Минобрнауки России

Бузулукский гуманитарно-технологический институт (филиал)

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего образования

**«Оренбургский государственный университет»**

Кафедра педагогического образование

**Степунина О.А.**

***«Теория алгоритмов»***

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Для студентов направления подготовки

 44.03.01– «Педагогическое образование»

Профиль Математическое образование

Год набора 2021

УДК 510.5

ББК В181я73

**Степунина, О.А.**

Теория алгоритмов : Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины / О.А. Степунина. – Бузулук: БГТИ (филиал) ОГУ, 2021. – 31 с

Основное содержание: пояснительная записка, содержание курса и рекомендации по изучению разделов курса, список литературы, вопросы для подготовки к аттестации по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины «Теория алгоритмов» предназначены для студентов, обучающихся в высших учебных заведениях по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование (профиль Математическое образование).

УДК 510.5

ББК В181я73

Степунина О.А., 2021

БГТИ (филиал) ОГУ, 2021

Содержание

[1 Содержание разделов, изучаемых в курсе 4](#_Toc160461532)

[2. Методические рекомендации к практическим занятиям 6](#_Toc160461533)

[2.1 общие положения 6](#_Toc160461534)

[2.2 Содержание практических занятий 8](#_Toc160461535)

[3 Материалы для аттестации по дисциплине 14](#_Toc160461536)

[3.1 Вопросы для аттестации (экзамен) 14](#_Toc160461537)

[3.2 Критерии оценивания на экзамене 15](#_Toc160461538)

[4 Литература 16](#_Toc160461539)

[4.1 Основная литература 16](#_Toc160461540)

[4.2 Дополнительная литература 16](#_Toc160461541)

[4.3 Периодические издания 17](#_Toc160461542)

[4.4 Интернет-ресурсы 17](#_Toc160461543)

# 1 Содержание разделов, изучаемых в курсе

**№ 1 Введение в формальные системы**

Аксиоматический метод. Понятие о метаязыке и метатеории. Интерпретация формальной системы и теории. Структура языка и выражения. Функторы. Грамматики. Исчисление высказываний: интуитивный подход. Исчисление высказываний: формальный подход. Определение формальной системы

*Для самостоятельной работы по данному разделу рекомендуется использование следующих источников:*

1. Математическая логика и теория алгоритмов. Учебник [Электронный ресурс]  / НГТУ, 2012. – режим доступа - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135676>

**§ 4.1-4.5. – с. 136-169**

2. Зюзьков, В.М. Математическая логика и теория алгоритмов : учебное пособие [Электронный ресурс]/ В.М. Зюзьков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск : Эль Контент, 2018. - 236 с. - ISBN 978-5-4332-0197-2 ; Режим доступа:  <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480935>  **- глава 6,7**

2. Ключарев П. Г. Введение в теорию алгоритмов: учебное пособие [Электронный ресурс]  / Ключарев П. Г., Жуков Д. А. – Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – Режим доступа - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256934>

3. Бояринцева Т. Е. Математическая логика и теория алгоритмов : Методические указания к выполнению типового расчета [Электронный ресурс]  / Бояринцева Т. Е., Золотова Н. В., Исмагилов И. Р. - Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – Режим доступа <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=257607>

**№ 2 Алгоритмы как формальные системы**

Интуитивное понятие алгоритма. Формализация и обобщение понятия алгоритма. Марковские алгоритмы. Челночные алгоритмы. Вычислимые функции.

*Для самостоятельной работы по данному разделу рекомендуется использование следующих источников:*

1. Математическая логика и теория алгоритмов. Учебник [Электронный ресурс]  / НГТУ, 2012. – режим доступа - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135676>

 **§ 4.6-4.7. – с. 169-179**

2. Зюзьков, В.М. Математическая логика и теория алгоритмов : учебное пособие [Электронный ресурс]/ В.М. Зюзьков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск : Эль Контент, 2018. - 236 с. - ISBN 978-5-4332-0197-2 ; Режим доступа:  <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480935>  **- 8.1.**

**№ 3 Машина Тьюринга и вычислимость**

Основы теории формальных грамматик. Регулярные языки и автоматные грамматики. Конечные автоматы. Машина Тьюринга. Вычислимость по Тьюрингу. Тезис Черча

*Для самостоятельной работы по данному разделу рекомендуется использование следующих источников:*

1. Математическая логика и теория алгоритмов. Учебник [Электронный ресурс]  / НГТУ, 2012. – режим доступа - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135676>

 **§ 4.8-4.9. – с. 180-190**

2. Зюзьков, В.М. Математическая логика и теория алгоритмов : учебное пособие [Электронный ресурс]/ В.М. Зюзьков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск : Эль Контент, 2018. - 236 с. - ISBN 978-5-4332-0197-2 ; Режим доступа:  <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480935>  **- 8.3-8.5**

3

**№ 4 Рекурсивные множества и функции. Нормальные алгоритмы Маркова.**

Понятие рекурсии. Рекурсивные и рекурсивно-перечислимые множества и предикаты. Примитивно рекурсивные функции. Частично-рекурсивные функции. Теорема о существовании универсальной частично рекурсивной функции. Формальная арифметика. Теорема Геделя о неполноте математики

Нормальные алгоритмы Маркова. Марковские подстановки. Нормальные алгоритмы и их применение к словам. Нормально вычислимые функции. Возможности нормальных алгоритмов. Тезис Маркова

*Для самостоятельной работы по данному разделу рекомендуется использование следующих источников:*

1. Судоплатов, С.В. Математическая логика и теория алгоритмов: учебник [Электронный ресурс] / С.В. Судоплатов ,  Е.В. Овчинникова. – 3-е изд. – Новосибирск: [НГТУ](http://biblioclub.ru/index.php?page=publisher_red&pub_id=4951), 2012. - 254 с. – ISBN: 978-5-7782-1838-3. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135676> **§ 4.6-4.7. – с. 169-179**

2. Зюзьков, В.М. Математическая логика и теория алгоритмов : учебное пособие [Электронный ресурс]/ В.М. Зюзьков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск : Эль Контент, 2018. - 236 с. - ISBN 978-5-4332-0197-2 ; Режим доступа:  <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480935>  **- 8.2**

3. Перемитина, Т.О Математическая логика и теория алгоритмов : Методические указания к выполнению типового расчета [Электронный ресурс]  [Электронный ресурс]/ Т.О. Перемитина.. – Томск: ТУСУР, 2016. – Режим доступа :<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480886>  **- 4.3 – 4.4**

**№5 Сложность вычислений и элементы логического программирования**

Меры сложности вычислений. Формальные языки класса Р. Недетерминированная машина Тьюринга и язык *NP*. Понятие *NP*-полной задачи. Хорновские дизъюнкты. Логические программы

1. Судоплатов, С.В. Математическая логика и теория алгоритмов: учебник [Электронный ресурс] / С.В. Судоплатов ,  Е.В. Овчинникова. – 3-е изд. – Новосибирск: [НГТУ](http://biblioclub.ru/index.php?page=publisher_red&pub_id=4951), 2012. - 254 с. – ISBN: 978-5-7782-1838-3. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135676> **§ 5.8-5.9. – с. 180-199**

2. Зюзьков, В.М. Математическая логика и теория алгоритмов : учебное пособие [Электронный ресурс]/ В.М. Зюзьков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск : Эль Контент, 2018. - 236 с. - ISBN 978-5-4332-0197-2 ; Режим доступа:  <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480935>  **- глава 9**

3. Перемитина, Т.О Математическая логика и теория алгоритмов : Методические указания к выполнению типового расчета [Электронный ресурс]  [Электронный ресурс]/ Т.О. Перемитина.. – Томск: ТУСУР, 2016. – Режим доступа :<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480886>  **- 4.5**

# 2. Методические рекомендации к практическим занятиям

# 2.1 общие положения

Практические занятия относятся к основным видам учебных занятий. Они составляют важную часть профессиональной подготовки. Состав и содержание предлагаемых практических занятий направлено на реализацию требований ФГОС ВО по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование, профиль Информатика.

В результате выполнения практических работ закрепляются полученные теоретические знания. Каждое практическое занятие включает разделы: цель занятия; знания и умения; теоретическую и практическую части; контрольные вопросы к занятию.

***Занятие-практикум* (*лабораторная работа, практическое занятие*).** Основная его задача – приобретение умений и навыков практического использования изученного материала. Основной формой их проведения являются практические и лабораторные работы, на которых студенты самостоятельно упражняются в практическом применении усвоенных теоретических знаний и умений. Главное их отличие состоит в том, что на лабораторных работах доминирующей составляющей является процесс формирования экспериментальных умений, а на практических работах – конструктивных.

Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

Отрабатывать умения и навыки необходимо в ходе решения задач. Нужно решать как можно больше задач. Начинать следует с наиболее простых, элементарных, а затем переходить к более сложным. При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решение следует доводить до окончательного результата, промежуточные преобразования выполнять последовательно и аккуратно.

Следует отметить, что учебный эксперимент как метод самостоятельного приобретения знаний студентами, имеет сходство с научным экспериментом.

В учебном процессе используются установочные, тренировочные, исследовательские, творческие и обобщающие занятия-практикумы. Основным способом организации деятельности студентов на практикумах является групповая форма работы. При этом каждая группа из 3–5 человек выполняет, как правило, отличающуюся от других практическую или лабораторную работу.

Средством управления учебной деятельностью студентов является инструкция (методические указания), которая по определенным правилам последовательно устанавливает действия студента.

Особая форма практических занятий *–* лабораторные занятия, направленные на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений. В процессе лабораторной работы студенты выполняют одно или несколько лабораторных заданий, под руководством преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала.

# 2.2 Содержание практических занятий

Во всех задачах ***обязательным*** является построение математических моделей, указание смысла переменных, приведение расчетов и подробное описание результата решения задачи.

**ТЕМА: «Формализация и обобщение понятия алгоритма. Марковские алгоритмы.»**

**ЗАДАЧИ К ЗАНЯТИЮ**

1. Пусть для слов в алфавите А={*a, b, c, d*} заданы следующие Марковские подстановки



Примените каждую из них к слову

а) *abcddacba*; б) . *ddacbabc*, в) *cbabcdac.*

2. Пусть для слов в алфавите А={*a, b, c*} заданыс ледующие Марковские подстановки



Примените каждую из них максимально возможное число раз к словам:

а) *abcаbcabcab*; б)  *bcаbcabcabca*, в) *cаbcabcabcab.*

3. Каждую из Марковских подстановок



примените к словам а) *abcddacba*; б) . *ddacbabc*, в) *cbabcdac* максимально возможное число раз.

4. Нормальный алгоритм в алфавите А={*a, b, 1*} задается схемой *a→1*, *b→*1. Примените его к слову: а) *ababaa*; б) *bababbaa*; в) *ааа*; г) *bbbb*; д) *aabbb*11; е) 11*aab*; ж) *baaab1a*; з) *111aab1*; и) *aabb*; к)*abbba*; л) *abaabbb*.

5. Нормальный алгоритм в алфавите А={*a, b, 1*} задается схемой *a→1*, *b→*1, 11→Λ. Примените его к словам: а) *ababaa*; б) *bababbaa*; в) *ааа*; г) *bbbb*; д) *aabbb*11; е) 11*aab*; ж) *baaab1a*; з) *111aab1*; и) *aabb*; к)*abbba*; л) *abaabbb*.

6. Нормальный алгоритм в алфавите А={*a, b*} задается схемой *ba→аb, аb →*Λ. Примените его к словам: а) *babaаa*; б) *аabbaab*; в) *аbааbb*; г) *bbbb*; д) *aabbbaa*; е) *aabаа*; ж) *bbbaaa*; з) *baabbааb*; и) *abbаbbа*; к) *bbаabаb*. Выявите закономерность в работе алгоритма.

7. Нормальный алгоритм в алфавите А={*a, b*} задается схемой *ab→а, b →*Λ*,а→b*. Примените его к словам: а) *bbaаb*; б) *аabbbbaa*; в) *bаbаbab*; г) *aaa*; д) *bbbbb*; е) *aabaabb*; ж) *abbbbba*; з) *baab*; и) *bbbаaа*; к) *abbаbbа;* л) *abbbaaab*. Выявите закономерность в работе алгоритма.

8. Нормальный алгоритм в алфавите А={*a, b*} задается схемой *ab→*Λ*, ba →аb*. Примените его к словам: а) *babaаa*; б) *аabbaab*; в) *аbааbb*; г) *bbbb*; д) *aabbbaa*; е) *aabаа*; ж) *bbbaaa*; з) *baabbааb*; и) *abbаbbа*; к) *bbаabаb*. Выявите закономерность в работе алгоритма.

9. Нормальный алгоритм в алфавите А={*a, b*} задается схемой *ab→а, b →.*Λ*,а→b*. Примените его к словам: а) *bbaаb*; б) *аabbbbaa*; в) *bаbаbab*; г) *aaa*; д) *bbbbb*; е) *aabaabb*; ж) *abbbbba*; з) *baab*; и) *bbbаaа*; к) *abbаbbа;* л) *abbbaaab*. Выявите закономерность в работе алгоритма.

10. Нормальный алгоритм в алфавите А={*a, b*} задается схемой *ba→аb, a →*Λ*,b→. b*. Примените его к словам: а) *bbaаb*; б) *аabbbbaa*; в) *bаbаbab*; г) *aaa*; д) *bbbbb*; е) *aabaabb*; ж) *abbbbba*; з) *baab*; и) *bbbаaа*; к) *abbаbbа;* л) *abbbaaab*. Выявите закономерность в работе алгоритма.

11. Нормальный алгоритм в алфавите А={*a, b*} задается схемой *ab→b, ba →bb, b→.* Λ. Примените его к словам: а) *bbaаb*; б) *аabbbbaa*; в) *bаbаbab*; г) *aaa*; д) *bbbbb*; е) *aabaabb*; ж) *abbbbba*; з) *baab*; и) *bbbаaа*; к) *abbаbbа;* л) *abbbaaab*. Выявите закономерность в работе алгоритма.

12. Нормальный алгоритм в алфавите А={*a, b*} задается схемой *ba→a, bb →b, ab→* Λ, Λ→. *b*. Примените его к словам: а) *bbaаb*; б) *аabbbbaa*; в) *bаbаbab*; г) *aaa*; д) *bbbbb*; е) *aabaabb*; ж) *abbbbba*; з) *baab*; и) *bbbаaа*; к) *abbаbbа;* л) *abbbaaab*. Выявите закономерность в работе алгоритма.

13. Нормальный алгоритм в алфавите А={*a, b*} задается схемой *bb→ba, ba →a, a→* Λ, b→. Λ. Примените его к словам: а) *bbaаb*; б) *аabbbbaa*; в) *bаbаbab*; г) *aaa*; д) *bbbbb*; е) *aabaabb*; ж) *abbbbba*; з) *baab*; и) *bbbаaа*; к) *abbаbbа;* л) *abbbaaab*. Выявите закономерность в работе алгоритма.

14. Нормальный алгоритм в алфавите А={*a, b*} задается схемой *bb→ba, ba →a, a→* Λ, Λ→. *b*. Примените его к словам: а) *bbaаb*; б) *аabbbbaa*; в) *bаbаbab*; г) *aaa*; д) *bbbbb*; е) *aabaabb*; ж) *abbbbba*; з) *baab*; и) *bbbаaа*; к) *abbаbbа;* л) *abbbaaab*. Выявите закономерность в работе алгоритма.

15. Нормальный алгоритм в алфавите А={*a, b, c, d*} задается схемой *ad→. dc*, *ba→*Λ, *a→bc, bc →bba,* Λ→*a*. Примените его к слову: а) *dcb*; б) *dbc*; в) *bcd*; г) *cdb*; д) *dacb*; е) *dac*; ж) *dca*; з) *bacd*; и) *dabc*; к)*cdba*; л) *bdc*.

16. сконструируйте нормальный алгоритм в алфавите А={*1*}, вычисляющий следуюшую функцию: а) *f*(*x*) = *x*+1: б) $φ\_{3}\left(x\right)=\left\{\begin{matrix}1, если x делится на 3,\\0, если x не делится на 3.\end{matrix}\right.$

17. какую функцию вычисляет нормальный алгоритм: а) Λ→. Λ: б) Λ→Λ?

18. сконструируйте нормальный алгоритм, вычисляющий словарную функцию *f*(*w*)=*wu*, заданную на словах в алфавите А, которая к каждому слову *w* в алфавите А приставляет справа фиксированное слово *u* (возможно также в алфавите А).

19. В алфавите В=А$∪${*a, b*}, являющемся расширением алфавита А, рассмотрим нормальный алгоритм, задаваемый схемой (читается по столбцам)



Применив его к следующим словам, выясните, какую функцию он вычисляет: а) 146; б) 50; в) 210; г) 1000; д) 90; е) 360; ж)400; з) 1998; и) 77*0*; к)1280; л) 3000.

20. В алфавите В=А$∪${*a, b,с*}, являющемся расширением алфавита А, рассмотрим нормальный алгоритм, задаваемый схемой (читается по столбцам)



Применив его к следующим словам, выясните, какую функцию он вычисляет: а) 173; б) 28; в) 999; г) 568; д) 898; е) 998; ж)98; з) 9; и) 1000; к)1998; л) 546.

21. В алфавите В=А$∪${*a, b,с*}, являющемся расширением алфавита А, рассмотрим нормальный алгоритм, задаваемый схемой (читается по столбцам)



Применив его к следующим словам, выясните, какую функцию он вычисляет: а) 64; б) 71; в) 192; г) 501; д) 1001; е) 240; ж)99; з) 101; и) 700; к)16; л) 2.

22. Сконструируйте нормальные алгритмы, вычисляющие функции : а) *f*1(*x*) = *x*+5; б) *f*2(*x*)=*x* – 5; в) *f*3(*x*)=*x*+7; *f*4(*x*)=*x*–7. Пользуйтесь при этом трехэлементным расширением В=А$∪${*a, b,с*} основного (цифрового) алфавита А={*0,1,2,…,9*}.

23. Сконструируйте нормальный алгритм, вычисляющий функцию *f*(*x*) = 10*х.*

24. Составьте нормальный алгоритм в трехэлементном расширении В=А$∪${*a, b,с*} основного (цифрового) алфавита А={*0,1,2,…,9*}, вычисляющий функцию  *f*(*x*) = 2*х.*

25*.* Сконструируйте нормальный алгоритм в тчетырехэлементном расширении В=А$∪${*a, b,с, d*} основного (цифрового) алфавита А={*0,1,2,…,9*}, вычисляющий функцию  *f*(*x*) = 3*х.*

**ТЕМА: «Машина Тьюринга.»**

**ЗАДАЧИ К ЗАНЯТИЮ**

1. Машина Тьюринга определяется следующей функциональной схемой.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| AQ | q1 | q2 | q3 |
| a0 |  | q31П | q1a0Л |
| 1 | q2a0Л | q21Л | q31П |
| \* | q0a0 | q2\*Л | q2\*П |

Определите, в какое слово перерабатывает машина следующие слова:

а) 111\*111; б) 111\*111; в) 111\*1; г) 1\*11; д) 11\*111; е) 11111\*; ж) \*1111.

Постарайтесь выявить общую закономерность в работе машины

2. Машина Тьюринга определяется следующей функциональной схемой.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| AQ | q1 | q2 | q3 | q4 |
| a0 | q4 a0П | q3a0Л | q1a0П | q0a0Л |
| 1 | q2α | q1β | q11П | q11Л |
| α | q1αЛ | q2αП | q31Л | q4 a0П |
| β | q1βЛ | q2βП | q3a0Л | q4 1П |

Определите, в какое слово перерабатывает машина следующие слова:

а) 11111 (обозревается ячейка 2, считая слева); б) 111(обозревается ячейка 1, считая слева); в) 1111111111(обозревается ячейка 4, считая слева);

 г) 111111(обозревается ячейка 2, считая слева).

3. Машина Тьюринга определяется следующей функциональной схемой.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| AQ | q1 | q2 | q3 | q4 |
| a0 | q1 a0П | q3a0П | q3a0Л | q1a0Л |
| 1 | q3a0Л | q21Л | q4a0П | q41П |
| \* | q0a0 | q3\*Л |  | q4\*П |

Определите, в какое слово перерабатывает машина следующие слова:

а) 111\*1 1 ; б) 11\*11; в) 1111\*1; г)11111\*111; д) 11111\*1111. Постарайтесь выявить общую закономерность в работе машины

4. Остановится ли когда-нибудь машина Тьюринга, заданная следующей программой:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| AQ | q1 | q2 | q3 |
| a0 | q1 П | q3a0Л | q0a0 |
| 1 | q21П | q1 a0П | q21Л |

если она начнет перерабатывать следующее слово, начав в состоянии q1 обозревать ячейку, в которой записана самая левая буква перерабатываемого слова: а) 1111 a01; б) 11111; в)1 a01 a01?

Если машина остановится, то какова ее заключительная конфигурация?

5. Остановится ли когда-нибудь машина Тьюринга, заданная следующей программой:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| AQ | q1 | q2 | q3 |
| a0 | q2 a0П | q2a0П | q0a0 |
| 1 | q11П | q31Л | q31П |

если она начнет перерабатывать следующее слово, начав в состоянии q1 обозревая ячейку, в которой записана самая левая буква перерабатываемого слова: а) 111a0 a01; б) 11a0 a011a01; в)111111; г)1a0 a0 a0a01; д) 11a0 a011; е) 1; ж) 1a0 1a01a01; з) 111; и) 1a0 1a01; к) 11a0 11?

Если остановка происходит, то какое слово получается в результате, какая ячейка и в каком состоянии обзревается?

**ТЕМА: Примитивно рекурсивные функции. Сортировки*.***

**ЗАДАЧИ К ЗАНЯТИЮ**

1. Вычислить функцию *f(n)=n!* с помощью оператора примитивной рекурсии:

$$\left\{\begin{matrix}f\left(0\right)=1=g\\f\left(n+1\right)=(n+1)∙f(n)\end{matrix}\right.$$

*f*(4) *=*?

 2. Вычислить функцию ϕ (*x, y*)  с помощью оператора примитивной рекурсии:

$$\left\{\begin{matrix}φ\left(x, 0\right)=x^{2}\\φ\left(x, y+1\right)=y∙(x+φ(x, y))\end{matrix}\right.$$

ϕ (2*, 5*) - ?

3. Вычислить функцию с помощью оператора минимизации:

$$f\left(x, y\right)=x^{2}∸μ\_{z}\left(\left[\frac{x+y}{x+z}\right]∸z=0\right)$$

*f*(6,34) *=*?

Задача 4.

1.Разработать алгоритм вычисления  *f(n)*  в виде рекурсивной функции.

2. Проверить модель алгоритма на множестве тестовых примеров.

3. Определить к какому классу рекурсивных функций принадлежит *f(n)*  : примитивно-рекурсивна, частично-рекурсивна или общерекурсивна.

*Варианты заданий*

1. Сумма всех четных делителей числа *п*  .

2. Количество всех нечетных делителей числа *п* .

3. Количество нулей в двоичной записи *п* .

4. Сумма цифр в двоичной записи *п* .

5. Количество взаимно-простых с  *п* чисел, ≤ *п.*

6. Максимальная цифра в 8-ричной записи числа *п*  .

7. Минимальная цифра в 8-ричной записи числа *п* .

8. Количество четных цифр в 8-ричной записи числа *п*.

9. Количество нечетных цифр в 8-ричной записи числа *п*.

10. Сумма простых делителей числа *п*.

11. Количество простых делителей числа *п*.

12. Количество простых чисел, ≤ *п.*

 13. Количество чисел, являющихся полными квадратами, ≤ *п.*

 14. Сумма чисел, являющихся степенью двойки, ≤ *п.*

 15. Максимальная цифра в 16-ричной записи числа *п.*

16. Минимальная цифра в 16-ричной записи числа *п*.

17. Ближайшее к *п* простое число.

18. Произведение делителей числа *п*.

19. Произведение простых делителей числа *п*.

20. Произведение взаимно-простых с *п* чисел, ≤ *п.*

 21. Наименьшее общее кратное двух чисел,  *K (x, y)*,

*K (x, 0) = K (0, y) = 0*

22. Наибольший общий делитель двух чисел, D (x, y), D(0,0) = 0

23. Функция, отличная от нуля в конечном числе точек.

24. Номер наибольшего простого делителя числа *п*.

25. Функция, вычисляющая целую часть квадратного корня от аргумента,  $y=\left[\sqrt{x}\right]$ .

# 3 Материалы для аттестации по дисциплине

# 3.1 Вопросы для аттестации (экзамен)

1. Аксиоматический метод.
2. Понятие о метаязыке и метатеории.
3. Интерпретация формальной системы и теории.
4. Структура языка и выражения.
5. Функторы.
6. Грамматики.
7. Исчисление высказываний: интуитивный подход.
8. Исчисление высказываний: формальный подход.
9. Определение формальной системы
10. Разрешимые множества и перечислимые множества
11. Интуитивное понятие алгоритма.
12. Формализация и обобщение понятия алгоритма.
13. Основные алгоритмические конструкции: композиция, альтернатива, итерация
14. Встроенные (стандартные) вспомогательные алгоритмы.
15. Марковские алгоритмы.
16. Челночные алгоритмы.
17. Рекурсивный алгоритм. Прямая и косвенная рекурсия.
18. Алгоритмический язык исполнителя робот.
19. Нумерация алгоритмов
20. Вычислимые функции.
21. Основы теории формальных грамматик.
22. Регулярные языки и автоматные грамматики.
23. Конечные автоматы. Машина Тьюринга.
24. Вычислимость по Тьюрингу.
25. Эквивалентность различных теорий алгоритмов
26. Проблема универсального алгоритма
27. Понятия частично-рекурсивной функции, примитивно-рекурсивной функции
28. Тезис Черча
29. Понятие рекурсии.
30. Рекурсивные и рекурсивно-перечислимые множества и предикаты.
31. Примитивно рекурсивные функции.
32. Теорема о существовании универсальной частично рекурсивной
33. функции.
34. Формальная арифметика.
35. Теорема Геделя о неполноте математики
36. Меры сложности вычислений.
37. Формальные языки класса Р.
38. Понятие рекурсивного алгоритма
39. Понятие нормального алгоритма Маркова
40. Способы композиции нормальных алгоритмов
41. Машина Поста
42. Недетерминированная машина Тьюринга и язык *NP*.
43. Понятие *NP*-полной задачи.
44. Хорновские дизъюнкты.
45. Логические программы
46. Программы для машины Поста;
47. Программы для машины Тьюринга;
48. Алгоритмы Маркова для решения прикладных задач
49. Алгоритмы поиска
50. Алгоритмы сортировки
51. Сортировка выбором.
52. Сортировка вставками.
53. Сортировка слиянием

# 3.2 Критерии оценивания на экзамене

Шкала оценок экзамена:

* **«отлично»** - оценка ставится за знание фактического материла по дисциплине, владение понятиями системы знаний по дисциплине, личную освоенность знаний, умение объяснять сущность понятий, умение выделять главное в учебном материале, готовность к самостоятельному выбору, решению, умение найти эффективный способ решения проблемной ситуации, умение использовать знания в стандартных и нестандартных ситуациях, логичное и доказательное изложение учебного материала, владение точной речью, умение аргументировано отвечать па вопросы; вступать в диалоговое общение.
* **«хорошо»** - оценка ставится за владение терминологией по дисциплине, умение обобщения, умозаключения, за теоретическое осмысление проблемной ситуации, умение найти решение проблемной задачи, владение языковыми средствами для ответа на вопрос.
* **«удовлетворительно»** ставится за неполное знание терминологии по дисциплине, неполное владение терминологией, за неумение обобщать, делать вывод, за одностороннее решение задачи, неполное владение языковыми средствами, односторонний ответ на предложенный вопрос.
* **«неудовлетворительно»** оценка ставится за отсутствие знаний по дисциплине, представления по вопрос, непонимание материала по дисциплине, отсутствие решения задачи, наличие коммуникативных «барьеров» в общении, отсутствие ответа на предложенный вопрос.

# 4 Литература

**4.1 Основная литература**

1. Математическая логика и теория алгоритмов. Учебник [Электронный ресурс]  / НГТУ, 2012. – режим доступа - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135676>

**4.2 Дополнительная литература**

1. Зюзьков, В.М. Математическая логика и теория алгоритмов : учебное пособие [Электронный ресурс]/ В.М. Зюзьков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск : Эль Контент, 2018. - 236 с. - ISBN 978-5-4332-0197-2 ; Режим доступа:  <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480935>

 2. Ключарев П. Г. Введение в теорию алгоритмов: учебное пособие [Электронный ресурс]  / Ключарев П. Г., Жуков Д. А. – Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – Режим доступа - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256934>

3. Бояринцева Т. Е. Математическая логика и теория алгоритмов : Методические указания к выполнению типового расчета [Электронный ресурс]  / Бояринцева Т. Е., Золотова Н. В., Исмагилов И. Р. - Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – Режим доступа <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=257607>

**4.3 Периодические издания**

* Информатика и образование: журнал. – Москва: «Образование и Информатика» , 2018 ;
* Инновации в образовании: журнал. Москва: Издательство СГУ, 2018

**4.4 Интернет-ресурсы**

Сайт Константина Полякова <http://kpolyakov.spb.ru/prog/post.htm>

<https://www.coursera.org/learn/algorithms-part1> «Coursera»,МООК: «Algorithms, Part 1»;

<https://www.coursera.org/learn/algorithms-part2> - «Coursera»,МООК:«Algorithms, Part 2»;