

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. **Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:**
Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____
Директор департамента _____
(подпись) (И.О.Фамилия)

II. **Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:**
Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____
Директор департамента _____
(подпись) (И.О.Фамилия)

Аннотация дисциплины

Разработка формальных языков и языковых процессоров

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы (108 часов). Дисциплина является обязательной дисциплиной вариативной части учебного плана: Б1.В.02.03. Дисциплина реализуется на 1 курсе во 2 семестре и завершается зачетом. Дисциплина содержит 18 часов лекций, 18 часов практик (18 час.в интерактивной форме); на самостоятельную работу студентов отводится 72 часа.

Цель дисциплины – изучение современных методов разработки формальных языков, принципов, технологий и инструментов разработки языковых процессоров.

Задачи:

- Изучение понятия формальный язык, современных классов языков и их характеристик.
- Изучение методов разработки формальных языков различных классов и построения их формальных моделей.
- Изучение принципов, технологий и инструментов разработки языковых процессоров.
- Разработка формального языка некоторого класса для некоторой предметной области.
- Разработка языкового процессора на основе модели языка.

Для успешного изучения дисциплины «Разработка формальных языков и языковых процессоров» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность к самоорганизации и самообразованию;
- владение основными концепциями, принципами, теориями и фактами, связанными с информатикой;
- владение архитектурой электронных вычислительных машин и систем;
- готовность применять основы информатики и программирования к проектированию, конструированию и тестированию программных продуктов;
- готовность применять основные методы и инструменты разработки программного обеспечения;
- владение навыками использования различных технологий разработки программного обеспечения.

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
организационно-управленческий	ПК-2 Способен проводить обучение пользователей программных систем	ПК-2.1 демонстрирует знание методов поиска необходимого материала для обучения пользователей программных систем	<u>Знает</u> особенности языков программирования заданного класса <u>Умеет</u> использовать формализмы при описании языка описания данных <u>Владеет</u> навыками работы в современных средах программирования.
		ПК-2.2 разрабатывает план проведения занятия, готовит презентацию и лекцию	<u>Знает</u> особенности языковых процессоров для языков заданного класса <u>Умеет</u> использовать формализмы при описании языка управления заданиями <u>Владеет</u> навыками работы в современных средах программирования
		ПК-2.3 использует информационные технологии для поиска информации, подготовки текстов и презентаций	<u>Знает</u> особенности компонентов языковых процессоров для языков заданного класса <u>Умеет</u> разрабатывать проекты языковых процессоров <u>Владеет</u> навыками работы в современных средах программирования
научно-исследовательский	ПК-7 – Способность проектировать трансляторы и интерпретаторы языков программирования	ПК-7.1. Демонстрирует знание методов проектирования трансляторов и интерпретаторов языков программирования	<u>Знает</u> о типах языковых процессоров <u>Умеет</u> разработать проект языкового процессора <u>Владеет</u> методами разработки программной системы по проекту
		ПК-7.2. Использует методы проектирования трансляторов и интерпретаторов языков программирования	<u>Знает</u> о формализмах для описания языков <u>Умеет</u> использовать формализмы при описании языка <u>Владеет</u> методами разработки программной системы по проекту
		ПК-7.3. Применяет методы проектирования языковых процессоров	<u>Знает</u> о компонентах языковых процессоров <u>Умеет</u> разработать проект компонента языкового процессора <u>Владеет</u> методами разработки программной системы по проекту

I. Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель дисциплины – изучение современных методов разработки формальных языков, принципов, технологий и инструментов разработки языковых процессоров.

Задачи:

- Изучение понятия формальный язык, современных классов языков и их характеристик.
- Изучение методов разработки формальных языков различных классов и построения их формальных моделей.
- Изучение принципов, технологий и инструментов разработки языковых процессоров.
- Разработка формального языка некоторого класса для некоторой предметной области.
- Разработка языкового процессора на основе модели языка.

Для успешного изучения дисциплины «Разработка формальных языков и языковых процессоров» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность к самоорганизации и самообразованию;
- владение основными концепциями, принципами, теориями и фактами, связанными с информатикой;
- владение архитектурой электронных вычислительных машин и систем;
- готовность применять основы информатики и программирования к проектированию, конструированию и тестированию программных продуктов;
- готовность применять основные методы и инструменты разработки программного обеспечения;
- владение навыками использования различных технологий разработки программного обеспечения.

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	ПК-2 Способен проводить обучение пользователей программных систем	ПК-2.1 демонстрирует знание методов поиска необходимого материала для	<u>Знает</u> особенности языков программирования заданного класса <u>Умеет</u> использовать формализмы при

организационно-управленческий		обучения пользователей программных систем	описании языка описания данных <i>Владеет</i> навыками работы в современных средах программирования.
		ПК-2.2 разрабатывает план проведения занятия, готовит презентацию и лекцию	<i>Знает</i> особенности языковых процессоров для языков заданного класса <i>Умеет</i> использовать формализмы при описании языка управления заданиями <i>Владеет</i> навыками работы в современных средах программирования
		ПК-2.3 использует информационные технологии для поиска информации, подготовки текстов и презентаций	<i>Знает</i> особенности компонентов языковых процессоров для языков заданного класса <i>Умеет</i> разрабатывать проекты языковых процессоров <i>Владеет</i> навыками работы в современных средах программирования
научно-исследовательский	ПК-7 – Способность проектировать трансляторы и интерпретаторы языков программирования	ПК-7.1. Демонстрирует знание методов проектирования трансляторов и интерпретаторов языков программирования	<i>Знает</i> о типах языковых процессоров <i>Умеет</i> разработать проект языкового процессора <i>Владеет</i> методами разработки программной системы по проекту
		ПК-7.2. Использует методы проектирования трансляторов и интерпретаторов языков программирования	<i>Знает</i> о формализмах для описания языков <i>Умеет</i> использовать формализмы при описании языка <i>Владеет</i> методами разработки программной системы по проекту
		ПК-7.3. Применяет методы проектирования языковых процессоров	<i>Знает</i> о компонентах языковых процессоров <i>Умеет</i> разработать проект компонента языкового процессора <i>Владеет</i> методами разработки программной системы по проекту

II. Трудоёмкость дисциплины и виды учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётных единиц (108 академических часа).

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося			Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	СР	
1	Раздел I. Формальные языки	2	9	9	72	зачёт

	и методы их разработки					
2	Раздел 2. Принципы, технологии и инструменты разработки языковых процессоров	2	9	9		
	Итого:		18	18	72	

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА **Лекционные занятия (18 час.)**

Раздел I. Формальные языки и методы их разработки (9 час.)

Тема 1. Формальные языки и их классификация, модель языка

Рассматривается понятие специализированного языка, структура языка, классификация языков, модель языка, способы представления модели языка, способы определения синтаксиса и семантики языков, порождающие и вычислительные модели.

Тема 2. Язык описания данных

Рассматривается понятие языка описания данных, методы представления языка описания данных, примеры существующих языков (SQL, ER-модель, схема данных, как вариант представления данных), достоинства и недостатки.

Тема 3. Язык описания знаний

Рассматривается понятие языка описания знаний, методы представления языка описания знаний, примеры существующих языков, использование формализма семантических сетей, фреймов при разработке моделей языков, анализируются достоинства и недостатки.

Тема 4. Язык, основанный на правилах

Рассматривается понятие языка, основанного на правилах, методы представления языка, основанного на правилах, примеры существующих языков, анализируются их достоинства и недостатки.

Тема 5. Язык спецификаций

Рассматривается понятие языка спецификаций, методы представления моделей языков спецификаций, примеры существующих языков, UML, язык предикатов первого порядка без правил вывода, язык множеств, многосортные языки предикатов, анализируются достоинства и недостатки рассмотренных языков.

Тема 6. Языки, основанные на объектно-ориентированном формализме

Рассматривается понятие языка, основанного на объектно-ориентированном формализме, методы представления языка, основанного на объектно-ориентированном формализме, примеры существующих языков и редакторов, KIF, анализируются достоинства и недостатки.

Раздел II. Принципы, технологии и инструменты разработки языковых процессоров (9 час.)

Тема 1. Языковые процессоры и их основные типы. Принципы компиляции

Рассматривается понятие языкового процессора, типы языковых процессоров, интерпретаторы, трансляторы, основные понятия компиляции, грамматики языков, классификация грамматик, структура компилятора, методы реализации компиляторов.

Тема 2. Лексический, синтаксический анализ

Рассматривается понятие лексем, особенности лексического анализа, понятие автомата, методы синтаксического анализа, синтаксическое дерево, особенности реализации методов синтаксического анализа, семантический анализ.

Тема 3. Генерация кода, оптимизация

Рассматривается понятие промежуточного представления, методы генерации кода, существующие методы оптимизации кода.

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (0 час.)

Лабораторные работы (18 час.)

Лабораторная работа №1. Классы формальных языков (1 час.)

Студентам или бригаде студентов предлагается выбрать задачу некоторой предметной области, позволяющую использовать формальный язык для ее решения. Предложенные задачи выносятся на рассмотрение круглого стола с вынесением предложений по ее усовершенствованию. Ставится задача по реализации компилятора для создаваемого языка.

Лабораторная работа №2. Описание формального языка (1 час.)

Студенты ставят задачу, с внесением изменений, предложенном на круглом столе, описывают основные объекты формального языка, свойства этих объектов, операции и отношения между ними. На неформальном языке определяются условия выполнения операций.

Лабораторная работа №3. Модель формального языка (1 час.)

Студенты описывают синтаксис выбранного языка, семантику этого языка и строят порождающую или вычислительную модель языка.

Лабораторная работа №4. Постановка задачи для компилятора (1 час.)

Студенты ставят неформальную постановку задачи для реализации программного обеспечения. Описывают требования разрабатываемой системы.

Лабораторная работа №5. Эскизное проектирование компилятора (1 час.)

Студенты разрабатывают эскизный проект будущего «классического» компилятора и принимают при этом основные проектные решения, определяя представление всех требуемых структур данных.

Лабораторная работа №6. Проектирование лексического анализатора (1 час.)

Студенты определяют классы лексем на входном языке, структуру токенов, спецификацию, проект лексического анализатора, тесты.

Лабораторная работа №7. Реализация лексического анализатора (1 час.)

Студенты реализуют разработанный лексический анализатор, отлаживают его и проходят все разработанные тесты.

Лабораторная работа №8. Проектирование синтаксического анализатора (1 час.)

Студенты определяют метод реализации синтаксического анализатора, спецификацию, прорабатывают структуры для синтаксического дерева, проект синтаксического и семантического анализатора, тесты для синтаксического и семантического анализа.

Лабораторная работа №9. Реализация синтаксического анализатора (1 час.)

Студенты реализуют разработанный синтаксический и семантический анализатор, отлаживают его и проходят все разработанные тесты.

Лабораторная работа №10. Проектирование генератора кода (1 час.)

Студенты определяют метод реализации генератора кода (в некоторых случаях интерпретатора), разрабатывают проект нижнего уровня для программной системы.

Лабораторная работа №11. Реализация генератора кода (2 час.)

Студенты реализуют разработанный генератор кода (в некоторых случаях интерпретатор), отлаживают его и проходят все разработанные тесты.

Лабораторная работа №12. Оптимизация генератора кода (2 час.)

Студенты реализуют выбранные методы оптимизации кода.

Лабораторная работа №13. Сборка, отладка и тестирование компилятора (2 час.)

Студенты осуществляют слияние разработанных программных средств, отлаживают передачу данных и управления, тестируют общую систему.

Лабораторная работа №14. Подготовка документации по разработке компилятора и оформление отчета (2 час.)

Студенты подготавливают и оформляют полный комплект документации по разработке формального языка и языкового процессора этого языка.

V. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование				
				текущий контроль	промежуточная аттестация			
1	Раздел I. Формальные языки и методы их разработки.	ПК-2.1 демонстрирует знание методов поиска необходимого материала для обучения пользователей программных систем	Знает особенности языков программирования заданного класса.	УО-4 (круглый стол), ПР-6 (лабораторная работа)	Вопросы к зачёту № 1-8			
			Умеет использовать формализмы при описании языка описания данных.	УО-4, ПР-6				
			Владеет навыками работы в современных средах программирования.	УО-4, ПР-6				
		ПК-2.2 разрабатывает план проведения занятия, готовит презентацию и лекцию	Знает особенности языковых процессоров для языков заданного класса.	УО-4, ПР-6				
			Умеет использовать формализмы при описании языка управления заданиями.	УО-4, ПР-6				
			Владеет навыками работы в современных средах программирования.	УО-4, ПР-6				
		ПК-7.1. Демонстрирует знание методов проектирования трансляторов и интерпретаторов языков программирования	Знает о типах языковых процессоров.	УО-4, ПР-6				
			Умеет разработать проект языкового процессора.	УО-4, ПР-6				
			Владеет методами разработки программной системы по проекту.	УО-4, ПР-6				
		2	Раздел II. Принципы, технологии и инструменты разработки языковых процессоров	ПК-2.3 использует информационные технологии для поиска информации, подготовки текстов и презентаций		Знает особенности компонентов языковых процессоров для языков заданного класса.	УО-4, ПР-6	Вопросы к зачёту № 9-19
						Умеет разрабатывать проекты языковых процессоров.	УО-4, ПР-6	
						Владеет навыками работы в современных средах программирования.	УО-4, ПР-6	
ПК-7.2. Использует методы проектирования трансляторов и интерпретаторов языков программирования	Знает о формализмах для описания языков.			УО-4, ПР-6				
	Умеет использовать формализмы при описании языка.			УО-4, ПР-6				
	Владеет методами разработки программной системы по проекту.			УО-4, ПР-6				
ПК-7.3. Применяет методы проектирования языковых процессоров	Знает о компонентах языковых процессоров.			УО-4, ПР-6				
	Умеет разработать проект компонента языкового процессора.			УО-4, ПР-6				
	Владеет методами разработки программной системы по проекту.			УО-4, ПР-6				

VI. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем. Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своей специальности, опытом творческой и исследовательской деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов:

- работа с основной и дополнительной литературой, Интернет ресурсами;
- самостоятельное ознакомление с лекционным материалом, представленным на электронных носителях, в библиотеке образовательного учреждения;
- выполнение лабораторных работ;
- подготовка к зачету;
- другие виды деятельности, организуемые и осуществляемые образовательным учреждением и органами студенческого самоуправления.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Разработка формальных и языковых процессоров» включает в себя план-график выполнения самостоятельной

работы по дисциплине.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	В течение семестра	Подготовка к лабораторным занятиям, изучение литературы	56 часов	УО-4 (круглый стол) ПР-6 (лабораторная работа)
2	15-18 неделя семестра	Предоставление документации по разработке компилятора	16 часов	УО-4 (круглый стол) ПР-6 (лабораторная работа)
Итого:			72 часа	

Самостоятельная работа по дисциплине включает в себя подготовку к лабораторным работам (изучение литературы), выполнению лабораторных работ, и подготовку к промежуточной аттестации по дисциплине.

Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

VII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Серебряков, В. А. Теория и реализация языков программирования : учебное пособие / В.А. Серебряков [и др.]. – М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2021. – 372 с.
2. <http://www.iprbookshop.ru/102068.html>
3. Котляров, В. П. Основы тестирования программного обеспечения: учебное пособие / В. П. Котляров, Т. В. Коликова. – М. : Интернет-

- Университет Информационных Технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. – 285 с.
4. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:797490&theme=FEFU>
 5. Вирт, Н. Построение компиляторов / Н. Вирт // Пер. с англ. Е. В. Борисов, Л. Н. Чернышов. – М. : ДМК Пресс, 2013. – 192 с.
 6. Федосеева Л.И., Адилов Р.М., Шмоткин М.Н. Основы теории автоматов и формальных языков: учебное пособие . – Пенза : Издательство ПензГТУ, 2013. – 136 с.
 7. <https://e.lanbook.com/book/62703>

Дополнительная литература
(печатные и электронные издания)

1. Артемьева И. Л. Теория вычислительных процессов и структур. Часть 1. Языки и способы их задания. Учебно-методическое пособие. – Владивосток : Издательство Дальневосточного федерального университета, 2011. – 60 с.
2. Артемьева И.Л. Теория вычислительных процессов и структур. Часть 2. Методы синтаксического анализа программ. Учебно-методическое пособие. – Владивосток : Издательство Дальневосточного федерального университета, 2011. – 56 с.
3. Гагарина, Л. Г. Введение в теорию алгоритмических языков и компиляторов: учеб. пособие / Л. Г. Кокорева, Е. В. Кокорева. – М. : ИД ФОРУМ, 2011. – 176 с. <http://znanium.com/catalog/product/265617>
4. Ахо, А. Компиляторы. Принципы, технологии и инструментарий / А. Ахо, Р. Сети, Дж. Ульман. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2001. – 767 с.
<http://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:334968&theme=FEFU>
5. Шульга, Т. Э. Теория автоматов и формальных языков : учебное пособие / Т. Э. Шульга. – Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2015. – 104 с. <http://www.iprbookshop.ru/76519.html>
6. Малявко, А. А. Формальные языки и компиляторы : учебник / А. А. Малявко. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2014. – 431 с.
<http://www.iprbookshop.ru/47725.html>
7. Ахо, А. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции. Синтаксический анализ / А. Ахо, Дж. Ульман. – М. : Книга по требованию, 2012. – 613 с.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <https://e.lanbook.com/book/66125> Залогова, Л. А. Разработка Паскаль-компилятора / Л. А. Залогова. – М. : Лаборатория знаний, 2014. – 186 с.
2. <https://e.lanbook.com/book/39992> Вирт, Н. Разработка операционной системы и компилятора. Проект Оберон / Н. Вирт, Ю. Гуткнехт. – М. : ДМК Пресс, 2012. – 560 с.
3. <http://www.coders-library.ru/> Библиотека программиста: все, что нужно для комфортной работы.

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Для составления документации используется текстовый процессор (MicrosoftWord).

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Успешное освоение дисциплины предполагает активную работу студентов на всех занятиях аудиторной формы: лекциях и лабораторных работах, выполнение аттестационных мероприятий. В процессе изучения дисциплины студенту необходимо ориентироваться на проработку лекционного материала, подготовку к лабораторным работам.

Промежуточной аттестацией по дисциплине «Разработка формальных языков и языковых процессоров» является зачет в 2 семестре.

Студент считается аттестованным по дисциплине при условии выполнения всех лабораторных работ и сдачи зачета.

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень программного обеспечения:

Лицензионное программное обеспечение:

AutoCAD;

Autodesk 3DS Max;
Microsoft Visio;
SPSS Statistics Premium Campus Edition;
MathCad Education University Edition;
Microsoft Office 365;
Office Professional Plus 2019;
Photoshop CC for teams All Apps AL;
SolidWorks Campus 500;
Windows Edu Per Device 10 Education;
KOMPAS 3D;
Microsoft Teams

Свободно распространяемое программное обеспечение:

Adobe Reader DC 2015.020 - пакет программ для просмотра электронных публикаций в формате PDF:

http://www.images.adobe.com/content/dam/acom/en/legal/licenses-terms/pdf/PlatformClients_PC_WWEULA-en_US-20150407_1357.pdf;

ArgoUML - программный инструмент моделирования UML:

<http://argouml.tigris.org>;

Dia - пакет программ для создания диаграмм в виде блок-схем алгоритмов программ, древовидных схем, статических структур UML, баз данных, диаграмм сущность-связь и др. диаграмм:

https://portableapps.com/support/portable_app#using;

DiagramDesigner - пакет программ для создания потоковых диаграмм, диаграмм классов UML, иллюстраций и др. диаграмм:

<https://www.fosshub.com/Diagram-Designer.html#clickToStartDownload>;

IrfanView - пакет программ для просмотра (воспроизведения) графических, видео- и аудиофайлов: <http://www.irfanview.com/eula.htm>;

LibreOffice - офисный пакет:

<http://www.libreoffice.org/about-us/licenses/>;

Maxima – система для работы с символьными и численными выражениями:

<http://maxima.sourceforge.net/maximalist.html>;

Project Libre - аналог программной системы управления проектами Microsoft Project для стационарного компьютера:

<https://континентсвободы.рф:/офис/проекты/projectlibre-система-управления-проектами.html>;

Python - система программирования - динамический интерактивный объектно-ориентированный язык программирования:

<https://python.ru.uptodown.com/windows/download>;

Ramus Educational - пакет программ для разработки и моделирования бизнес-процессов в виде диаграмм IDEF0 и DFD: <https://www.obnovisoft.ru/ramus-educational>;

Scilab –система - язык программирования высокого уровня, рассчитанный на научные расчеты: <http://www.scilab.org/scilab/license>;

WhiteStarUML –программный инструмент моделирования UML, полученный из StarUML, совместимый с Windows 7-10:

<https://github.com/StevenTCramer/WhiteStarUml/blob/master/staruml/deploy/License.txt>;

WinDjView – программа для просмотра электронных публикаций в формате DJV и DjVu: <https://windjview.sourceforge.io/ru/>.

Сведения о материально-техническом обеспечении ОПОП, включая информацию о наличии оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий и самостоятельной работы обучающихся с перечнем основного оборудования, объектов физической культуры и спорта, программного обеспечения представлены в виде таблицы в Справке об МТО.