

ИНСТИТУТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА КИБЕРНЕТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИИКС

Протокол № УМС-575/01-1

от 30.08.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ФОРМАЛИЗМЫ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 09.04.04 Программная инженерия

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
2	3	108	0	15	15	78	0	3
Итого	3	108	0	15	15	0	78	0

## АННОТАЦИЯ

В рамках дисциплины «Формализмы в информационных технологиях» центральную роль играет понятие о вычислении значения выражения, которое также является одним из центральных в области компьютерных наук, программировании и информационных технологиях. В приложении к семантикам языков программирования это представление приобретает смысл – вычисление значения в зависимости от среды вычисления. При этом среда обычно определяется значениями свободных переменных рассматриваемого выражения. Сами переменные при этом пробегают по областям, или доменам, которые также считаются объектами. Теории доменов являются альтернативным способом выразить тот смысл, который вкладывается в термин «теория вычислений».

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Формализмы в информационных технологиях» нацелена на формирование навыков моделирования логико-аппликативными и категориальными средствами: структуру информационных процессов, представление концептуальных схем и соотношений между ними. Изучается применение таких моделей при проектировании программных систем.

Целями освоения учебной дисциплины Дискретные и математические модели (модели вычислений) являются:

- знания:

на уровне представлений: категориальное представление о функциях; переменный объект; тип, полиморфный тип;

на уровне воспроизведения: функторная семантика преобразований; погружение категориальных конструкций в аппликативный язык;

на уровне понимания: декартово замкнутая категория, категориальная комбинаторная логика; функтор; естественное преобразование.

- умения:

теоретические: категориальное моделирование процессов обработки информации; использование полиморфных систем типов;

практические: применять методы категориальных и аппликативных моделей для решения задач анализа и формализации информационных процессов, реализации и использования механизмов сборки составных процессов, в т. ч. безопасной с точки зрения семантики вычислений;

навыки: редукция категориальных комбинаторов; типизация объектов, в т. ч. полиморфных; разработка полиморфных программ.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Формализмы в информационных технологиях» относится к вариативной части профессионального цикла и является дисциплиной по выбору.

Дисциплина в базовом варианте не требует предварительной специальной подготовки и может читаться независимо. Но она будет особенно полезна для тех, кто уже знаком с современными проблемами прикладной математики и информатики, а также с идеями,

методами и кругом задач современного программирования, включая чисто технологические вопросы.

Предшествующие дисциплины:

- Методология научных исследований
- Основы автоматизированных информационных технологий
- Функциональное программирование

В свою очередь дисциплина предоставляет понятийный каркас для изложения методов моделирования информационных и физических процессов, подчеркивая фундаментальную роль информационных процессов в современной картине мира. Рассматриваемые модели вычислений составляют основу для оперирования функциями в технологиях программирования (функциональное и логическое программирование), а также для моделирования динамики предметных областей для систем, основанных на знаниях. Кроме того, дисциплина дает безусловную базу для выполнения научно-исследовательской работы (НИР) в областях прикладной математики и информатики. В особенности, понятийный каркас дисциплины может быть плодотворен для области анализа/разработки/применения информационных систем в Веб.

Параллельные дисциплины:

- Дискретная математика (модели вычислений)
- Семантически безопасное информационное моделирование

Последующие дисциплины:

- Семантическое конфигурирование программных систем
- Абстрактные вычислительные машины
- Конструирование программных систем
- Моделирование (корпоративные информационные системы)
- Теория систем и системный анализ
- Научно-исследовательская работа

Для усвоения курса желательно знакомство с формальными системами и элементами математической логики. Как минимум, необходимо владение представлением об объекте в информатике и о функции в анализе. Более глубокое изучение отдельных элементов курса достигается в дисциплинах: объектно-ориентированное программирование, теория типов, семантическое моделирование, концептуальное моделирование и проектирование, модели данных и др.

### **3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	------------------------------------------------------

<p>ОПК-2 [1] – Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач</p>	<p>З-ОПК-2 [1] – Знать: современные интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач  У-ОПК-2 [1] – Уметь: обосновывать выбор современных интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программные средства для решения профессиональных задач  В-ОПК-2 [1] – Владеть: методами разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

<b>Задача профессиональной деятельности (ЗПД)</b>	<b>Объект или область знания</b>	<b>Код и наименование профессиональной компетенции;  Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции</b>
<p>деятельность по организации и обеспечению разработки вычислительных механизмов осуществления семантически безопасного режима работы информационных систем;</p>	<p>научно-исследовательский  обеспечение усовершенствования методов и алгоритмов обработки данных в информационно-вычислительных системах;</p>	<p>ПК-1.1 [1] - Способен организовать разработку вычислительных механизмов обеспечения семантически безопасного режима работы информационных систем   <i>Основание:</i>  Профессиональный стандарт: 06.016</p>	<p>З-ПК-1.1[1] - Знать: представление об объектах и их формах; подстановку и принцип свертки; представлении динамике предметной области; уровне воспроизведения: язык описания дескрипций;;  У-ПК-1.1[1] - Уметь: осуществление записи разворачивания событий вдоль эволюенты; на уровне понимания создавать конструктивы представления предметной области; обеспечить механизм работы оценивающего отображения; обеспечивать безопасное функционирование сети.;  В-ПК-1.1[1] - Владеть: практическим осуществлением фиксации изменений индивидуальной семантической сети; осуществлением фиксации изменений концептов в семантической сети; навыками применения метода семантического моделирования предметных</p>

			областей
	проектный		
обеспечение и организация проектирования, разработки и эксплуатации информационных систем и программных продуктов целевого назначения;	обеспечение внедрения усовершенствованных методов и алгоритмов обработки данных в информационно-вычислительных системах; - улучшение технологии параллельных, высокопроизводительных и распределенных информационно-вычислительных систем; - организация процесса промышленного тестирования программного обеспечения; - внедрение языков программирования и их трансляторов; - усовершенствование сетевых протоколов и сетевых служб; - организация использования операционных систем.	ПК-1.2 [1] - Способен самостоятельно организовать процесс, чтобы конструировать математические модели, описывающие конкретные системы и объекты в прикладных областях  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.017	3-ПК-1.2[1] - Знать на уровне представлений: вычислительные процессы, лежащие в основе выполнения (редукции) программ, написанных на функциональных императивных языках; на уровне воспроизведения: семантику вычислительных конструкций языков программирования и императивных аспектов (различных побочных эффектов) на уровне понимания: семантику типовых конструкций – цикл, условное ветвление, изменение значения переменной.; У-ПК-1.2[1] - Уметь: теоретически выполнять моделирование семантики выражений; моделирование семантики композиции подпрограмм с учетом состояний;; В-ПК-1.2[1] - Владеть практически: разработкой программ и отдельных программных компонент в соответствии с выбранной семантикой; определением семантики уже написанной программы (подпрограммы); практическими навыками: разделения ответственностей между программными компонентами; локализации изменений состояния; абстрагирования зависимостей.
обеспечение и организация проектирования, разработки и эксплуатации информационных систем и программных продуктов целевого назначения;	обеспечение внедрения усовершенствованных методов и алгоритмов обработки данных в информационно-вычислительных системах; - улучшение технологии параллельных, высокопроизводительных и распределенных информационно-вычислительных систем; - организация процесса	ПК-12 [1] - способен проектировать вспомогательные и специализированные языки программирования и языки представления данных  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.028, 06.042	3-ПК-12[1] - Знать: методы проектирования вспомогательных и специализированных языков программирования и языков представления данных ; У-ПК-12[1] - Уметь: проектировать вспомогательные специализированные языки программирования и языки представления данных ; В-ПК-12[1] - Владеть: методами проектирования вспомогательных и специализированных языков программирования и языков

	<p>промышленного тестирования программного обеспечения; - внедрение языков программирования и их трансляторов; - усовершенствование сетевых протоколов и сетевых служб; - организация использования операционных систем.</p>		<p>представления данных</p>
<p>производственно-технологический</p>			
<p>организация обеспечения индустриального производства программного обеспечения для информационно-вычислительных систем различного назначения..</p>	<p>обеспечение внедрения усовершенствованных методов и алгоритмов обработки данных в информационно-вычислительных системах; - улучшение технологии параллельных, высокопроизводительных и распределенных информационно-вычислительных систем; - организация процесса промышленного тестирования программного обеспечения; - внедрение языков программирования и их трансляторов; - усовершенствование сетевых протоколов и сетевых служб; - организация использования операционных систем.</p>	<p>ПК-1.3 [1] - Способен самостоятельно организовать процесс, чтобы создавать и реализовывать, в том числе на компьютерах, алгоритмы для сконструированных математических моделей</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.015</p>	<p>З-ПК-1.3[1] - Знать на уровне представлений: семантику выполнения компьютерных программ; формальный подход эквивалентным преобразованиям архитектуры приложения и программного кода; на уровне воспроизведения: семантику простейших императивных возможностей языков программирования; аппликативный, композиционный подход к организации вычислений; на уровне понимания: построение и организацию структур данных; принципы типизации; базовые производные методы композиции вычислительных процессов; базовые и производные методы конструирования информационных объектов.; У-ПК-1.3[1] - Уметь осуществлять выбор/разработку вычислительной модели, обеспечивающей потребности конкретного приложения; выбор подходящих композиционных схем для вычислительных процессов; синтез подходящих структур данных; выбор режимов выполнения (семантики) вычислительных/информационных процессов; практически: производить выработку архитектуры, удовлетворяющей заданной вычислительной модели; производить анализ ключевых</p>

			<p>требований, влияющих на архитектуру будущей системы; выполнять формализацию ключевых функциональных, эксплуатационных и других требований; выполнять проектирование вычислительных и информационных систем; выполнять проектирование вычислительных и информационных сервисов; выполнять проектирование и реализация механизмов взаимодействия сервисов.; В-ПК-1.3[1] - Владеть: практическим выбором/разработкой вычислительной модели, обеспечивающей потребности конкретного приложения; развить в себе навыки: выбора подходящих композиционных схем для вычислительных процессов; синтеза подходящих структур данных; развить в себе навыки: выбора режимов выполнения (семантики) вычислительных/информационных процессов;</p>
<p>организация обеспечения индустриального производства программного обеспечения для информационно-вычислительных систем различного назначения..</p>	<p>обеспечение внедрения усовершенствованных методов и алгоритмов обработки данных в информационно-вычислительных системах; - улучшение технологии параллельных, высокопроизводительных и распределенных информационно-вычислительных систем; - организация процесса промышленного тестирования программного обеспечения; - внедрение языков программирования и их трансляторов; - усовершенствование сетевых протоколов и</p>	<p>ПК-16 [1] - способен применять навыки создания трансляторов и интерпретаторов языков программирования</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.017, 06.028</p>	<p>3-ПК-16[1] - Знать: технологии создания трансляторов и интерпретаторов языков программирования ; У-ПК-16[1] - Уметь: применять навыки создания трансляторов и интерпретаторов языков программирования ; В-ПК-16[1] - Владеть: навыками создания трансляторов и интерпретаторов языков программирования</p>

	сетевых служб; - организация использования операционных систем.		
организация обеспечения индустриального производство программного обеспечения для информационно-вычислительных систем различного назначения..	обеспечение внедрения усовершенствованных методов и алгоритмов обработки данных в информационно-вычислительных системах; - улучшение технологии параллельных, высокопроизводительных и распределенных информационно-вычислительных систем; - организация процесса промышленного тестирования программного обеспечения; - внедрение языков программирования и их трансляторов; - усовершенствование сетевых протоколов и сетевых служб; - организация использования операционных систем.	ПК-18 [1] - способен применять навыки создания компонент операционных систем и систем реального времени  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.017, 06.028	З-ПК-18[1] - Знать: технологии создания компонент операционных систем и систем реального времени ; У-ПК-18[1] - Уметь: применять навыки создания компонент операционных систем и систем реального времени ; В-ПК-18[1] - Владеть: навыкам создания компонент операционных систем и систем реального времени
организация обеспечения индустриального производство программного обеспечения для информационно-вычислительных систем различного назначения..	обеспечение внедрения усовершенствованных методов и алгоритмов обработки данных в информационно-вычислительных системах; - улучшение технологии параллельных, высокопроизводительных и распределенных информационно-вычислительных систем; - организация процесса промышленного тестирования программного обеспечения; - внедрение языков программирования и их трансляторов; -	ПК-19 [1] - способен применять навыки создания систем обработки текстов  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.016, 06.028	З-ПК-19[1] - Знать: технологии создания систем обработки текстов ; У-ПК-19[1] - Уметь: применять навыки создания систем обработки текстов ; В-ПК-19[1] - Владеть: навыкам создания систем обработки текстов

	усовершенствование сетевых протоколов и сетевых служб; - организация использования операционных систем.		
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>2 Семестр</i>						
1	Простые системы типов и исчисление высказываний	1-4	0/4/4	ЛР-4	20	КИ-4	
2	Зависимые типы и логика первого порядка	5-8	0/4/4	ЛР-8	20	КИ-8	
3	Логика высших порядков	9-12	0/4/4	ЛР-12	20	КИ-12	
4	Разбор конкретных примеров использования формализации в информационных технологиях	13-15	0/3/3	ДЗ-15	20	ДЗ-15	
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		0/15/15		80		
	<b>Контрольные мероприятия за 2 Семестр</b>				20		

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
ДЗ	Домашнее задание
ЛР	Лабораторная работа
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел и	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем. , час.	Лаб., час.
	<i>2 Семестр</i>	0	15	15
<b>1-4</b>	<b>Простые системы типов и исчисление высказываний</b>	0	4	4
1 - 2	<b>Вычисления в д.з.к.</b> Структура лямбда-терма. Каррирование. Редукция.	Всего аудиторных часов		
			2	2
		Онлайн		
3 - 4	<b>Вычисления в д.з.к. (продолжение)</b> Типовый язык. Типы комбинаторов. Соответствие типов и теорем, программ и доказательств.	Всего аудиторных часов		
			2	2
		Онлайн		
<b>5-8</b>	<b>Зависимые типы и логика первого порядка</b>	0	4	4
5 - 6	<b>Интуиционистская логика</b> Определения. Аксиомы исчисления высказываний.	Всего аудиторных часов		
			2	2
		Онлайн		
7 - 8	<b>Полиморфные типы</b> Типы, зависящие от типов. Параметрический полиморфизм.	Всего аудиторных часов		
			2	2
		Онлайн		
<b>9-12</b>	<b>Логика высших порядков</b>	0	4	4
9 - 10	<b>Зависимые типы</b> Типы зависимых произведений и сумм. Связь со структурами данных.	Всего аудиторных часов		
			2	2
		Онлайн		
11 - 12	<b>Типизация и логика первого порядка</b> Исчисление предикатов. Связь теорем исчисления предикатов и зависимых типов.	Всего аудиторных часов		
			2	2
		Онлайн		
<b>13-15</b>	<b>Разбор конкретных примеров использования формализации в информационных технологиях</b>	0	3	3
13 - 15	<b>Обобщенная схема систем типизации</b> Формализация уровней допустимых зависимостей в системах типизации. Лямбда-куб Барендрегта. Исчисление конструкций.	Всего аудиторных часов		
			3	3
		Онлайн		

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозна чение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы

ИС	Интерактивный сайт
----	--------------------

## ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>2 Семестр</i>
1 - 4	<b>Часть I</b> Редукция термов. Типизация в простом типизированном лямбда-исчислении. Автоматизированное доказательство теорем исчисления высказываний.
5 - 8	<b>Часть II</b> Типизация зависимых функций и пар. Автоматизированное доказательство теорем логики первого порядка.
9 - 12	<b>Часть III</b> Применение систем типов для автоматизированного доказательства теорем логики высшего порядка.
13 - 15	<b>Часть IV</b> Сдача ДЗ

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 5.1. Методы проведения занятий.

Читаются лекции 1 час в неделю и проводятся лабораторные работы 1 час в неделю. На лабораторных работах проводятся консультации по выполнению индивидуальных заданий, с элементами семинаров.

### 5.2. Формы контроля.

Предусмотрена курсовая работа — индивидуальное задание, которое выдается на семестр. Выполнение курсового проекта организуется в три этапа, каждый этап привязан к разделу курса. Прием работы состоит в демонстрации реализации и исходного кода, беседы по теории и вопросам по ходу решения задач. Также в конце каждого раздела предусматривается контрольно-тестовая работа для оценки степени усвоения теоретических знаний и навыков. Это позволяет контролировать как усвоение теоретического материала, так и уровень овладения практическим решением задач. Итоговым контролем является зачет, включающий ответы на вопросы и решение задач. При определении итоговой оценки учитываются баллы, полученные студентами в семестре: за качество своевременность выполнения курсовых работ.

### 5.3. Технологические особенности

Технологической особенностью изложения дисциплины является отражение лучших мировых практик преподавания подобных курсов в ведущих университетах мира. Студентам предоставляется возможность и необходимая информация для ознакомления с методами и подходами, относящимися к кругу вопросов дисциплины и применяемыми лучшими преподавателями университетов и учебных центров мира.

В частности, для ознакомления, анализа и сопоставления предоставляются ссылки на публично доступный мультимедийный контент и/или электронные формы издания научно-методического материала.

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения
-------------	---------------------

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – <i>«удовлетворительно»</i>	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает

			существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--	--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Оценочные средства приведены в Приложении.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. ЭИ F81 Foundations of Software Science and Computation Structures : 19th International Conference, FOSSACS 2016, Held as Part of the European Joint Conferences on Theory and Practice of Software, ETAPS 2016, Eindhoven, The Netherlands, April 2–8, 2016, Proceedings, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2016
2. ЭИ M94 Multiscale Paradigms in Integrated Computational Materials Science and Engineering : Materials Theory, Modeling, and Simulation for Predictive Design, Cham: Springer International Publishing, 2016

### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. И W81 Combinatory logic in programming : Computations with objects through examples and exercises, Wolfengagen V.E., M.: Center JurInfor, 2003
2. 16 B75 Логика : конспект лекций: техника рассуждений, В.Э. Вольфенгаген, М.: Центр ЮрИнфоР, 2004
3. 004 B72 Методы и средства вычислений с объектами : Аппликативные вычислительные системы, В.Э. Вольфенгаген, Москва: JurInfoR Ltd; ЮрИнфоР-МГУ, 2004
4. 681.3 B72 Категориальная абстрактная машина : Учеб. пособие, Вольфенгаген В.Э., М.: МИФИ, 1993
5. 519 B72 Комбинаторная логика в программировании : (Вычисления с объектами в примерах и задачах): Учеб. пособие, Вольфенгаген В.Э., М.: МИФИ, 1994
6. 519 B72 Аппликативные вычисления на основе комбинаторов и лямбда-исчисления : Учеб. пособие, Вольфенгаген В.Э., Гольцева Л.В., М.: МИФИ, 1992
7. 007 И49 Экспертные системы на реляционной основе : Учеб. пособие, Илюхин А.А., Исмаилова Л.Ю., Шаргатова Э.И., М.: МИФИ, 1990

### **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:**

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

Автор(ы):

Рословцев Владимир Владимирович

Вольфенгаген Вячеслав Эрнстович, д.т.н.,  
профессор

Шапкин Павел Александрович, к.т.н.