

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт вычислительной математики и информационных технологий



подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

Дизайн и анализ алгоритмов

Направление подготовки: 02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Профиль подготовки: Наука о Данных

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Бухараев Н.Р. (кафедра технологий программирования, отделение фундаментальной информатики и информационных технологий), boukharay@gmail.com

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

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции   |
|------------------|---|
| ОПК-1            | Способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы прикладной математики, фундаментальной информатики и информационных технологий  |
| ОПК-3            | Способен проводить анализ математических моделей, создавать инновационные методы решения прикладных задач профессиональной деятельности в области информатики и математического моделирования |
| УК-1             | Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий  |

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Базовые принципы, основные понятия и результаты теории алгоритмов

Должен уметь:

Применять освоенные в курсе знания в постановке и решении задач математического моделирования, включая задачи анализа и проектирования программных систем

Должен владеть:

Терминологией и основными методами теории алгоритмов

Должен демонстрировать способность и готовность:

Демонстрировать свободное владение понятийным аппаратом и методологией теории. Готовность применять полученные знания в решении задач математического моделирования, включая задачи разработки программных систем, а также

ОПК-1 Способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы прикладной математики, фундаментальной информатики и информационных технологий;

ОПК-2 Способен применять компьютерные/суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение (в том числе отечественного производства) для решения задач профессиональной деятельности;

ОПК-3 Способен проводить анализ математических моделей, создавать инновационные методы решения прикладных задач профессиональной деятельности в области информатики и математического моделирования;

УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.07 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 02.04.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии (Наука о Данных)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 1 курсе в 1 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 108 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 семестре.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

| N  | Разделы дисциплины / модуля                                     | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) |                      |                     | Самостоятельная работа |
|----|---|---------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
|    |   |         | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы |                        |
| 1. | Тема 1. What maths is for? Mathematics as a modelling language. | 1       | 2  | 2                    | 0                   | 10                     |
| 2. | Тема 2. Models of computability. Church-Turing thesis           | 1       | 4  | 4                    | 0                   | 20                     |
| 3. | Тема 3. Programs as data/ Effective enumerations.               | 1       | 4  | 4                    | 0                   | 20                     |
| 4. | Тема 4. Undecidability.   | 1       | 4  | 4                    | 0                   | 20                     |
| 5. | Тема 5. Applications in software engineering.                   | 1       | 4  | 4                    | 0                   | 38                     |
|    | Итого   |         | 18   | 18                   | 0                   | 108                    |

##### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

###### Тема 1. What maths is for? Mathematics as a modelling language.

Prehistory: algorithm as an intuitive notion of effective reliable method. Mathematical analyses of nature. Problem of foundations - crisis of mathematics of 19th century. Non standard theories - non Euclidian geometry. Notion of mathematical model. Plan of salvation -set theory and mathematical logic. Main concepts and results.

###### Тема 2. Models of computability. Church-Turing thesis

Behaviorism as new methodology of science to describe really complex objects. Black box metaphore. Mathematical models- finite automata and Turing machine. Program schemes. Primitive and partially recursive functions. Church-Turing thesis argumentation. Proofs based on the Church-Turing thesis. Agreements for the course.

###### Тема 3. Programs as data/ Effective enumerations.

Duak nature of progrms - programs as input and output data. Gödel numbering of programs and computable functions. Idea of program generation/ Parametrization theorem. What is computer? Model of programmable machine. Universal function theorem. Whats is program execution? Normal form theorem. Remarks on stronger versions - Mtyasevich theorem.

###### Тема 4. Undecidability.

What can be called a natural problems usually appeared in practice? What natural problems are unsolvable? The diagonal method. Decidable and semi-decidable problems, recursive and enumerable sets. Creativesets. Reducibility method. Syntax and semantics ? Rice theorem. Remarks on reducibility - m-reducubulity and relative computation.

###### Тема 5. Applications in software engineering.

"Programming in large" - where notion of algorithm has gone? Overview of program specification and correctness proof developement. Evolution of notion of program developement life cycle. Theory and practice of program specification - incremental iterative program developement. Scenariious and use cases.

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Nigel Cutland. Computability: An Introduction to Recursive Function Theory. -

[http://poincare.matf.bg.ac.rs/~zarkom/Book\\_Math\\_\\_Cutland\\_Computability.pdf](http://poincare.matf.bg.ac.rs/~zarkom/Book_Math__Cutland_Computability.pdf) Computability: An Introduction to Recursive Function Theory

Problems in Set Theory, Mathematical Logic and the Theory of Algorithms -

[https://books.google.ru/books/about/Problems\\_in\\_Set\\_Theory\\_Mathematical\\_Logi.html?id=zPLjjiU1C9AC&redir\\_esc=y](https://books.google.ru/books/about/Problems_in_Set_Theory_Mathematical_Logi.html?id=zPLjjiU1C9AC&redir_esc=y)

Theory of Recursive Functions and Effective Computability -

<https://www.amazon.com/Theory-Recursive-Functions-Effective-Computability/dp/0262680521>

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Hartley Rogers - Theory of Recursive Functions and Effective Computability; MIT Press (April 22, 1987); ISBN-10: 0262680521, ISBN-13: 978-0262680523 -

<https://www.amazon.com/Theory-Recursive-Functions-Effective-Computability/dp/0262680521>

I.Lavrov, L.Maximova - Exercises on set theory, mathematical logic and algorithms theory, Fizmatlit Publishing, ISBN 5-9221-0026-2, 2004 - [https://books.google.ru/books/about/Problems\\_in\\_Set\\_Theory\\_Mathematical\\_Logi.html?id=zPLjU1C9AC&redir\\_esc=y](https://books.google.ru/books/about/Problems_in_Set_Theory_Mathematical_Logi.html?id=zPLjU1C9AC&redir_esc=y)  
 Nigel Catland - Computability: An Introduction to Recursive Function Theory, Cambridge University Press; 1980 - [http://poincare.matf.bg.ac.rs/~zarkom/Book\\_Math\\_\\_Cutland\\_Computability.pdf](http://poincare.matf.bg.ac.rs/~zarkom/Book_Math__Cutland_Computability.pdf)

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

| Вид работ              | Методические рекомендации  |
|------------------------|--|
| лекции                 | <p>Students are expected to know and freely use general mathematical notions and methods at the secondary school level.<br/>                     Initial acquaintance with basic concepts of set theory and formal logic is highly desirable.<br/>                     Use R. Stoll book (Robert R. Stoll - Set Theory and Logic; Dover Publications; Reprint edition (May 23, 2012), ISBN-13: 978-0486638294, ISBN-10: 0486638294) in case you are not sure of adequate background.</p>   |
| практические занятия   | <p>Practical test samples.<br/>                     1. Define Turing machine (program scheme, recursive scheme etc), calculating some simple function. Examples: successor, predecessor, sum of natural numbers etc.<br/>                     2. For given Turing machine definition (program scheme, recursive scheme etc) answer, what function it calculates. . Examples: successor, predecessor, sum of natural numbers etc.<br/>                     3. Write (using your favorite programming language) an MT program interpreter.<br/>                     4. * Define specification of some simple algorithms. Examples. Simple search, sorting.<br/>                     5. ** Proof correctness of some simple algorithm. Examples. Simple search, sorting.</p> <p>Remarks.<br/>                     * In essence that means writing preconditions and post conditions, i.e. logical expressions for given natural language statements.<br/>                     Examples<br/>                     1. "the array y (with the index set [0,n]) contains the value x "= Exists i from [0,n] (y[i]=x)<br/>                     2. "the array y (with the index set [0,n]) is ordered "= For any i [0,n) (y[i]≤ y[i+1])<br/>                     ** informal</p>   |
| самостоятельная работа | <p>Further reading:<br/>                     Hopcroft, John E., and Jeffrey D. Ullman (2006). Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation. 3rd ed Reading, MA: Addison-Wesley. ISBN 978-0-321-45536-9 One of the standard references in the field.<br/>                     Linz P. An introduction to formal language and automata. Narosa Publishing. ISBN 9788173197819.<br/>                     Michael Sipser (2013). Introduction to the Theory of Computation (3rd ed.). Cengage Learning. ISBN 978-1-133-18779-0.<br/>                     Eitan Gurari (1989). An Introduction to the Theory of Computation. Computer Science Press. ISBN 0-7167-8182-4. Archived from the original on 2007-01-07.<br/>                     Hein, James L. (1996) Theory of Computation. Sudbury, MA: Jones &amp; Bartlett. ISBN 978-0-86720-497-1 A gentle introduction to the field, appropriate for second-year undergraduate computer science students.<br/>                     Taylor, R. Gregory (1998). Models of Computation and Formal Languages. New York: Oxford University Press. ISBN 978-0-19-510983-2 An unusually readable textbook, appropriate for upper-level undergraduates or beginning graduate students.<br/>                     Lewis, F. D. (2007). Essentials of theoretical computer science A textbook covering the topics of formal languages, automata and grammars. The emphasis appears to be on presenting an overview of the results and their applications rather than providing proofs of the results.<br/>                     Martin Davis, Ron Sigal, Elaine J. Weyuker, Computability, complexity, and languages: fundamentals of theoretical computer science, 2nd ed., Academic Press, 1994, ISBN 0-12-206382-1. Covers a wider range of topics than most other introductory books, including program semantics and quantification theory. Aimed at graduate students.</p> <p>Books on computability theory from the (wider) mathematical perspective</p> <p>Hartley Rogers, Jr (1987). Theory of Recursive Functions and Effective Computability, MIT Press. ISBN 0-262-68052-1<br/>                     S. Barry Cooper (2004). Computability Theory. Chapman and Hall/CRC. ISBN 1-58488-237-9..<br/>                     Carl H. Smith, A recursive introduction to the theory of computation, Springer, 1994, ISBN 0-387-94332-3. A shorter textbook suitable for graduate students in Computer Science.</p> |

| Вид работ | Методические рекомендации   |
|-----------|---|
| экзамен   | <p>it's not difficult as it seems. good luck!</p> <p>The following books may be useful:<br/>                     Hopcroft, John E., and Jeffrey D. Ullman (2006). Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation. 3rd ed Reading, MA: Addison-Wesley. ISBN 978-0-321-45536-9 One of the standard references in the field.<br/>                     Linz P. An introduction to formal language and automata. Narosa Publishing. ISBN 9788173197819.<br/>                     Michael Sipser (2013). Introduction to the Theory of Computation (3rd ed.). Cengage Learning. ISBN 978-1-133-18779-0.<br/>                     Eitan Gurari (1989). An Introduction to the Theory of Computation. Computer Science Press. ISBN 0-7167-8182-4. Archived from the original on 2007-01-07.<br/>                     Hein, James L. (1996) Theory of Computation. Sudbury, MA: Jones &amp; Bartlett. ISBN 978-0-86720-497-1 A gentle introduction to the field, appropriate for second-year undergraduate computer science students.<br/>                     Taylor, R. Gregory (1998). Models of Computation and Formal Languages. New York: Oxford University Press. ISBN 978-0-19-510983-2 An unusually readable textbook, appropriate for upper-level undergraduates or beginning graduate students.<br/>                     Lewis, F. D. (2007). Essentials of theoretical computer science A textbook covering the topics of formal languages, automata and grammars. The emphasis appears to be on presenting an overview of the results and their applications rather than providing proofs of the results.<br/>                     Martin Davis, Ron Sigal, Elaine J. Weyuker, Computability, complexity, and languages: fundamentals of theoretical computer science, 2nd ed., Academic Press, 1994, ISBN 0-12-206382-1. Covers a wider range of topics than most other introductory books, including program semantics and quantification theory. Aimed at graduate students.<br/>                     Hartley Rogers, Jr (1987). Theory of Recursive Functions and Effective Computability, MIT Press. ISBN 0-262-68052-1<br/>                     S. Barry Cooper (2004). Computability Theory. Chapman and Hall/CRC. ISBN 1-58488-237-9..<br/>                     Carl H. Smith, A recursive introduction to the theory of computation, Springer, 1994, ISBN 0-387-94332-3. A shorter textbook suitable for graduate students in Computer Science.</p> |

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

**12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 02.04.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" и магистерской программе "Наука о Данных".



Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.О.07 Дизайн и анализ алгоритмов

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Профиль подготовки: Наука о Данных

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

**Основная литература:**

1. Бабенко, М.А. Введение в теорию алгоритмов и структур данных [Электронный ресурс] / М.А. Бабенко, М.В. Левин. - Электрон. дан. - Москва : МЦНМО, 2016. - 144 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/80136>
2. Структуры и алгоритмы обработки данных: Учебное пособие / В.Д. Колдаев. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 296 с.  
Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=418290>
3. Алгоритмы и структуры данных: Учебник / Белов В.В., Чистякова В.И. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 240 с.: - (Бакалавриат) - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/978314>
4. Математическая логика и теория алгоритмов: Учебник / Пруцков А.В., Волкова Л.Л. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 152 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/956763>
5. Сборник задач по математической логике и теории алгоритмов: учеб. пособие / В.И. Игошин. - М.: КУРС: ИНФРА-М, 2019. - 392 с. - (Бакалавриат). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/986940>

**Дополнительная литература:**

1. Шевелев, Ю.П. Прикладные вопросы дискретной математики [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.П. Шевелев. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 356 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/101846>
2. Конова, Е.А. Алгоритмы и программы. Язык С++ [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.А. Конова, Г.А. Поллак. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 384 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103905>
3. Микони, С.В. Дискретная математика для бакалавра: множества, отношения, функции, графы [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Микони. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 192 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4316>

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.О.07 Дизайн и анализ алгоритмов

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Профиль подготовки: Наука о Данных

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows