



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
**Кафедра Алгебраических и информационных систем**

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
Директор ИМИТ ИГУ  
  
**М. В. Фалалеев**  
**«19» мая 2021 г.**



### **Рабочая программа дисциплины**

**Наименование дисциплины (модуля)** Б1.В.11 Функциональные системы

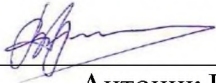
**Направление подготовки** 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

**Направленность (профиль) подготовки** Фундаментальная информатика и информационные технологии


**Квалификация выпускника** – бакалавр

**Форма обучения** очная

Согласовано с УМК Института математики  
и информационных технологий  
Протокол № 4 от «19» мая 2021 г.

Председатель  \_\_\_\_\_  
Антоник В.Г.

Рекомендовано кафедрой Алгебраических и  
информационных систем ИМИТ ИГУ:  
Протокол № 11 от «29» апреля 2021 г.

Зав. кафедрой  \_\_\_\_\_  
Пантелеев В.И.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Цели и задачи дисциплины</b>	<b>42.</b>
<b>МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО</b>	<b>43.</b>
<b>ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>44.</b>
<b>СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>74.1.</b>
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ, С УКАЗАНИЕМ ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ И ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ	74.2.
План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	84.3.
СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА	94.4.
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ	104.5.
ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ (ПРОЕКТОВ)	105.
<b>УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	<b>116.</b>
<b>МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>117.</b>
<b>ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b>	<b>128.</b>
<b>ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ</b>	<b>12</b>

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель

Познакомить студентов с идеями и методами теории функций  $k$ -значной логики и их обобщений.

### Задачи:

Познакомить студентов с идеями и методами теории функций  $k$ -значной логики и их обобщений;

Изложение основ функций  $k$ -значной логики и их обобщений: гиперфункций, мультифункций, частичных функций. Обобщение понятия замыкания по суперпозиции: клоны, мультиклоны, ультраклоны

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина (модуль) относится к части программы, формируемой участниками образовательных отношений, и изучается на четвертом курсе.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, сформированные дискретная математика, дискретные структуры.

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: дисциплина изучается в 7 семестре, знания могут использоваться при подготовке ВКР.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций (элементов следующих компетенций) в соответствии с ФГОС ВО по соответствующему направлению подготовки.

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-3 Способность понимать и применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат, теоретические основы информатики	ИДК ПК3.1 Способен понимать современный математический аппарат и теоретические основы информатики	В процессе изучения курса студенты должны освоить фундаментальные понятия теории функций $k$ -значной логики, позволяющие разобраться в математическом описании проблем, связанных с изучением функциональных систем с операцией суперпозиции на конечных множествах, в частности, освоить: <ul style="list-style-type: none"><li>• понятие функционального замыкания;</li><li>• понятие функциональной полноты;</li><li>• понятие полных и предполных множеств;</li></ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• язык сохранения предиката функцией.</li> </ul> <p>Студент должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• терминологию дисциплины и формулировать мысли с использованием данной терминологии,</li> <li>• обобщения функций k-значной логики;</li> <li>• критерии проверки функциональной замкнутости функций k-значной логики и их обобщений,</li> <li>• примеры полных множеств функций k-значной логики,</li> <li>• критерии Слупецкого и Яблонского;</li> <li>• критерии Фрейвалда, Тарасова, Пантелеева.</li> </ul>
	<p>ИДК ПК3.2</p> <p>Способен применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат</p>	<p>Студент должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать методы функций k-значной логики в практических задачах,</li> <li>• обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учётом имеющихся литературных данных,</li> <li>• самостоятельно, в случае необходимости, изучать специальную литературу, которую необходимо использовать при решении практических и теоретических задач.</li> </ul>
	<p>ИДК ПК3.3</p> <p>Способен применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности теоретические основы информатики</p>	<p>Студент должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• аппаратом функций k-значной логики;</li> <li>• аппаратом частичных функций;</li> <li>• аппаратом гипер- и мультифункций.</li> </ul>
<p>ПК-2</p> <p>Способность проводить под научным руководством локальные исследования на основе существующих методов в конкретной области профессиональной</p>	<p>ИДК ПК2.1</p> <p>Имеет навык подготовки и проведения публичных докладов по темам выполняемых работ</p>	<p>Знает технологии подготовки электронных презентаций</p> <p>Умеет готовить электронные презентации</p>

<p>деятельности, принимать участие в научных дискуссиях, выступать с сообщениями и докладами, устного, письменного и виртуального (размещение в информационных сетях) характера, представлять материалы собственных исследований; проводить корректуру, редактирование, реферирование работ.</p>		
	<p>ИДК ПК2.2 Владеет технологиями подготовки документов, способен проводить корректуру, редактирование, реферирование работ.</p>	<p>Знает технологии подготовки электронных публикаций, в том числе облачные Умеет пользоваться текстовыми редакторами Владеет техникой подготовки документов в LaTeX</p>
	<p>ИДК ПК2.3 Способен проводить под научным руководством исследования на основе существующих методов в области профессиональной деятельности</p>	<p>Знает основные поисковые системы Умеет пользоваться поисковыми системами для Владеет техникой поиска научной информации</p>

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часа, практическая подготовка 72.

Форма промежуточной аттестации: 7 семестр - зачет.

##### 4.1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ, С УКАЗАНИЕМ ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ И ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Се мес тр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости
			Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоя тельная работа + контроль	
			Лекции	Семинарские (практические занятия)	Контроль обучения		
	Полнота множеств булевых функций	7		4	1	2	Доклад
	Функции k-значной логики.			6	1	2	Доклад
	Частичные функции на двухэлементном множестве.			10	1	2	Доклад
	Гиперфункции на двухэлементном множестве.			10	2	2	Доклад
	Мультифункции на двухэлементном множестве			10	2	4	Доклад
	Обобщения функций k-значной логики			10	1	2	Доклад
<b>Итого часов</b>			0	50	8	14	Доклад

#### 4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы См. п. 5
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
	Полнота множеств булевых функций	<i>УИЛТИн</i>	1-я половина курса	2	Презентация и ответы на вопросы на зачете	См. п. 5
	Функции k-значной логики.	<i>УИЛТИн</i>	1-я половина курса	2	Презентация и ответы на вопросы на зачете	См. п. 5
	Частичные функции на двухэлементном множестве.	<i>УИЛТИн</i>	1-я половина курса	2	Презентация и ответы на вопросы на зачете	См. п. 5
	Гиперфункции на двухэлементном множестве.	<i>УИЛТИн</i>	2-я половина курса	2	Презентация и ответы на вопросы на зачете	См. п. 5
	Мультифункции на двухэлементном множестве	<i>УИЛТИн</i>	2-я половина курса	4	Презентация и ответы на вопросы на зачете	См. п. 5
	Обобщения функций k-значной логики	<i>УИЛТИн</i>	2-я половина курса	2	Презентация и ответы на вопросы на зачете	См. п. 5



Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
	Общая трудоемкость самостоятельной работы по дисциплине (час)			14		
	Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час)					

*Виды самостоятельной работы:*

*Р – написание реферата, Д – подготовка доклада, У – выполнение упражнений,*

*Э – написание эссе, Пт – выполнение проекта, К – кейс-задание, Пф – портфолио,*

*И – информационный поиск, Прз – презентация, Л – изучение литературы,*

*Т (по желанию) – заполнение таблицы Донны Огл «Знал, хотел узнать, узнал»*

*Ин (по желанию) – заполнение таблицы, содержащей 4 столбца – «V» - уже знал, «+» – новое, «-» – думал иначе, «?» – не понял, есть вопросы.*

### 4.3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

#### **Полнота множеств булевых функций**

1. Булевы функции. Суперпозиция булевых функций.
2. Полные множества булевых функций.
3. Критерий Поста.

#### **Функции k-значной логики.**

1. Определение. Суперпозиция. Язык сохранения предиката функцией.
2. Полные множества.
3. Критерии полноты Слупецкого и Яблонского.
4. Теорема Розенберга (без доказательства).
5. Особенности функций k-значной логики.

#### **Частичные функции на двухэлементном множестве.**

1. Определение частичных функций. Суперпозиция.
2. Критерий полноты Фрейвалда.

3. Некоторые интервалы в решетке клонов частичных функций (Теоремы Алексева-Вороненко).

#### **Гиперфункции на двухэлементном множестве.**

1. Определение и суперпозиция гиперфункций.
2. Критерий полноты Тарасова.

#### **Мультифункции на двухэлементном множестве**

1. Определение и суперпозиция мультифункций.
2. Критерий полноты Пантелеева.
3. Ультраклоны мультифункций.

#### **Обобщения функций k-значной логики**

1. Частичные, гипер- и мультифункции на конечных множествах.
2. Критерии полноты Фрейвалда, Ромова, Ло Джукачя частичных функций.
3. Клоны мультифункций, содержащие клон функций k-значной логики (теорема Пантович).

#### **4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ**

См. п. 4.1

#### **4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СР)**

Не предусмотрено.

#### **4.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Методические указания расположены на странице курса в ИОС Educa

#### **4.5. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ (ПРОЕКТОВ)**

Не предусмотрено.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### а) перечень литературы

1. Вороненко, А. А. Дискретная математика. Задачи и упражнения с решениями [Текст] : учеб.-метод. пособие : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. ВПО 01.03.02 (010400) "Прикл. математика и информатика" и 02.03.02 (010300) "Фундамент. информатика и информ. технологии" / А. А. Вороненко, В. С. Федорова. - М. : Инфра-М, 2015. - 104 с. : ил. ; 21 см. - (Высшее образование. Бакалавриат). - Библиогр.: с. 102. - ISBN 978-5-16-006601-1. - ISBN 978-5-16-101745-6 : 150.00 р. +
2. Яблонский, Сергей Всеволодович. Введение в дискретную математику [Текст] : учеб. пособие для вузов по спец. "Прикладная математика" / С. В. Яблонский. - 3-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2002. - 384 с. : ил. ; 23 см. - (Высшая математика). - Библиогр.: с. 370-372. - Указ. предм. и обозначений: с. 373-384. - ISBN 5-06-003951-X : 72.50 р., 70.00 р.+
3. Пинус, А. Г. Дискретные функции. Дополнительные главы дискретной математики : учебное пособие / А. Г. Пинус. — Новосибирск : НГТУ, 2016. — 92 с. — ISBN 978-5-7782-2838-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118305> (дата обращения: 06.04.2022). — Режим доступа: для авториз. Пользователей

**б) периодические издания** — журналы: Дискретная математика, Интеллектуальные системы, Сибирский электронный математический журнал.

### в) список авторских методических разработок:

электронные варианты лекций в ИОС EDUCA

### г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы \_\_

1. <http://www.window.edu.ru> — Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Полнотекстовая электронная библиотека учебных и учебно-методических материалов (федеральный ресурс).
2. <http://www.exponenta.ru> — Образовательный математический сайт
3. <http://www.mccme.ru/free-books> — Московский центр непрерывного математического образования. Материалы (полные тексты) свободно распространяемых книг по математике.
4. <https://www.biblio-online.ru/> — Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ»
6. <https://e.lanbook.com/> — Электронно-библиотечная система издательства «Лань»
7. ИОС ИГУ EDUCA
8. <https://welcome.stepik.org/ru> — Онлайн-курсы от ведущих вузов и компаний страны
9. <https://openedu.ru/> — Открытое образовани.
10. <http://www.mathnet.ru/> — Общероссийский портал Math-Net.Ru

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ:

Для чтения лекций необходима аудитория с достаточным количеством посадочных мест, презентационное оборудование и переносной компьютер с установленным программным обеспечением для демонстрации презентаций в .pdf формате (например, Acrobat Reader).

### 6.2. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

LaTeX – с использованием сборки TeXLive (или возможность выхода на онлайн-ресурс Overleaf), pdf-view'ep.

### 6.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА:

ИОС EDUCA, DOMIC, презентационное оборудование, персональный компьютер с возможностью демонстрации презентаций в формате pdf.

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации данного курса используются следующие образовательные технологии: технологии традиционного обучения, игровые технологии, технологии проблемного обучения, технологии обучения в сотрудничестве, технологии контекстного обучения, интерактивные технологии, технологии дистанционного обучения, активные педагогические технологии.

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.1. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ

Не предусмотрено

### 8.2. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

При текущем контроле применяется отчет студентов о подготовке к зачету.

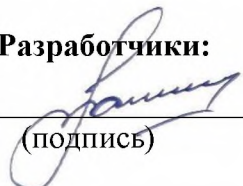
### 8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ

Для зачета студенты готовят реферат статьи по теме курса. Реферат представляют в виде электронной презентации, подготовленной в LaTeX и отвечают на 3 вопроса.

#### Примерные вопросы к зачету

1. Предполнота классов  $T_0, T_1, S, M, L$ .
2. Предикатное описание классов  $T_0, T_1, S, M, L$ .
3. Непересекающиеся семейства предикатов –  $B, P, L, O, E, C$  для  $R_k$ . Определение, пример предиката из семейства. Пример функции, несохраняющей предикат и функции, сохраняющей предикат.
4. Конечность и ограниченность базисов для  $R_2$ .
5. Полные множества в  $R_k$ .
6. Шефферовы функции в  $R_k$ .
7. Представление функций полиномами в  $R_k$ .
8. Теорема Янова.
- 9 Теорема Мучника.
10. Континуальность множества замкнутых классов в  $R_k$ .
11. Лемма о 3-х точках.
12. Лемма о квадрате.
13. Критерий Яблонского функциональной полноты в  $R_k$ .
14. Максимальные клоны частичных функций.
15. Максимальные клоны гиперфункций.
16. Максимальные клоны частичных гиперфункций.
17. Решетка мультиклонов, содержащая клон  $R_k$ .
18. Теорема Фрейвалда.
19. Теорема Тарасова.
20. Теорема Пантелеева

Разработчики:

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

Зав. каф. АиИС  
(занимаемая должность)

Пантелеев В.И.  
(Ф.И.О.)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23 августа 2017 г. N 808, зарегистрированный в Минюсте России «14» сентября 2017 г. № 48185 с изменениями и дополнениями с изменениями и дополнениями от: 26 ноября 2020 г., 8 февраля 2021 г.

Программа рассмотрена на заседании кафедры Алгебраических и информационных систем ИМИТ ИГУ «29» апреля 2021 г.

Протокол № 11 Зав. кафедрой  Пантелеев В.И.

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы*