недетерминированные автоматы. Операции над автоматами.</p>	<p>Контрольные работы, задачи 1-4, РГЗ, задачи 1-8</p>	<p>Зачет, вопросы 32-35</p>
ОПК.1	<p>у16. уметь проверять доказуемость формул и секвенций; находить выводы доказуемых секвенций ИВ и ИП</p>	<p>2.1. Формулы и подформулы. Свободное и связанное вхождение переменной в формулу. Формализация свойств. 2.2. Выполнимость формул и построение моделей. 2.3. Нахождение выводов формул в ИП. Приведение к пренексной нормальной форме. 2.4. Проверка выполнимости и невыполнимости формул методом резолюций. 2.1. Алгебраические системы. Формулы логики предикатов. Истинность формул на алгебраических системах. Выполнимость формул логики предикатов. Модель множества формул. Теорема компактности. 2.2. Исчисление предикатов (ИП): аксиомы и правила</p>	<p>Контрольные работы, задачи 1-4, РГЗ, задачи 1-8</p>	<p>Зачет, вопросы 36-40</p>

		<p>вывода. Основные эквивалентности ИП. Пренексные нормальные формы. Непротиворечивость и полнота ИП. 2.3. Элементарные теории. Полные теории. Категоричность в мощности. Система аксиом арифметики Пеано. Стандартные и нестандартные модели ариф-метики. 2.4. Метод резолюций в ИП. 2.5.Формальное определение программы. Логические формулы, описывающие исполнение программ. Анализ программ с помощью резолюции. Понятие о логическом програм-мировании и языке программирования Пролог. 3.1. Понятие алгоритма. Тезис Чёрча. Машины Тьюринга. Вычислимость на машинах Тьюринга. 3.2. Примитивно рекурсивные и частично рекурсивные функции. Рекурсивность основных арифметических операций. Нумерация множества кортежей натуральных чисел. Рекурсивные множества. Эквивалентность моделей алгоритмов. 3.3.Универсальная частично рекурсивная функция. Суще-ствование нерекурсивных множеств. Рекурсивно перечис-лимые множества. Гёделевская нумерация формул, аксиом и правил вывода ИП. Разрешимые и неразрешимые теории. Теорема Чёрча о неразрешимости арифметики. Теорема Гёделя о неполноте арифметики. 3.4. Временнбя и ёмкостная сложность алгоритмов. Классы алгоритмов P и NP. Метод сводимости. NP-полные задачи. 3.5. Основные алгоритмы поиска и сортировки. 3.6. Конечные автоматы. Способы задания автоматов. Операции над автоматами. Детерминированные и недетерминированные конечные автоматы, связь между ними. Состояния и эквивалентные состояния автоматов. 3.1. Частично рекурсивные функции. 3.2. Машины Тьюринга. 3.3. Рекурсивные и рекурсивно перечислимые множества. Разрешимые и неразрешимые теории. 3.4.Оценки сложности алгоритмов. 3.5. Алгоритмы поиска и алгоритмы сортировки. 3.6.Способы задания автоматов. Детерминированные и недетерминированные автоматы. Операции над автоматами.</p>		
<p>ОПК.3 готовность применять основы информатики и программирова ния к проектировани ю, конструирован ию и тестированию программных продуктов</p>	<p>у2. уметь составлять рекурсивные схемы для вычислимых функций</p>	<p>1.1. Нахождение выводов формул в исчислении секвенций. 1.2. Доказательство допустимых правил. Доказательство эквивалентностей. 1.3. Нахождение выводов формул в исчислении высказываний гильбертовского типа. Нормальные формы. 1.4. Алгоритмы проверки общезна-чимости формул и противоречивости множества формул. 2.1. Формулы и подформулы. Сво-бодное и связанное вхождение пере-менной в формулу. Формализация свойств. 2.2. Выполнимость формул и построение моделей. 2.3. Нахождение выводов формул в ИП. Приведение к пренексной нормальной форме. 2.4. Проверка выполнимости и невыполнимости формул методом резолюций. 2.1.</p>	<p>Контрольные работы, задачи 1-4, РГЗ, задачи 1-8</p>	<p>Зачет, вопросы 27-40</p>

		<p>Алгебраические системы. Формулы логики предикатов. Истинность формул на алгебраических системах. Выполнимость формул логики предикатов. Модель множества формул. Теорема компактности. 2.2. Исчисление предикатов (ИП): аксиомы и правила вывода. Основные эквивалентности ИП. Пренексные нормальные формы. Непротиворечивость и полнота ИП. 2.3. Элементарные теории. Полные теории. Категоричность в мощности. Система аксиом арифметики Пеано. Стандартные и нестандартные модели ариф-метики. 2.4. Метод резолюций в ИП. 2.5. Формальное определение программы. Логические формулы, описывающие исполнение программ. Анализ программ с помощью резолюции. Понятие о логическом програм-мировании и языке программирования Пролог.</p>		
ОПК.3	у3. уметь оценивать сложность работы алгоритмов	<p>2.1. Алгебраические системы. Формулы логики предикатов. Истинность формул на алгебраических системах. Выполнимость формул логики предикатов. Модель множества формул. Теорема компактности. 2.2. Исчисление предикатов (ИП): аксиомы и правила вывода. Основные эквивалентности ИП. Пренексные нормальные формы. Непротиворечивость и полнота ИП. 2.3. Элементарные теории. Полные теории. Категоричность в мощности. Система аксиом арифметики Пеано. Стандартные и нестандартные модели ариф-метики. 2.4. Метод резолюций в ИП. 2.5. Формальное определение программы. Логические формулы, описывающие исполнение программ. Анализ программ с помощью резолюции. Понятие о логическом програм-мировании и языке программирования Пролог. 3.1. Понятие алгоритма. Тезис Чёрча. Машины Тьюринга. Вычислимость на машинах Тьюринга. 3.2. Примитивно рекурсивные и частично рекурсивные функции. Рекурсивность основных арифметических операций. Нумерация множества кортежей натуральных чисел. Рекурсивные множества. Эквивалентность моделей алгоритмов. 3.3. Универсальная частично рекурсивная функция. Суще-ствование нерекурсивных множеств. Рекурсивно перечис-лимые множества. Гёделевская нумерация формул, аксиом и правил вывода ИП. Разрешимые и неразрешимые теории. Теорема Чёрча о неразрешимости арифметики. Теорема Гёделя о неполноте арифметики. 3.4. Временнбя и ёмкостная сложность алгоритмов. Классы алгоритмов P и NP. Метод сводимости. NP-полные задачи. 3.5. Основные алгоритмы поиска и сортировки. 3.6. Конечные автоматы. Способы задания автоматов. Операции над автоматами. Детерминированные и недетерминированные конечные автоматы, связь между ними. Состояния и эквивалентные состояния автоматов.</p>	Контрольные работы, задачи 1-4, РГЗ, задачи 1-8	Зачет, вопросы 1-25

ОПК.3	у4. владеть методами формализации и использования средств основных неклассических логик	<p>2.1. Формулы и подформулы. Сво-бодное и связанное вхождение пере-менной в формулу. Формализация свойств. 2.2. Выполнимость формул и построение моделей. 2.3. Нахождение выводов формул в ИП. Приведение к пренексной нормальной форме. 2.4. Проверка выполнимости и невыполнимости формул методом резолюций. 2.1. Алгебраические системы. Формулы логики предикатов. Истинность формул на алгебраических системах. Выполнимость формул логики предикатов. Модель множества формул. Теорема компактности. 2.2. Исчисление предикатов (ИП): аксиомы и правила вывода. Основные эквивалентности ИП. Пренексные нормальные формы. Непротиворечивость и полнота ИП. 2.3. Элементарные теории. Полные теории. Категоричность в мощностях. Система аксиом арифметики Пеано. Стандартные и нестандартные модели ариф-метики. 2.4. Метод резолюций в ИП. 2.5.Формальное определение программы. Логические формулы, описывающие исполнение программ. Анализ программ с помощью резолюции. Понятие о логическом програм-мировании и языке программирования Пролог. 3.1. Понятие алгоритма. Тезис Чёрча. Машины Тьюринга. Вычислимость на машинах Тьюринга. 3.2. Примитивно рекурсивные и частично рекурсивные функции. Рекурсивность основных арифметических операций. Нумерация множества кортежей натуральных чисел. Рекурсивные множества. Эквивалентность моделей алгоритмов. 3.3. Универсальная частично рекурсивная функция. Суще-ствование нерекурсивных множеств. Рекурсивно перечис-лимые множества. Гёделевская нумерация формул, аксиом и правил вывода ИП. Разрешимые и неразрешимые теории. Теорема Чёрча о неразрешимости арифметики. Теорема Гёделя о неполноте арифметики. 3.4. Временнбя и ёмкостная сложность алгоритмов. Классы алгоритмов P и NP. Метод сводимости. NP-полные задачи. 3.5. Основные алгоритмы поиска и сортировки. 3.6. Конечные автоматы. Способы задания автоматов. Операции над автоматами. Детерминированные и недетерминированные конечные автоматы, связь между ними. Состояния и эквивалентные состояния автоматов.</p>	Контрольные работы, задачи 1-4, РГЗ, задачи 1-8	Зачет, вопросы 12-20
ОПК.3	у7. уметь строить машины Тьюринга для вычисления функций	<p>1.1. Нахождение выводов формул в исчислении секвенций. 1.2. Доказательство допустимых правил. Доказательство эквивалентностей. 1.3. Нахождение выводов формул в исчислении высказываний гильбертовского типа. Нормальные формы. 1.4. Алгоритмы проверки общезна-чимости формул и противоречивости множества формул. 2.1. Формулы и подформулы. Сво-бодное и связанное вхождение пере-менной в формулу. Формализация свойств. 2.2.</p>	Контрольные работы, задачи 1-4, РГЗ, задачи 1-8	Зачет, вопросы 14-25

		<p>Выполнимость формул и построение моделей. 2.3. Нахождение выводов формул в ИП. Приведение к пренексной нормальной форме. 2.4. Проверка выполнимости и невыполнимости формул методом резолюций. 1.1.Формальные исчисления. Язык исчисления высказываний (ИВ). Система аксиом и правил вывода ИВ. Понятие вывода формулы из множества гипотез. Теорема о дедукции. 1.2.Основные эквивалентности. Нормальные формы. Интерпретации и семантика ИВ. Тожественно истинные и тождественно ложные формулы. Непротиворечивость, полнота и разрешимость ИВ. 1.3. Алгоритм Квайна и алгоритм редукции проверки общезначимости формул. Метод резолюций в ИВ. Хорновские дизъюнкты. 2.1. Алгебраические системы. Формулы логики предикатов. Истинность формул на алгебраических системах. Выполнимость формул логики предикатов. Модель множества формул. Теорема компактности. 2.2. Исчисление предикатов (ИП): аксиомы и правила вывода. Основные эквивалентности ИП. Пренексные нормальные формы. Непротиворечивость и полнота ИП. 2.3. Элементарные теории. Полные теории. Категоричность в мощности. Система аксиом арифметики Пеано. Стандартные и нестандартные модели арифметики. 2.4. Метод резолюций в ИП. 2.5.Формальное определение программы. Логические формулы, описывающие исполнение программ. Анализ программ с помощью резолюции. Понятие о логическом програм-мировании и языке программирования Пролог.</p>		
ОПК.3	у11. уметь выбирать методы решения задач на основе анализа построенной математической модели	<p>1.1.Формальные исчисления. Язык исчисления высказываний (ИВ). Система аксиом и правил вывода ИВ. Понятие вывода формулы из множества гипотез. Теорема о дедукции. 1.2.Основные эквивалентности. Нормальные формы. Интерпретации и семантика ИВ. Тожественно истинные и тождественно ложные формулы. Непротиворечивость, полнота и разрешимость ИВ. 1.3. Алгоритм Квайна и алгоритм редукции проверки общезначимости формул. Метод резолюций в ИВ. Хорновские дизъюнкты.</p>		Зачет, вопросы 1-10
ОПК.3	у12. уметь переводить информацию с языка конкретной задачи на язык дискретной математики и строить математические модели простейших систем и процессов в естествознании и технике	<p>3.1. Понятие алгоритма. Тезис Чёрча. Машины Тьюринга. Вычислимость на машинах Тьюринга. 3.2. Примитивно рекурсивные и частично рекурсивные функции. Рекурсивность основных арифметических операций. Нумерация множества кортежей натуральных чисел. Рекурсивные множества. Эквивалентность моделей алгоритмов. 3.3.Универсальная частично рекурсивная функция. Существование нерекурсивных множеств. Рекурсивно перечислимые множества. Гёделевская нумерация формул, аксиом и правил вывода ИП. Разрешимые и неразрешимые теории. Теорема Чёрча о</p>	Контрольные работы, задачи 1-4, РГЗ, задачи 1-8	Зачет, вопросы 35-40

		<p>неразрешимости арифметики. Теорема Гёделя о неполноте арифметики. 3.4. Временная и ёмкостная сложность алгоритмов. Классы алгоритмов P и NP. Метод сводимости. NP-полные задачи. 3.5. Основные алгоритмы поиска и сортировки. 3.6. Конечные автоматы. Способы задания автоматов. Операции над автоматами. Детерминированные и недетерминированные конечные автоматы, связь между ними. Состояния и эквивалентные состояния автоматов. 3.1. Частично рекурсивные функции. 3.2. Машины Тьюринга. 3.3. Рекурсивные и рекурсивно перечислимые множества. Разрешимые и неразрешимые теории. 3.4. Оценки сложности алгоритмов. 3.5. Алгоритмы поиска и алгоритмы сортировки. 3.6. Способы задания автоматов. Детерминированные и недетерминированные автоматы. Операции над автоматами.</p>		
ПК.12/НИ способность к формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования	у5. уметь математически формализовать постановку задачи исследования объектов профессиональной деятельности	<p>2.1. Формулы и подформулы. Свободное и связанное вхождение переменной в формулу. Формализация свойств. 2.2. Выполнимость формул и построение моделей. 2.3. Нахождение выводов формул в ИП. Приведение к пренексной нормальной форме. 2.4. Проверка выполнимости и невыполнимости формул методом резолюций. 1.1. Формальные исчисления. Язык исчисления высказываний (ИВ). Система аксиом и правил вывода ИВ. Понятие вывода формулы из множества гипотез. Теорема о дедукции. 1.2. Основные эквивалентности. Нормальные формы. Интерпретации и семантика ИВ. Тавтологически истинные и тавтологически ложные формулы. Непротиворечивость, полнота и разрешимость ИВ. 1.3. Алгоритм Квайна и алгоритм редукции проверки общезначимости формул. Метод резолюций в ИВ. Хорновские дизъюнкты.</p>	Контрольные работы, задачи 1-4, РГЗ, задачи 1-8	Зачет, вопросы 23-30

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 3 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.3, ПК.12/НИ.

Зачет проводится в письменной форме, по билетам.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 3 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ(Р), контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р), контрольной работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.3, ПК.12/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

## **Общая характеристика уровней освоения компетенций.**

**Ниже порогового.** Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

**Пороговый.** Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

**Базовый.** Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

**Продвинутый.** Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»  
Кафедра автоматизированных систем управления  
Кафедра автоматики  
Кафедра алгебры и математической логики  
Кафедра вычислительной техники

## Паспорт зачета

по дисциплине «Специальные главы математики», 3 семестр

### 1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-19 по разделу «Математическая логика», второй вопрос из диапазона вопросов 20-40 по разделу «Теория алгоритмов» (список вопросов приведен ниже). Кроме того, по каждому из двух основных разделов предлагается задача. В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

### Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет АВТФ

Билет № \_\_\_\_\_

к зачету по дисциплине «Специальные главы математики»

---

1. Теорема о дедукции в ИП. Теорема Гёделя о полноте. Теорема о существовании модели.
2. С помощью метода резолюций проверить выполнимость следующего множества формул:  
 $\{P(x,y,z) \vee Q(F(x),u) \vee G(y,z)=H(u,v), \quad \neg P(F(x),x,y) \vee G(x,y)=H(y,z), \quad \neg Q(x,H(c,c)),$   
 $\neg G(x,y)=H(H(x,y),u)\}$ .
3. Частичная рекурсивность функций, вычислимых на машинах Тьюринга.
4. Применяя операцию примитивной рекурсии к функциям  $g(x)$  и  $h(x,y,z)$ , построить функцию  $f(x,y)=R(g,h)$ , записав ее в аналитической форме:  
 $g(x)=sg(x), h(x,y,z)=x \cdot sg(y) + z \cdot \neg sg(x)$ .

Утверждаю: зав. кафедрой АиМЛ \_\_\_\_\_ доцент, Судоплатов С.В.  
(подпись) (дата)

### 2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на

вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 0-20 баллов.

- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 21-25 баллов.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 26-34 баллов.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 35-40 баллов.

### 3. Шкала оценки

Выполнение всех задач типового расчета, относящихся к соответствующему модулю в срок – 5 баллов.

Максимальная оценка за задачи контрольной работы, относящиеся к соответствующему модулю – 15 баллов.

Модули дисциплины “Специальные главы математики”, 3 семестр:

1. Исчисления высказываний
2. Логика и исчисления предикатов.
3. Алгоритмы и рекурсивные функции.
4. Неклассические логики.

Требования к текущей аттестации, формы контроля, соответствие баллов по каждому виду деятельности и график выполнения контрольных работ и типового расчета сообщаются преподавателем на 1-й неделе семестра, см. также нижеследующие дополнения.

### 4. Перечень вопросов

1. Формальные исчисления. Вывод в исчислении. Теорема исчисления. Разрешимые и непротиворечивые исчисления.
2. Исчисление высказываний (ИВ): формулы, аксиомы и правила вывода. Понятие доказательства, дерево доказательства.
3. Основные эквивалентности ИВ. Теорема о замене. Дизъюнктивная и конъюнктивная нормальные формы.
4. Семантика исчисления высказываний. Непротиворечивость ИВ. Таблицы истинности. Общезначимые и выполнимые формулы. Теорема о полноте. Разрешимость ИВ.
5. Семантическое дерево. Алгоритм Квайна и алгоритм редукции проверки общезначимости формул.
6. Метод резолюций в ИВ. Метод согласия. Метод резолюций для хорновских дизъюнктов.
7. Формулы сигнатуры  $\Sigma$ . Подформулы. Свободные и связанные переменные. Предложения. Истинность формулы на элементах алгебраической системы.
8. Общезначимые и выполнимые формулы. Теорема об общезначимости формул сигнатуры  $\Sigma$ , соответствующих общезначимым формулам ИВ. Выполнимое множество формул. Теорема компактности.
9. Исчисление предикатов сигнатуры  $\Sigma$  ( $ИП^\Sigma$ ): аксиомы и правила вывода, доказуемые формулы. Тавтологически истинные формулы. Теорема о непротиворечивости  $ИП^\Sigma$ .

10. Основные эквивалентности  $\text{III}^\Sigma$ . Теорема о замене. Пренексные и клазуальные нормальные формы.
11. Теорема о существовании модели. Теорема Гёделя о полноте. Теорема Мальцева о компактности.
12. Скулемизация алгебраических систем.
13. Подстановка сигнатуры  $\Sigma$ . Композиция подстановок. Унификатор и наиболее общий унификатор. Алгоритм унификации. Теорема об алгоритме унификации.
14. Бинарная резольвента и резольвента дизъюнктов сигнатуры  $\Sigma$ . Резолютивный вывод. Полнота метода резолюций.
15. Проверка непротиворечивости множества предложений методом резолюций и построение моделей. Формализация свойств и их доказательство с помощью метода резолюций.
16. Принцип логического программирования. Логические программы.
17. Элементарные теории. Система аксиом теории. Полные теории.
18. Типы. Основные классы моделей.
18.  $\kappa$ -Категоричные теории. Теорема о полноте  $\kappa$ -категоричной теории.  $\omega$ -Категоричность теории плотного линейного порядка. Спектры моделей полных теорий.
19. Система аксиом арифметики Пеано. Нестандартные модели арифметики. Теорема Дедекинда-Пеано.
20. Понятие алгоритма, основные признаки алгоритма. Вычислимые функции и тезис Чёрча.
21. Определение машины Тьюринга.
22. Основные машины Тьюринга. Операции над машинами Тьюринга.
23. Вычисление функций на машинах Тьюринга.
24. Понятие примитивно рекурсивной функции, основные примеры.
25. Примитивно рекурсивные отношения, основные преобразования над ними, примеры примитивно рекурсивных отношений.
26. Нумерации  $n$ -ок натуральных чисел примитивно рекурсивными функциями.
27. Частично рекурсивные и рекурсивные функции. Теорема об элиминации примитивной рекурсии.
28. Вычислимость частично рекурсивных функций на машинах Тьюринга.
29. Частичная рекурсивность функций, вычислимых на машинах Тьюринга.
30. Универсальные ЧРФ. Теорема об универсальности. Теорема о существовании ЧРФ, не доопределимой до рекурсивной функции. Теорема Райса.
31. Гёделевская нумерация формул, аксиом и правил вывода исчисления предикатов. Рекурсивно перечислимые множества. Разрешимые и неразрешимые теории. Теорема Гёделя о неполноте арифметики. Теорема Чёрча о неразрешимости исчисления предикатов.
32. Временная и ленточная сложности машины Тьюринга, вычисляющей заданную функцию. Теоремы о верхней границе сложности вычислений. Теорема об ускорении.
33. Класс эффективно вычислимых функций. Метод сводимости.
34. Понятие переборной задачи. Универсальные переборные задачи, примеры.
35. Основные алгоритмы сортировки и их сложность.
36. Детерминированные и недетерминированные конечные автоматы, связь между ними.
37. Пропозициональные неклассические логики.
38. Предикатные неклассические логики.
39. Предикатные временные логики и их приложение к программированию.
40. Алгоритмические логики.

### Дополнение 1.

Для допуска к зачету необходимо и достаточно набрать не менее **35** баллов текущего рейтинга. При условии, что семестр разбит на 4 модуля, и за каждый модуль рейтинга получено не менее **8 баллов**.

### Дополнение 2.

Возможные дополнительные виды работы, повышающие рейтинг:

- реферативное изложение какой-либо темы по согласованию с лектором;
- призовое место в олимпиаде уровня не ниже университетского.

### Дополнение 3.

Итоговой аттестацией является зачет, на котором можно получить максимум 20 баллов,

по 5 баллов за каждое задание (билет для зачета содержит 4 задания, один теоретический вопрос и одна задача по математической логике, а также один теоретический вопрос и одна задача по теории алгоритмов). Зачетная работа аннулируется, если не решена ни одна из предложенных задач.

#### **Дополнение 4.**

Если по результатам текущей аттестации студент не набрал **15** баллов текущего рейтинга или за некоторый модуль рейтинга получено менее **3** баллов, то ему выставляется оценка «неудовлетворительно» (F).

#### **Дополнение 5.**

Мониторинг качества учебной деятельности студентов Мониторинг качества учебной деятельности студентов служит инструментом контроля со стороны деканата и служб управления учебным процессом.

Мониторинг качества проводится в форме выставления преподавателями оценок за «контрольные недели» (седьмая и тринадцатая недели каждого семестра), а также в форме независимого тестирования.

Оценки за «контрольные недели» выставляются студентам по каждой дисциплине в период их обучения с первого по четвертый курс по трехбалльной системе: «не справляется» - **0** баллов, «освоено не в полном объеме» **1** балл, «освоено в полном объеме» **2** балла.

**График** мониторинга (накопления баллов рейтинга) соответствует хронологии изучения соответствующих разделов курса.

**Распределение баллов:** 20+20+20+20 соответственно модулям.

#### **Критерии оценок контрольных недель:**

Доля заработанных относительно максимально возможного количества баллов	Оценка
Менее 60%	0
60–80%	1
Более 80%	2

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины и в нижеследующей таблице.

Таблица 1

Характеристика работы студента	Диапазон баллов рейтинга	Оценка ECTS	Традиционная (4-уровневая) шкала оценки	
«Отлично» - работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	90-100	A+	отлично	
		A		
		A-		
«Очень хорошо» - работа хорошая, уровень выполнения отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному	80-89	B+	хорошо	
		B		
		B-		
«Хорошо» - уровень выполнения работы отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	70-79	C+	удовлетворительно	
		C		
		C-		

Зачтено

Характеристика работы студента	Диапазон баллов рейтинга	Оценка ECTS	Традиционная (4-уровневая) шкала оценки	
«Удовлетворительно» - уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	60-69	D+	удовлетворительно	Зачтено
		D		
		D-		
«Посредственно» - работа слабая, уровень выполнения не отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному	50-59	E		
«Неудовлетворительно» (с возможностью пересдачи) - теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий	25-49	FX	неудовлетворительно	Не зачтено
«Неудовлетворительно» (без возможности пересдачи) - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий	0-24	F		

## 5. Вопросы к зачету по дисциплине «Специальные главы математики»

1. Формальные исчисления. Вывод в исчислении. Теорема исчисления. Разрешимые и непротиворечивые исчисления.
2. Исчисление высказываний (ИВ): формулы, аксиомы и правила вывода. Понятие доказательства, дерево доказательства.
3. Основные эквивалентности ИВ. Теорема о замене. Дизъюнктивная и конъюнктивная нормальные формы.
4. Семантика исчисления высказываний. Непротиворечивость ИВ. Таблицы истинности. Общезначимые и выполнимые формулы. Теорема о полноте. Разрешимость ИВ.
5. Семантическое дерево. Алгоритм Квайна и алгоритм редукции проверки общезначимости формул.
6. Метод резолюций в ИВ. Метод согласия. Метод резолюций для хорновских дизъюнктов.
7. Формулы сигнатуры  $\Sigma$ . Подформулы. Свободные и связанные переменные. Предложения. Истинность формулы на элементах алгебраической системы.
8. Общезначимые и выполнимые формулы. Теорема об общезначимости формул сигнатуры  $\Sigma$ , соответствующих общезначимым формулам ИВ. Выполнимое множество формул. Теорема компактности.
9. Исчисление предикатов сигнатуры  $\Sigma$  ( $ИП^\Sigma$ ): аксиомы и правила вывода, доказуемые формулы. Тавтологически истинные формулы. Теорема о непротиворечивости  $ИП^\Sigma$ .
10. Основные эквивалентности  $ИП^\Sigma$ . Теорема о замене. Пренексные и клазуальные нормальные формы.
11. Теорема о существовании модели. Теорема Гёделя о полноте. Теорема Мальцева о компактности.
12. Скулемизация алгебраических систем.
13. Подстановка сигнатуры  $\Sigma$ . Композиция подстановок. Унификатор и наиболее общий унификатор. Алгоритм унификации. Теорема об алгоритме унификации.
14. Бинарная резольвента и резольвента дизъюнктов сигнатуры  $\Sigma$ . Резолютивный вывод. Полнота метода резолюций.
15. Проверка непротиворечивости множества предложений методом резолюций и построение моделей. Формализация свойств и их доказательство с помощью метода резолюций.
16. Принцип логического программирования. Логические программы.
17. Элементарные теории. Система аксиом теории. Полные теории.
18. Типы. Основные классы моделей.
18.  $\kappa$ -Категоричные теории. Теорема о полноте  $\kappa$ -категоричной теории.  $\omega$ -Категоричность теории плотного линейного порядка. Спектры моделей полных теорий.
19. Система аксиом арифметики Пеано. Нестандартные модели арифметики. Теорема Дедекинда-Пеано.
20. Понятие алгоритма, основные признаки алгоритма. Вычислимые функции и тезис Чёрча.
21. Определение машины Тьюринга.
22. Основные машины Тьюринга. Операции над машинами Тьюринга.
23. Вычисление функций на машинах Тьюринга.
24. Понятие примитивно рекурсивной функции, основные примеры.
25. Примитивно рекурсивные отношения, основные преобразования над ними, примеры примитивно рекурсивных отношений.
26. Нумерации  $n$ -ок натуральных чисел примитивно рекурсивными функциями.
27. Частично рекурсивные и рекурсивные функции. Теорема об элиминации примитивной рекурсии.

28. Вычислимость частично рекурсивных функций на машинах Тьюринга.
29. Частичная рекурсивность функций, вычислимых на машинах Тьюринга.
30. Универсальные ЧРФ. Теорема об универсальности. Теорема о существовании ЧРФ, не доопределимой до рекурсивной функции. Теорема Райса.
31. Гёделевская нумерация формул, аксиом и правил вывода исчисления предикатов. Рекурсивно перечислимые множества. Разрешимые и неразрешимые теории. Теорема Гёделя о неполноте арифметики. Теорема Чёрча о неразрешимости исчисления предикатов.
32. Временная и ленточная сложности машины Тьюринга, вычисляющей заданную функцию. Теоремы о верхней границе сложности вычислений. Теорема об ускорении.
33. Класс эффективно вычислимых функций. Метод сводимости.
34. Понятие переборной задачи. Универсальные переборные задачи, примеры.
35. Основные алгоритмы сортировки и их сложность.
36. Детерминированные и недетерминированные конечные автоматы, связь между ними.
37. Пропозициональные неклассические логики.
38. Предикатные неклассические логики.
39. Предикатные временные логики и их приложение к программированию.
40. Алгоритмические логики.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»  
Кафедра автоматизированных систем управления  
Кафедра автоматики  
Кафедра алгебры и математической логики  
Кафедра вычислительной техники

## Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Специальные главы математики», 3 семестр

### 1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по теме «Исчисление высказываний», включает 4 задания. Выполняется письменно.

### 2. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается **невыполненной**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет. Оценка составляет **0-20 баллов**.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы демонстрирует определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет **21-25 баллов**.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает грубых ошибок при решении задачи. Оценка составляет **26-34 баллов**.

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи. Оценка составляет **35-40 баллов**.

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Пример варианта контрольной работы

Вариант 9

Построить деревья доказательства следующих секвенций:

1.  $\vdash (\neg\varphi \vee \psi) \leftrightarrow (\varphi \rightarrow \psi)$

2.  $\vdash \neg(\neg\varphi \vee \psi) \leftrightarrow (\varphi \wedge \neg\psi)$
3.  $\vdash \neg(\varphi \wedge \neg\psi) \leftrightarrow (\neg\varphi \vee \psi)$
4.  $\vdash (\varphi \vee (\psi \wedge \neg\chi)) \leftrightarrow ((\varphi \vee \psi) \wedge (\chi \rightarrow \varphi))$

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»  
Кафедра автоматизированных систем управления  
Кафедра автоматики  
Кафедра алгебры и математической логики  
Кафедра вычислительной техники

## **Паспорт расчетно-графического задания**

по дисциплине «Специальные главы математики», 3 семестр

### **1. Методика оценки**

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны продемонстрировать знания по разделам «Исчисление высказываний», «Логика и исчисление предикатов», «Теория алгоритмов».

При выполнении расчетно-графического задания студенты должны провести анализ задачи, выбрать и обосновать пути решения, разработать и реализовать алгоритмы решения.

Обязательные структурные части РГЗ.

1. Исчисление высказываний (задача 1).
2. Логика и исчисление предикатов (задачи 2-6).
3. Теория алгоритмов (задачи 7, 8).

### **2. Критерии оценки**

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, отсутствует анализ объекта, диагностические признаки не обоснованы, алгоритмические средства не выбраны или не соответствуют требованиям, оценка составляет 0-9 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, алгоритмические средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 10-13 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны, но не оптимизированы, оценка составляет 14-17 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет 18-20 баллов.

### **3. Шкала оценки**

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### **4. Примерный перечень тем РГЗ**

1. Из данной совокупности секвенций выбрать доказуемые, построить их доказательства; для недоказуемых секвенций показать их недоказуемость с помощью алгоритма Квайна, алгоритма редукции и метода резолюций. Среди доказательств недоказуемости выбрать оптимальное в каждом конкретном случае.

2. Найти предложение исчисления предикатов, истинное на алгебраической системе А ложное на системе В, или доказать, что таких предложений нет.
3. Построить доказательство формулы в исчислении предикатов.
4. Построить модель для следующей формулы.
5. Привести к пренексной и клазуальной нормальным формам формулу.
6. Методом резолюций проверить, противоречиво ли множество предложений. Если множество непротиворечиво, то построить модель для этого множества.
7. Построить машину Тьюринга для правильного вычисления функции.
8. Доказать примитивную рекурсивность функции из задачи 7, выражая ее через простейшие с помощью операторов суперпозиции и примитивной рекурсии.