



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт математики и информационных технологий  
Кафедра информационных технологий



**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Б1.В.ДВ.09.02 Функциональные системы**

Направление подготовки информационные технологии	02.03.02	Фундаментальная информатика и	
Направленность (профиль) подготовки программная инженерия		Фундаментальная информатика и	
Квалификация выпускника	бакалавр		
Форма обучения	очная		

Иркутск 2026 г.

## 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><li>• язык сохранения предиката функций.</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 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 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 Способность проводить под научным руководством локальные исследования на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности, принимать участие в научных</p>	<p>ИДК ПК2.1 Имеет навык подготовки и проведения публичных докладов по темам выполняемых работ</p>	<p>Знает технологии подготовки электронных презентаций Умеет готовить электронные презентации</p>

<p>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>УИЛТИ<sub>n</sub></i>	1-я половина курса	2	Презентация и ответы на вопросы на зачете	См. п. 5
	Функции k-значной логики.	<i>УИЛТИ<sub>n</sub></i>	1-я половина курса	2	Презентация и ответы на вопросы на зачете	См. п. 5
	Частичные функции на двухэлементном множестве.	<i>УИЛТИ<sub>n</sub></i>	1-я половина курса	2	Презентация и ответы на вопросы на зачете	См. п. 5
	Гиперфункции на двухэлементном множестве.	<i>УИЛТИ<sub>n</sub></i>	2-я половина курса	2	Презентация и ответы на вопросы на зачете	См. п. 5
	Мультифункции на двухэлементном множестве	<i>УИЛТИ<sub>n</sub></i>	2-я половина курса	4	Презентация и ответы на вопросы на зачете	См. п. 5
	Обобщения функций k-значной логики	<i>УИЛТИ<sub>n</sub></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 Джукая 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. ПРИБЛИЖИТЕЛЬНАЯ 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.

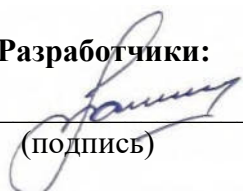
### 8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ

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.