

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



» 20 г.

подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

Коммуникационные вычисления Б1.В.ДВ.08.04

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Автор(ы): Аблаев Ф.М.

Рецензент(ы): Гайнутдинова А.Ф.

### СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Аблаев Ф. М.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:  
Протокол заседания УМК № \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
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
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
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 к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Аблаев Ф.М. (кафедра теоретической кибернетики, отделение фундаментальной информатики и информационных технологий), Farid.Ablayev@kpfu.ru

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции  |
|------------------|--|
| ПК-12            | Создание и сопровождение требований и технических заданий на разработку и модернизацию систем и подсистем малого и среднего масштаба и сложности. ПП                                       |
| ПК-9             | Описание возможной архитектуры развертывания каждого компонента, включая оценку современного состояния предлагаемых архитектур, оценка архитектуры с точки надежной правовой поддержки. ПП |

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

детерминированные и вероятностные коммуникационные протоколы, методы доказательства нижних и верхних оценок сложности

Должен уметь:

использовать коммуникационные вычисления, и понимать как они связаны с другими дискретными моделями вычислений.

Должен владеть:

теоретическими знаниями о различных разновидностях коммуникационных протоколов.

Должен демонстрировать способность и готовность:

приобрести навыки доказательства верхних и нижних оценок сложности булевых функций для коммуникационных вычислений.

### 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.08.04 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.04 "Прикладная математика (не предусмотрено)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 3 курсе в 6 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 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

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

Самостоятельная работа - 54 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 54 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 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. Детерминированные   |         |  |                      |                     |                        |

коммуникационные протоколы.

| N  | Разделы дисциплины / модуля  | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) |                      |                     | Самостоятельная работа |
|----|--|---------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
|    |  |         | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы |                        |
| 2. | Тема 2. Недетерминированные коммуникационные протоколы. Вероятностные коммуникационные вычисления. | 6       | 12   | 0                    | 0                   | 18                     |
| 3. | Тема 3. Коммуникационная сложность представления языков в автоматах и машинах Тьюринга.            | 6       | 12   | 0                    | 0                   | 18                     |
|    | Итого  |         | 36   | 0                    | 0                   | 54                     |

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Детерминированные коммуникационные протоколы.

Детерминированные коммуникационные протоколы. Коммуникационные протоколы, сложность коммуникационных вычислений. Примеры. Методы доказательств нижних оценок коммуникационной сложности. Метод полных множеств. Методmonoхроматических прямоугольников. Метод ранг коммуникационной матрицы. Многораундовые коммуникационные вычисления. Односторонние коммуникационные вычисления. Сравнительная сложность трех и однораундовых коммуникационных вычислений.

### Тема 2. Недетерминированные коммуникационные протоколы. Вероятностные коммуникационные вычисления.

Недетерминированные коммуникационные протоколы. Классы сложности и отношения между ними. Обобщения моделей к - вычислителей. Недетерминированные коммуникационные протоколы. Классы сложности и от-ношения между ними. Обобщения моделей к - вычислителей. Вероятностные коммуникационные вычисления. Вероятностные однораундовые

коммуникационные протоколы. Оценки сложности вероятностных коммуникационных вычислений. Энтропийная, топологическая и геометрическая оценки.

### Тема 3. Коммуникационная сложность представления языков в автоматах и машинах Тьюринга.

Оценки сложности вероятностных коммуникационных вычислений. Энтропийная оценка. Топологическая оценка. Геометрическая оценка. Сложность индивидуальных функций. Иерархии сложности. Вероятностная сложность почти всех функций. Коммуникационная сложность представления языков в автоматах и машинах Тьюринга. Автоматно-коммуникационные нижние оценки сложности распознавания языков. Приложение коммуникационных методов для доказательства нижних оценок памяти вероятностных машин при распознавании языков.

## 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 (утвержен приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

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

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

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

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

| Этап             | Форма контроля              | Оцениваемые компетенции | Темы (разделы) дисциплины   |
|------------------|-----------------------------|-------------------------|---|
| <b>Семестр 6</b> |                             |                         |   |
|                  | <b>Текущий контроль</b>     |                         |   |
| 1                | Реферат                     | ПК-10                   | 1. Детерминированные коммуникационные протоколы.  |
| 2                | Письменное домашнее задание | ПК-8 , ПК-9             | 2. Недетерминированные коммуникационные протоколы. Вероятностные коммуникационные вычисления. |
| 3                | Устный опрос                | ПК-11                   | 3. Коммуникационная сложность представления языков в автоматах и машинах Тьюринга.            |
|                  | <b>Экзамен</b>              | ПК-12, ПК-9             |   |

### 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

| Форма контроля          | Критерии оценивания   |  |   |  | Этап |  |
|-------------------------|---|--|---|--|------|--|
|                         | Отлично   | Хорошо   | Удовл.  | Неуд.  |      |  |
| <b>Семестр 6</b>        |   |  |   |  |      |  |
| <b>Текущий контроль</b> |   |  |   |  |      |  |
| Реферат                 | Тема раскрыта полностью. Продемонстрировано превосходное владение материалом. Использованы надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы высокая. | Тема в основном раскрыта. Продемонстрировано хорошее владение материалом. Использованы надлежащие источники. Структура работы в основном соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы средняя. | Тема раскрыта слабо. Продемонстрировано удовлетворительное владение материалом. Использованные источники и структура работы частично соответствуют поставленным задачам. Степень самостоятельности работы низкая. | Тема не раскрыта. Продемонстрировано неудовлетворительное владение материалом. Использованные источники недостаточны. Структура работы не соответствует поставленным задачам. Работа несамостоятельна. | 1    |  |

| Форма контроля              | Критерии оценивания   |   |   |   | Этап |
|-----------------------------|---|---|---|---|------|
|                             | Отлично   | Хорошо  | Удовл.  | Неуд.   |      |
| Письменное домашнее задание | Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.   | Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.  | Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.  | Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.  | 2    |
| Устный опрос                | В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.  | Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.   | Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.  | Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.   | 3    |
| Экзамен                     | Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала. | Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. | Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. | Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |      |

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

**Семестр 6**

**Текущий контроль**

## 1. Реферат

Тема 1

Темы рефератов:

1. Понятие коммуникационного протокола.
2. Сложность протоколов.
3. Коммуникационная сложность булевых функций.
4. Теорема о коммуникационной сложности произвольной булевой функции.
5. Представление булевых функций в сверх больших интегральных схемах (СБИС).
6. Теорема  $T \text{sqrt}(S) \geq C(f)$ .
7. Коммуникационная матрица булевых функций.
8. Примеры коммуникационных матриц некоторых булевых функций.
9. Теорема об односторонней коммуникационной сложности. Верхняя оценка.
10. Теорема об односторонней коммуникационной сложности. Нижняя оценка.

## 2. Письменное домашнее задание

Тема 2

Примерные задачи:

1. Алиса и Боб получают слова  $x, y$  из  $\{0,1\}^n$  соответственно, и должны посчитать  $\text{avg}(x,y)$ . Доказать, что  $C(\text{avg}) = O(\log n)$ .
2. Алиса и Боб получают слова  $x, y$  из  $\{0,1\}^n$  соответственно, и должны посчитать  $\text{max}(x,y)$ . Доказать, что  $C(\text{max}) \leq 2 \log n$ .
3. Алиса и Боб получают слова  $x, y$  из  $\{0,1\}^n$  соответственно, и должны посчитать функцию равенства  $\text{EQ}(x,y)$ . Доказать, что  $C(\text{EQ}) \leq n$ .
4. Алиса и Боб получают слово  $x$  из  $\{0,1\}^{2n}$ , и должны посчитать функцию побитового сложения  $\text{Parity}(x_1, ?, x_{2n})$ . Доказать, что  $C(\text{Parity}) \leq 1$ .
5. Алиса и Боб получают слова  $x, y$  из  $\{0,1\}^n$  соответственно, и должны посчитать функцию равенства по модулю  $m$  -  $\text{MOD}_m(x,y)$ . Доказать, что  $C(\text{MOD}_m) \leq \log m$ .
6. Алиса и Боб получают подмножества  $x$  и  $y$  из множества  $\{1,?,n\}$ , и должны посчитать функцию пересечению множеств  $\text{DISJ}(x, y)$ . Доказать, что  $C(\text{DISJ}) \geq n$ .
7. Алиса и Боб получают  $n$ -битовые числа  $x, y$ , соответственно, и должны посчитать функцию равенства по модулю  $m$   $\text{MOD}_m(x,y)$ . Доказать, что  $C(\text{MOD}_m) \geq \log m$ .
8. Алиса и Боб получают подмножества  $X, Y$  из множества  $\{1,?,n\}$  соответственно, и должны посчитать функцию  $\text{med}(X,Y)$  медианы множества объединения  $X \cup Y$ . Доказать, что  $C(\text{med}) \leq n + \log 2 n$ .
9. Алиса и Боб получают подмножества  $X, Y$  из множества  $\{1,?,n\}$  соответственно, и должны посчитать функцию  $\text{med}(X,Y)$  медианы множества объединения  $X \cup Y$ . Построить протокол вычисляющий  $\text{med}(X, Y)$  сложности  $O(\log n)$ .
10. Показать, что для любой функции  $f: X^*Y \rightarrow Z$ ,  $C(f) = \log_2 |\text{Range}(f)|$ , где  $\text{Range}(f)$  ? множество всех  $z$  из  $Z$ , для которых существует пара  $(x,y)$  такая что  $f(x,y)=z$ .
11. Алиса и Боб получают  $n$ -битовые числа  $0 \leq x, y \leq 2^n$ . Необходимо вычислить функцию ?больше чем?  $gt(x,y)=1$ , если  $x \geq y$ . Доказать, что  $C(gt) = n+1$ .
12. Алиса и Боб получают  $n$ -битовые числа  $x, y$ , соответственно, и должны посчитать функцию внутреннего произведения  $ip(x,y) = \sum x_i y_i \pmod{2}$ . Доказать, что  $C(ip) \geq n-1$ .

## 3. Устный опрос

Тема 3

Примерные вопросы:

1. Классы коммуникационной сложности  $P$ - $CC\_1$ ,  $NP\_CC\_1$ . Соотношение между ними.
2. Вероятностные коммуникационные протоколы.
3. Вероятностная односторонняя коммуникационная сложность булевых функций.
4. Теорема о соотношении между функциями  $CC\_1(f)$ ,  $RCC\_1(F)$ ,  $PCC\_1(f)$ .
5. Теорема  $RCC\_1(EQ) \leq c(\log n)$ .
6. Энтропийная оценка сложности коммуникационных вычислений.
7. Топологическая оценка сложности коммуникационных вычислений.
8. Геометрическая оценка сложности коммуникационных вычислений.
9. Сложность индивидуальных функций.
10. Иерархия сложности.
11. Вероятностная сложность почти всех функций.
12. Оценка сложности реализации булевых функций в OBDD в терминах коммуникационной сложности.

## Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Понятие коммуникационного протокола.
2. Сложность протоколов.
3. Коммуникационная сложность булевых функций.
4. Теорема о коммуникационной сложности произвольной булевой функции.

5. Представление булевых функций в сверх больших интегральных схемах (СБИС).
6. Теорема  $T \text{sqrt}(S) \geq C(f)$ .
7. Коммуникационная матрица булевых функций.
8. Примеры коммуникационных матриц некоторых булевых функций.
9. Теорема об односторонней коммуникационной сложности. Верхняя оценка.
10. Теорема об односторонней коммуникационной сложности. Нижняя оценка.
11. понятие полного множества (fooling set).
12. Теорема о полных множествах.
13. Метод монохроматического прямоугольника.
14. Теорема  $C(f) \geq \log F$ .
15. Ранг матрицы. Оценка коммуникационной сложности в терминах ранга.
16. Недетерминированные коммуникационные протоколы.
17. Недетерминированная коммуникационная сложность булевых функций.
18. Недетерминированный коммуникационный протокол для функции NEQ. Теорема.
19. Свойство  $C_1(\text{EQ}) = n$ .
20. Классы коммуникационной сложности P-CC\_1, NP\_CC\_1. Соотношение между ними.
21. Вероятностные коммуникационные протоколы.
22. Вероятностная односторонняя коммуникационная сложность булевых функций.
23. Теорема о соотношении между функциями CC\_1(f), RCC\_1(F), PCC\_1(f).
24. Теорема RCC\_1(EQ)  $\leq c(\log n)$ .
25. Энтропийная оценка сложности коммуникационных вычислений.
26. Топологическая оценка сложности коммуникационных вычислений.
27. Геометрическая оценка сложности коммуникационных вычислений.
28. Сложность индивидуальных функций.
29. Иерархия сложности.
30. Вероятностная сложность почти всех функций.
31. Оценка сложности реализации булевых функций в OBDD в терминах коммуникационной сложности.

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

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

| Форма контроля              | Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций   | Этап | Количество баллов |
|-----------------------------|---|------|-------------------|
| <b>Семестр 6</b>            |   |      |                   |
| <b>Текущий контроль</b>     |   |      |                   |
| Реферат                     | Обучающиеся самостоятельно пишут работу на заданную тему и сдают преподавателю в письменном виде. В работе производится обзор материала в определённой тематической области либо предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, изложение материала, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения. В случае публичной защиты реферата оцениваются также ораторские способности. | 1    | 20                |
| Письменное домашнее задание | Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.  | 2    | 20                |

| Форма контроля | Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций  | Этап | Количество баллов |
|----------------|--|------|-------------------|
| Устный опрос   | Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.   | 3    | 10                |
| Экзамен        | Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий. |      | 50                |

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

### 7.1 Основная литература:

1. Топорков, В.В. Модели распределенных вычислений [Электронный ресурс] : монография / В.В. Топорков. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2011. - 320 с. -

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2339>

2. Богачёв, К.Ю. Основы параллельного программирования [Электронный ресурс] : учебное пособие / К.Ю. Богачёв. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 345 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70745>

3. Пантина, И. В. Вычислительная математика [Электронный ресурс] : учебник / И. В. Пантина, А. В. Синчуков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: МФПУ Синергия, 2012. - 176 с. - (Университетская серия). - ISBN 978-5-4257-0064-3. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=451160>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Марченков, С.С. Основы теории булевых функций [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.С. Марченков. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2014. - 136 с. -

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59714>

2. Мальцев, И.А. Дискретная математика [Электронный ресурс] / И.А. Мальцев. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 304 с. -

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/638>

3. Аблаев, Фарид Мансурович. Классические и квантовые ветвящиеся программы [Текст: электронный ресурс] / Аблаев Ф. М., Васильев А. В. - Электронные данные (1 файл: 0,5 Мб) . - Казань : Казанский государственный университет, 2010. - 36 с. Загл. с экрана. - Режим доступа: открытый [http://libweb.kpfu.ru/ebooks/09-IVMIT/09\\_62\\_2010\\_000088.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/09-IVMIT/09_62_2010_000088.pdf)

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

Материалы онлайн-курсов Массачусетского Технологического Института - <http://ocw.mit.edu>

Онлайн-курсы лучших университетов мира - <https://www.coursera.org>

Онлайн-курсы Стенфордского Университета - <http://online.stanford.edu>

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

| Вид работ | Методические рекомендации  |
|-----------|--|
| лекции    | Лекции предназначены для работы студента в аудитории при написании конспекта. В тот же день необходимо дома перечитать конспект лекции, пока свежи воспоминания. Найти ссылки на дополнительные источники, если их дал преподаватель. Дополнить конспект своими выжимками. При подготовке к экзамену конспекты лекций являются мощным подспорьем в работе. |

| Вид работ                   | Методические рекомендации  |
|-----------------------------|--|
| самостоятельная работа      | Самостоятельная работа предполагает написание рефератов, подготовка к устным опросам, написание письменных домашних работ. При подготовке к написанию, необходимо ознакомится с литературой и источниками, данными преподавателем. Практические задания, выполненные в аудитории, предназначены для указания общих методов решения задач определенного типа. При подготовку к устному опросу необходимо прочитать конспект лекций по теме, а также дополнительные источники. |
| реферат                     | Самостоятельная работа предполагает написание рефератов. При подготовке к написанию, необходимо ознакомится с литературой и источниками, данными преподавателем. Реферат состоит из нескольких частей - введение, основная часть, заключение. При защите реферата необходимо быть готовым ответить на вопросы преподавателя и слушателей.  |
| письменное домашнее задание | Самостоятельная работа предполагает выполнение домашних работ. Практические задания, выполненные в аудитории, предназначены для указания общих методов решения задач определенного типа. Закрепить навыки можно лишь в результате самостоятельной работы. Индивидуальные задания выдаются преподавателем, необходимо быть готовым к дополнительным вопросам по выбранной теме.   |
| устный опрос                | Самостоятельная работа предполагает подготовку к устным опросам в конце каждого раздела дисциплины. При подготовке к опросу, необходимо ознакомится с литературой и источниками, данными преподавателем. Список вопросов даётся преподавателем заранее, необходимо быть готовым к дополнительным вопросам по данной теме.  |
| экзамен                     | Самостоятельная работа также включает в себя подготовку к экзамену. При подготовке к сдаче экзамену весь объем работы рекомендуется распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки, контролировать каждый день выполнения работы. Лучше, если можно перевыполнить план. Тогда будет резерв времени.  |

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

Освоение дисциплины "Коммуникационные вычисления" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

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

Освоение дисциплины "Коммуникационные вычисления" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

## **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 01.03.04 "Прикладная математика" и профилю подготовки "не предусмотрено".