

Государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования Московской области  
«Университет «Дубна»  
(государственный университет «Дубна»)

Филиал «Протвино»  
Кафедра «Информационные технологии»



Евсиков А.А./  
Фамилия И.О.

2019 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Функциональное и логическое программирование**

*наименование дисциплины (модуля)*

Направление подготовки (специальность)

**09.03.01 Информатика и вычислительная техника**

*код и наименование направления подготовки (специальности)*

Уровень высшего образования

**бакалавриат**

*бакалавриат, магистратура, специалитет*

Направленность (профиль) программы (специализация)

**«Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем»**

Форма обучения

**очная**

*очная, очно-заочная, заочная*

Протвино, 2019

Преподаватель (преподаватели):

Нурматова Е.В., доцент, к.т.н., кафедра информационных технологий  
*Фамилия И.О., должность, ученая степень, ученое звание, кафедра; подпись*



Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) высшего образования

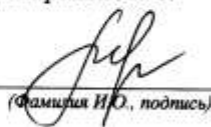
09.03.01 Информатика и вычислительная техника

*(код и наименование направления подготовки (специальности))*

Программа рассмотрена на заседании кафедры информационных технологий  
*(название кафедры)*

Протокол заседания №8 «23» апреля 2019 г.

Заведующий кафедрой

  
*(Фамилия И.О., подпись)*

Нурматова Е.В.

## Оглавление

Оглавление.....	3
1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля) .....	4
2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля).....	4
3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП .....	4
4 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников).....	4
5 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....	5
6 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий .....	5
7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю) .....	8
8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения.....	9
9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю).....	9
10 Ресурсное обеспечение .....	14
11 Язык преподавания .....	17

### 1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью курса «Функциональное и логическое программирование» является изучение функциональной и логической парадигмы программирования, используемых для решения задач искусственного интеллекта; формирование представления текущего состояния теории и практики декларативного подхода программирования; обогащение студентов профессиональными знаниями и практическими навыками по разработке и созданию программных систем с помощью языков функционального и логического программирования.

В ходе достижения цели решаются следующие основные задачи: изучение общих концепций и методов современного декларативного программирования и, в частности, функциональное и логическое программирование, позволяющих эффективно решать задачи разработки систем искусственного интеллекта, систем поддержки принятия решений, экспертных систем и обработки символьной информации.

### 2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)

Объектами профессиональной деятельности в рамках изучаемой дисциплины (модуля) являются:

- программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем (программы, программные комплексы и системы).

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.8.1 «Функциональное и логическое программирование» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока дисциплин учебного плана. Изучается в VII семестре IV курса.

Изучение дисциплины базируется на знаниях и умениях, полученных студентами в курсах информатики, программирования на языках высокого уровня, общих математических дисциплин, а также дискретной математики и логики. Входящие компетенции: ОК-7, ОПК-2.

Изучение дисциплины поможет студентам в написании выпускной квалификационной работы, а также последующей профессиональной деятельности.

### 4 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

*Раздел заполняется в соответствии с картами компетенций.*

<b>Формируемые компетенции</b> (код компетенции, уровень (этап) освоения) (последний – при наличии в карте компетенции)	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций</b>
<i>ПК-3 – способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности, I уровень (пороговый)</i>	<i>Знать</i> – Возможности логических и функциональных языков по моделированию предметно-ограниченного подмножества естественного языка <i>Уметь</i> *) – Использовать методы и приемы формализации задач – Использовать методы и приемы алгоритмизации поставленных задач, бинарные деревья, множества и др. <i>Владеть</i>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Навыками использования алгоритмов методов решения практических задач</li> <li>– Приемами рекурсивного программирования, реализации рекурсивных структур данных в языках логического и функционального программирования</li> </ul>
--	--

\*) результат обучения сформулирован на основании требований профессиональных стандартов:

- «Программист» №4 (приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 18 декабря 2013 г. № 679н);
- «Руководитель разработки программного обеспечения» №190 (приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 17 сентября 2014 г. № 645н).

### **5 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых:

**51 час составляет контактная работа обучающегося с преподавателем<sup>1</sup>:**

17 часов – лекционные занятия;

34 часа – практические занятия.

\_\_\_\_\_ часов – мероприятия текущего контроля успеваемости<sup>2</sup>;

**27 часов – мероприятия промежуточной аттестации<sup>4</sup> (экзамен),**

**30 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.**

### **6 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий**

<sup>1</sup> Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

<sup>2</sup> В скобках необходимо сделать уточнение, если мероприятия текущего контроля успеваемости и (или) промежуточной аттестации (например, зачет, дифференцированный зачет) проводятся в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе:											
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них <sup>3</sup>								Самостоятельная работа обучающегося, часы, из них			
		Лекционные занятия	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	...	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
<b>VI семестр Введение в функциональное и логическое программирование.</b>													
Введение в функциональное и логическое программирование. Парадигмы программирования. Основы языка Lisp.		2		4						6		15	15
Рекурсивный стиль программирования. Основная структура данных. Основные функции и предикаты работы со списками. Пустой список. Точечная пара и основное определение списка. Лямбда-выражение и лямбда-связывание.		2		4						6			
Лямбда-выражение и лямбда-связывание. Понятие функционала. Функциональная концепция суммирования и общая схема накопления. Оптимизация функционалов. Функционалы обобщения: суперпозиция и композиция. Последовательное построение блочно-структурного функционала. Функционал численного метода. Функционалы свертки и фильтрации. Отображающие функционалы. Задача символьного дифференцирования и ее применение.		2		4						6			
Функциональная абстракция данных. Обобщение рекурсивных определений суммирования. Матрицы и вектора. Комбинаторные функции. Интерфейсные функции конечных автоматов. Каррирование.		2		4						6			

3

Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

Каррирование. Частичное определение функций. Абстракция отображающих функций. Задержанные вычисления. Функции организации потоков. Бесконечные потоки. Бесконечный поток чисел Фибоначчи и простых чисел.		2		4						6		15	15
Основные понятия логического программирования: понятие логической программы. Основные конструкции. Факты, правила, дизъюнкт Хорна. Логический вывод в исчислении предикатов первого порядка. Резольвенты и понятие метода резолюций. Основной цикл исполнения программ на Прологе. Основные элементы языка Пролог. Согласование целевых утверждений, унификация.		2		4						6			
Согласование целевых утверждений, унификация. Обратимость и недетерминизм. Комбинаторные задачи. Неполные и разностные списки.		2		4						6			
Тенденции и перспективы развития методов и средств функционального и логического программирования.		3		6						9			
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u> (указывается форма проведения)**	27 <sup>4</sup>	X									X		
<b>Итого</b>		17		34						51		30	30

*\*Текущий контроль успеваемости может быть реализован в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.*

*\*\* Промежуточная аттестация может проходить как в традиционных формах (зачет, экзамен), так и в иных формах: балльно-рейтинговая система, защита портфолио, комплексный экзамен, включающий выполнение практических заданий (возможно наряду с традиционными ответами на вопросы по программе дисциплины (модуля)).*

<sup>4</sup> Часы на промежуточную аттестацию (зачет, дифференцированный зачет, экзамен и др.) указываются в случае выделения их в учебном плане.

**7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)**

**Методические указания к практическим занятиям**

Практические задачи решаются в среде Racket и SWI-Prolog. Задачи разбиты на следующие темы:

1. Введение в Racket. Загрузка системы. Цикл вычисления. Синтаксис.
2. Списковое представление данных. S-выражения. Запись S-выражений в системе программирования.
3. Функции. Функция набор - преобразование списка в множество.
4. Рекурсивные функции. Накапливающий параметр. Функции суммы и произведения.
5. Реализация функций. Различные варианты реализаций функций нахождения сумм и произведений с использованием let.
6. Lambda-выражения. Программирование функций с функциональными аргументами. Синтаксис lambda-определения.
7. Реализация функций с функциональными результатами.
8. Композиция функций.
9. Введение в систему SWI-Prolog. Загрузка системы. Интерфейс.
10. Арифметика в прологе.
11. Операторы в прологе.
12. Вычисление многочленов.
13. Механизм возврата в прологе. Задача поиска пути в лабиринте.

**Методическое обеспечение инновационных форм учебных занятий**

Проведение сравнительного анализа реализации алгоритмов с использованием функциональной и логической парадигмы и другими (там где это уместно).

**Методические указания для самостоятельной работы обучающихся и прочее**

Выполнение домашних заданий по темам практических с целью закрепления изученного материала и возможностью доработки и расширения функциональности проектов, выполняемых на практических занятиях, в рамках изучаемой дисциплины.

В ходе изучения дисциплины планируется провести 2 контрольные работы.

<b>Обозначение</b>	<b>№ раздела дисциплины</b>	<b>Наименование самостоятельных работ</b>	<b>Трудоемкость (часы)</b>
ПР-2.1	1-4	Парадигмы программирования. Основы функционального программирования. Рекурсия. Лямбда выражения.	15
ПР-2.2	3-6	Абстракция данных. Функции высшего порядка. Интерфейсы. Ленивые вычисления. Монады.	15



## 8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения

*Перечень обязательных видов учебной работы студента:*

- посещение лекционных занятий;
- ответы на теоретические вопросы на практических занятиях;
- решение практических задач и заданий на практических занятиях;
- выполнение домашних работ (проектов);
- защита домашних проектов.

В случае использования инновационных форм проведения учебных занятий<sup>5</sup> приводится перечень инновационных форм проведения учебных занятий (по видам учебных занятий).

*(сведения о наличии по дисциплине (модулю) инновационных форм проведения учебных занятий, о количестве часов по видам учебных занятий отражаются в учебном плане по образовательной программе)*

### Инновационные формы проведения учебных занятий

Семестр	Вид учебных занятий <sup>6</sup>	Используемые инновационные формы проведения учебных занятий	Количество академ. часов
VII семестр	Практические занятия	Реализация и проведение сравнительного анализа алгоритмов с использованием функциональной и логической парадигмы и другими.	5
Всего:			5

## 9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

- Перечень компетенций выпускников образовательной программы:

ПК-3 - способностью обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности.

Полная карта компетенции ПК-3 приведена в документе «Матрица формирования компетенций» по направлению бакалавриата 09.03.01 Информатика и вычислительная техника»

- Описание шкал оценивания:

При балльно-рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение всего периода обучения.

<sup>5</sup>

При разработке и реализации ОПОП ВО выпускающая кафедра должна предусмотреть применение инновационных форм учебных занятий, развивающих у обучающихся навыки командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерские качества (включая, при необходимости, проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых университетом, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

<sup>6</sup> Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

По итогам работы в семестре студент может получить максимально **70** баллов. Итоговой формой контроля в VII семестре является экзамен. На экзамене студент может набрать максимально **30** баллов.

В течение VI семестра студент может заработать баллы за следующие виды работ:

№	Вид работы	Сумма баллов
1	Работа на практических занятиях	53
2	Подготовка к контрольной работе (ПР-2.1)	15
3	Подготовка к контрольной работе (ПР-2.2)	15
4	Аудиторные занятия (посещение)	17
	Итого:	100

Если к моменту окончания семестра студент набирает от **51** до **70** баллов, то он получает допуск к экзамену.

Если студент к моменту окончания семестра набирает от **61** до **70** баллов, то он может получить автоматическую оценку «удовлетворительно». При желании повысить свою оценку, студент имеет право отказаться от автоматической оценки и сдать экзамен.

Если студент не набрал минимального числа баллов (**51** балл), то он не получает допуск к экзамену.

Соответствие рейтинговых баллов и академических оценок:

Общая сумма баллов за семестр	Итоговая оценка
86-100	Отлично
71-85	Хорошо
51-70	Допуск к экзамену
в том числе:	
61-70	Возможность получения автоматической оценки «удовлетворительно»
51-60	Только допуск к экзамену
0-50 *	Неудовлетворительно (студент не допущен к экзамену)

Текущий контроль успеваемости осуществляется в процессе выполнения практических и самостоятельных работ в соответствии с ниже приведенным графиком.

График выполнения самостоятельных работ студентами во VII семестре:

Виды работ	Недели учебного процесса																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПР-2.1		ВЗ						33									
ПР-2.2									ВЗ							33	

ВЗ – выдача задания

33 – защита задания

- Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

Компетенция ПК-3 способностью обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности<sup>7</sup>

код и формулировка компетенции

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) *	Уровень освоения компетенции **)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) ШКАЛА оценивания (критерии берутся из соответствующих карт компетенций, шкала оценивания (4 или более шагов) устанавливается в зависимости от того, какая система оценивания (традиционная или балльно-рейтинговая) применяется)					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ
		1	2	3	4	5	
Код 35 (ПК-3) <b>Знать:</b> способы организации представления информации в языках логического и функционального программирования	I - пороговый	Не знает или слабо знает способы организации представления информации в языках логического и функционального программирования. Допускает многочисленные грубые ошибки	Удовлетворительно знает способы организации представления информации в языках логического и функционального программирования. Допускает серьезные ошибки	Хорошо знает способы организации представления информации в языках логического и функционального программирования. Допускает отдельные негрубые ошибки	Демонстрирует свободное и уверенное знание способов организации представления информации в языках логического и функционального программирования. Не допускает ошибок	Не знает или слабо знает способы организации представления информации в языках логического и функционального программирования. Допускает многочисленные грубые ошибки	Устное собеседование
		Отсутствие умений	Демонстрирует частичное умение использовать знания для	Демонстрирует удовлетворительное	Демонстрирует достаточно устойчивое умение использовать	Демонстрирует устойчивое умение использовать знания для	
У4 (ПК-3) <b>Уметь:</b> использовать полу-	I - пороговый						Выполнение практического задания

<sup>7</sup> Данная таблица заполняется по каждой компетенции, формирование которой предусмотрено рабочей программой дисциплины (модуля), отдельно.

ченные теоретические знания: для получения, хранения, переработки информации; при решении различных задач с использованием специализированных программ			получения, хранения и переработки информации при решении различных задач с использованием специализированных программ. Допускает множественные грубые ошибки	умение использовать знания для получения, хранения и переработки информации при решении различных задач с использованием специализированных программ, но допускает достаточно серьезные ошибки.	знания для получения, хранения и переработки информации при решении различных задач с использованием специализированных программ, но допускает отдельные негрубые ошибки	получения, хранения и переработки информации при решении различных задач с использованием специализированных программ, не допускает ошибок.	
<i><b>В1 (ПК-3)</b></i> <i><b>Владеть:</b></i> навыками использования алгоритмов методов решения практических задач	I - пороговый	Отсутствии владения	Не владеет или демонстрирует низкий уровень владения навыками применения современных средств и информационных технологий для решения коммуникативных задач	Демонстрирует удовлетворительный уровень владения навыками применения современных технических средств и информационных технологий для решения коммуникативных задач	Демонстрирует хороший уровень владения навыками применения современных технических средств и информационных технологий для решения коммуникативных задач	Демонстрирует высокий уровень владения навыками применения современных технических средств и информационных технологий для решения коммуникативных задач	<i>Выполнение практического задания</i>

- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

#### Список вопросов к экзамену

1. Парадигмы программирования. Особенности функционального программирования.
2. Язык Лисп: Атомы. Арифметические функции. S-выражения, типы данных.
3. Язык Лисп: Логические константы и функции. Условные выражения и функции определения объектов.
4. Язык Лисп: Рекурсивные процессы. Линейная рекурсия.
5. Язык Лисп: Рекурсивные процессы. Итерация.
6. Язык Лисп: Рекурсивные процессы. Рекурсия по дереву.

7. Язык Лисп: Рекурсивные процессы. Хвостовая рекурсия.
8. Язык Лисп: Списки. Функции: CAR, CDR, LIST, APPEND, QUOTE, EVAL.
9. Язык Лисп: Списки. Точечные пары.
10. Лямбда–исчисления: определение, выражения, связывания.
11. Функции высших порядков: концепция суммирования.
12. Функции высших порядков: общая схема накопления.
13. Функционалы: суммирование и композиция.
14. Построение функционала для метода Ньютона.
15. Функционалы работы со списками: FOLDL, FOLDR, MAP, FILTER.
16. Функционал символьного дифференцирования.
17. Абстракции данных. Функционалы рациональной арифметики.
18. Интерфейсные функции. Три внутренних представления рациональных чисел.
19. Представление данных списками: неупорядоченное множество.
20. Представление данных списками: упорядоченное множество.
21. Представление данных списками: деревья.
22. Списки как стандартный интерфейс: функции суммирования.
23. Списки как стандартный интерфейс: комбинаторные функции.
24. Списки как стандартный интерфейс: конечные автоматы.
25. Частичное применение функции, каррирование.
26. Вычисления с задержкой, потоки.
27. Бесконечные потоки. Обобщение ленивых вычислений.
28. Логические основы языка Пролог. Факты, правила, дизъюнкт Хорна.
29. Понятие метода резолюции и его реализация в Прологе.
30. Язык Пролог: механизм автоматического поиска решений: прямой поиск и поиск с возвратом.
31. Язык Пролог: задача о ханойской башне.
32. Особенности программ на Прологе: область действия переменной.
33. Запись фактов и правил. Декларативная и процедурная семантика Пролога.
34. Язык Пролог: унификация, формы унификации на примере предиката равенства.
35. Язык Пролог: списки. Предикаты создания, поиска, вычеркивания и замены в списках.
36. Язык Пролог: нахождение пути в связанном неориентированном графе.
37. Язык Пролог: детерминированный конечный автомат.
38. Обратимость и недетерминизм языка Пролог: предикаты member и append.
39. Обратимость и недетерминизм языка Пролог: комбинаторные задачи на списках.

#### Варианты заданий контрольной работы (ПР-2.1)

1. Четыре парадигмы программирования.
2. Основные особенности парадигм программирования.
3. Особенности языка функционального программирования **PLT-Scheme**.
4. Определение **атома**.
5. Понятие **S-выражения** и форма записи функций.
6. Типы данных в Лисп'е и понятие «бестиповость»
7. Арифметические функции
8. Логические константы, логические операции, функции и предикаты в **PLT-Scheme**.
9. Типовые предикаты.
10. Функция условного выражения **cond**. Использование части **else** и **#t**
11. Функция условного выражения **if**.
12. Функция **define** и понятие «связывания»
13. Функция **define** и определения новых функций.
14. Рекурсивное определение факториала.
15. Рекурсивное определение Чисел Фибоначчи.
16. Рекурсивное определение наибольшего общего делителя.

17. Различие рекурсивного определения и рекурсивного процесса.
18. Пример линейного рекурсивного процесса (факториал)
19. Пример итерации (наибольший общий делитель).
20. Пример «деревянной» рекурсии (Чисел Фибоначчи).
21. Пример «хвостовой» рекурсии (факториал) и «накапливающего» параметра.
22. Определение списка как «пары скобок».
23. Функций **list**, **car**, **cdr**, **append**.
24. Определение **точечной пары** и применение функций **cons**, **car** и **cdr**.
25. Применение предикатов **pair?**, **list?** и **atom?**
26. Определение списка через понятие точечной пары.
27. Определение функции **lambda** и связывание  $\lambda$  - списка в  $\lambda$ -выражениях.
28. Применение функции **let**.

### Варианты заданий контрольной работы (ПР-2.2)

1. Понятие функции высшего порядка.
2. Функция (**sum**), выражающая функциональную концепцию суммирования.
3. Функция (**acc**), определяющая общую схему накопления.
4. Функционал, выражающий концепцию суммирования двух произвольных функций.
5. Функционал, выражающий концепцию композиции произвольных функций.
6. Функция (**squ3**), получения квадратного корня методом Герона.
7. Функция (**newton-method**), нахождения корней уравнения методом Ньютона.
8. Понятие **свертки**. Функции **foldl** и **foldr**.
9. Понятие **отображающих функций** на примере функции **map**.
10. Функция фильтрации **filter**.
11. Принцип работы функции символьного дифференцирования **diff**.
12. Принцип работы функции символьного упрощения. Пример функций упрощения.
13. Применение символьного дифференцирования в решении уравнений методом Ньютона.
14. Принцип метода абстракции данных.
15. Интерфейсные функции и их реализация в функциях **конструкторе** и **селекторе**.
16. Представление рациональных чисел точечной парой.
17. Представление рациональных чисел с помощью НОД.
18. Функциональное представление рациональных чисел.
19. Основные операции над неупорядоченными множествами.
20. Основные операции над упорядоченными множествами.
21. Представление множеств двоичными деревьями.
22. Функция свертки **tree-fold** на деревьях.
23. Понятие одноуровневого (линейного) списка, как стандартного интерфейса.
24. Методы получения линейных списков или их «спрямления».

- Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с «Положением балльно-рейтинговой системе оценки и текущем контроле успеваемости студентов», а также «Положением о промежуточной аттестации» университета «Дубна».

### 10 Ресурсное обеспечение

- **Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

#### *Основная учебная литература*

1. Кубенский, А. А. Функциональное программирование : учебник и практикум для академического бакалавриата [Электронный ресурс]/ А. А. Кубенский. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 348 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-9242-7 //

ЭБС "Юрайт". - URL:<https://biblio-online.ru/bcode/433710> (дата обращения: 19.04.2019).

Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

2. Городняя Л.В. Основы функционального программирования. Курс лекций. Учебное пособие / М.: ИНТУИТ.РУ «Интернет-университет Информационных технологий», 2004. — 280 с.

#### *Дополнительная учебная литература*

1. Зыков, С.В. Введение в теорию программирования. Функциональный подход: учебное пособие [Электронный ресурс]/ С.В. Зыков. - 2-е изд., испр. - М. : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 153 с. : ил. - (Основы информационных технологий). - Библиогр. в кн. - ISBN 5-9556-0009-4 ; // ЭБС "Университетская библиотека онлайн". - URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429119> (дата обращения: 19.04.2019). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Баженов, Р.И. Лабораторный практикум по функциональному программированию : учебно-методическое пособие [Электронный ресурс]/ Р.И. Баженов. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2017. - 91 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-9458-9 ; / ЭБС "Университетская библиотека онлайн". - URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480173> (дата обращения: 19.04.2019). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
3. Мартин, Р. Чистый код. Создание, анализ и рефакторинг : Библиотека программиста / Р. Мартин. - СПб : Питер, 2016. - 464с. : ил. - ISBN 978-5-496-00487-9.

#### • **Периодические издания**

1. Информационные технологии и вычислительные системы / Учредитель Федеральное государственное учреждение "Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" РАН"; гл. ред. С.В. Емельянов, - М.: Федеральное государственное учреждение "Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" РАН". Год основания 1995 г. Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8746>
2. Информация и безопасность / учредители: ФГБОУ Воронежский государственный технический университет; гл. ред. А.Г. Остапенко. – Воронеж.: Воронежский государственный технический университет. Журнал основан в 1998 году. Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8748>
3. Открытые системы СУБД / учредитель и издатель: ООО «Издательство «Открытые системы»; гл. ред. Д. Волков. – М.: Издательство «Открытые системы». Журнал основан в 1999 году. Сайт журнала <http://www.osp.ru/os/> Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=9826>
4. Программные продукты и системы / учредители: МНИИПУ (г.Москва), гл. редакция международного журнала «Проблемы теории и практики управления» (г. Москва), ЗАО НИИ «Центрпрограммсистем» (г. Тверь); гл. ред. С.В. Емельянов. – Тверь.: НИИ «Центрпрограммсистем». Журнал основан в 1995 году. Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=9834>; Сайт журнала [www.swsys.ru](http://www.swsys.ru)
5. Российские нанотехнологии: научный журнал / Учредитель: Федеральное агентство по науке и инновациям РФ – М.: Общество с ограниченной ответственностью Парк-медиа гл. ред. М.В.Алфимов – Журнал основан в 2006 году. – Полные электронные версии статей журнала представлены на сайте журнала <https://yandex.ru/yandsearch?&clid=2186621&text=Nanotechnologies%20in%20Russia&lr=20576>
6. Системный администратор / учредитель и издатель: Общество с ограниченной ответственностью "Издательский дом "Положевец и партнеры" гл. ред. Г. Положевец. – М.:

Общество с ограниченной ответственностью "Издательский дом "Положевец и партнеры"  
Журнал основан в 2002 году. Полные электронные версии статей журнала доступны на  
сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»:  
[https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=9973](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=9973)

• **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**  
*Электронно-библиотечные системы и базы данных*

1. ЭБС «Znaniium.com»: <http://znaniium.com/>
2. ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Юрайт»: <https://biblio-online.ru/>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <http://biblioclub.ru/>
5. Научная электронная библиотека (РУНЭБ) «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru>
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ): <http://нэб.рф/>
7. Базы данных российских журналов компании «East View»: <https://dlib.eastview.com/>

*Научные поисковые системы*

1. ArXiv.org - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии. <http://arxiv.org/>
2. Google Scholar - поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций. <https://scholar.google.ru/>
3. WorldWideScience.org - глобальная научная поисковая система, которая осуществляет поиск информации по национальным и международным научным базам данных и порталам. <http://worldwidescience.org/>
4. SciGuide - навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа. <http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi>

*Профессиональные ресурсы сети «Интернет»*

1. Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>.
2. Проект Инициативного Народного Фронта Образования - ИНФО-проект. Школа программирования Coding Craft <http://codingcraft.ru/>.
3. Портал Life-prog <http://life-prog.ru/>.
4. OpenNet [www.opennet.ru](http://www.opennet.ru).
5. Алгоритмы, методы, программы [algotlist.manual.ru](http://algotlist.manual.ru).
6. Сервер министерства высшего образования [www.informika.ru](http://www.informika.ru).

• **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости)**

Проведение лекционных занятий предполагает использование комплектов слайдов и программных презентаций по рассматриваемым темам.

Проведение практических занятий по дисциплине предполагается использование специализированных аудиторий, оснащенных персональными компьютерами, объединенными в локальную сеть и имеющих доступ к ресурсам глобальной сети Интернет. Программное обеспечение SWI-Prolog, SCHEME (лисп), ConText..

Для выполнения заданий самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются литературой, а также в определенном порядке могут получать доступ к информационным ресурсам Интернета.



Дисциплина обеспечена необходимым программным обеспечением, которое находится в свободном доступе (программы SWI-Prolog, SCHEME (лисп), ConText, свободная лицензия, код доступа не требуется).

- **Описание материально-технической базы**

Компьютерный класс (15 ПК): оборудование в собственности

### **11 Язык преподавания**

Русский