

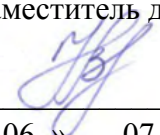
Документ подписан простой электронной подписью
Информация о документе
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич
Должность: и.о. ректора
Дата подписания: 29.03.2024 12:00:40
Уникальный программный ключ:
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ТОМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УМР



Н.В. Зонова
«_06_» __07____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины: **Современные методы оптимизации**


направление подготовки: 09.04.02 Информационные системы и технологии

направленность (профиль): Искусственный интеллект в промышленности

форма обучения: очная

Рабочая программа разработана для обучающихся по направлению подготовки 09.04.02 Информационные системы и технологии, направленность (профиль) Искусственный интеллект в промышленности

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры кибернетических систем


Руководитель образовательной программы _____  О.А. Ядрышникова

Рабочую программу разработали:

Калюжная А.В., к.т.н., доцент, факультет цифровых трансформаций, ИТМО _____ 

Никитин Н.О., к.т.н., доцент, факультет цифровых трансформаций, ИТМО _____

Рабочую программу адаптировал:

Баяк О.В., к.т.н., доцент кафедры КС, ТИУ _____ 

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является изучение современных методов оптимизации и математического моделирования в области проектирования и управления системами искусственного интеллекта, в том числе универсального искусственного интеллекта.

Задача дисциплины - помочь студентам овладеть навыками и знаниями в области современных методов оптимизации.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

Знания классических методов математического анализа, вычислительных алгоритмов и других классических методов;

Умения самостоятельно разрабатывать и использовать математические методы;

Владение оценкой применимости математических методов и алгоритмов при решении конкретных задач.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Математические основы машинного обучения» и служит основой для освоения дисциплин «Поддержка принятия решений в промышленности», «Математическое моделирование в науках о Земле», «Методы машинного обучения: геопространственные данные», а также может быть использовано для подготовки и написания ВКР.

3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине
ОПК-4. Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований	ОПК-4.3. Формулирует проблему и гипотезу исследования, выбирает методы, разрабатывает и проводит исследование	Знания: З1 - классические методы оптимизации, эволюционные алгоритмы и роевые алгоритмы, градиентные алгоритмы и другие классические методы
		Умения: У1 – самостоятельно разрабатывать и использовать современные методы оптимизации
		Владения: В1 – оценивать применимость методов и алгоритмов оптимизации для решения конкретной задачи

4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
очная	1/2	16	-	32	60	экзамен

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины/модуля		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства ¹
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Современные методы оптимизации	2	-	4	5	11	ОПК-4.3	Устный опрос, защита отчетов по лабораторным работам
2	2	Градиентные алгоритмы и другие классические методы	3	-	6	5	14	ОПК-4.3	
3	3	Эволюционные алгоритмы и роевые алгоритмы	3	-	6	5	14	ОПК-4.3	
4	4	Оптимизация с вычислительными емкими функциями	3	-	6	6	15	ОПК-4.3	
5	5	Настройка модели эволюционными алгоритмами	2	-	4	6	12	ОПК-4.3	
6	6	Суррогатное моделирование и устойчивость	3	-	6	6	15	ОПК-4.3	
7	экзамен					27	27	ОПК-4.3	Устный и/или письменный опрос
Итого:			16	-	32	60	108		

заочная форма обучения (ЗФО): не реализуется

очно-заочная форма обучения (ОЗФО): не реализуется

5.2. Содержание дисциплины

5.2.1. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Современные методы оптимизации

Классические методы оптимизации. Некоторые проблемы классических методов оптимизации

Раздел 2. Градиентные алгоритмы и другие классические методы

Некоторые проблемы градиентной оптимизации. Покоординатный спуск. Градиентный спуск. Модели машинного обучения.

Раздел 3. Эволюционные алгоритмы и роевые алгоритмы

Неградиентные методы оптимизации. Метод Монте-Карло. Метод имитации отжига. Популяционные методы. Мета-эвристические алгоритмы. Популяционные алгоритмы. Алгоритмы, «вдохновленные» природой. Методы роевого интеллекта. Метод роя частиц. Муравьиный алгоритм.

Раздел 4. Оптимизация с вычислительными емкими функциями

Решение практических оптимизационных задач. Пайплайн решения оптимизационной задачи. Оптимизация в контексте жизненного цикла модели. Постановка вычислительно сложной задачи оптимизации. Решение задач оптимизации с вычислительно емкими целевыми функциями. Переборный и интеллектуальный тюнинг. Оценка сложности вычислений. Параллельная реализация эволюционных методов. Калибровка вычислительно сложных моделей. Анализ чувствительности моделей. Многокритериальная оптимизация. Скалярное ранжирование. Гибридные методы.

Раздел 5. Настройка модели эволюционными алгоритмами

Настройка моделей. Актуальность эволюционной оптимизации. Проблемы эволюционной оптимизации.

Раздел 6. Суррогатное моделирование и устойчивость

Суррогатные методы. Применение суррогатных методов в оптимизации. Кригинг для многомерных функций. Суррогатная эволюционная оптимизация (SaEA). Динамическая суррогатная эволюционная оптимизация. Эффективность суррогатной оптимизации. Суррогатные модели. Введение в робастную оптимизацию. Оптимизация в условиях неопределенности. Устойчивость ансамблевой оптимизации. Фильтр Калмана.

5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины/ модуля	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	2	-	-	Классические методы оптимизации. Некоторые проблемы классических методов оптимизации
2	2	3	-	-	Некоторые проблемы градиентной оптимизации. Покоординатный спуск. Градиентный спуск. Модели машинного обучения
3	3	3	-	-	Неградиентные методы оптимизации. Метод Монте-Карло. Метод имитации отжига. Популяционные методы. Мета-эвристические алгоритмы. Популяционные алгоритмы. Алгоритмы, «вдохновленные» природой. Методы роевого интеллекта. Метод роя частиц. Муравьиный алгоритм
4	4	3	-	-	Решение практических оптимизационных задач. Пайплайн решения оптимизационной задачи. Оптимизация в контексте жизненного цикла модели. Постановка вычислительно сложной задачи оптимизации. Решение задач оптимизации с вычислительно емкими целевыми функциями. Переборный и интеллектуальный тюнинг. Оценка сложности вычислений. Параллельная реализация эволюционных методов. Калибровка вычислительно сложных моделей. Анализ чувствительности моделей. Многокритериальная оптимизация. Скалярное ранжирование. Гибридные методы
5	5	2	-	-	Настройка моделей. Актуальность эволюционной оптимизации. Проблемы эволюционной оптимизации
6	6	3	-	-	Суррогатные методы. Применение суррогатных методов в оптимизации. Кригинг для многомерных функций. Суррогатная эволюционная оптимизация (SaEA). Динамическая суррогатная эволюционная оптимизация. Эффективность суррогатной оптимизации. Суррогатные модели. Введение в робастную оптимизацию. Оптимизация в

					условиях неопределенности. Устойчивость ансамблевой оптимизации. Фильтр Калмана
Итого:		16	-	-	

Лабораторные работы

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины/ модуля	Объем, час.			Наименование лабораторной работы
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	4	-	-	Классические методы оптимизации, их программные реализации и область применения
2	2	6	-	-	Градиентный спуск и его модификации. Реализация классического и стохастического градиентного спуска и их применение для оптимизации гладких функций
3	3	6	-	-	Эволюционные и роевые алгоритмы. Применение современных библиотек на прикладных задачах.
4	4	3	-	-	Оценка чувствительности параметров оптимизируемой модели. Решение задачи многокритериальной оптимизации.
5	4	3	-	-	Оценка сложности вычислений. Параллельная реализация эволюционных методов
6	5	4	-	-	Калибровка математических моделей с помощью эволюционных алгоритмов. Решение задачи «black-box» оптимизации
7	6	6	-	-	Суррогатная оптимизация. Задача «deadline-driven» оптимизации
Итого:		32	-	-	

Практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены

Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины/ модуля	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОЗФО		
1	1	5	-	-	Современные методы оптимизации	Работа с конспектом лекций и учебной литературой, выполнение лабораторной работы
2	2	5	-	-	Градиентные алгоритмы и другие классические методы	Работа с конспектом лекций и учебной литературой, выполнение лабораторной работы
3	3	5	-	-	Эволюционные алгоритмы и роевые алгоритмы	Работа с конспектом лекций и учебной литературой, выполнение лабораторной работы
4	4	6	-	-	Оптимизация с вычислительными емкими функциями	Работа с конспектом лекций и учебной литературой, выполнение лабораторной работы
5	5	6	-	-	Настройка модели эволюционными алгоритмами	Работа с конспектом лекций и учебной литературой, выполнение лабораторной работы
6	6	6	-	-	Суррогатное моделирование	Работа с конспектом

					и устойчивость	лекций и учебной литературой, выполнение лабораторной работы
	Экзамен	27				Подготовка к экзамену
Итого:		60	-	-		

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Лекции проводятся в форме лекции с визуализацией и в диалоговом режиме, лабораторные работы выполняются с использованием компьютерных симуляторов и компьютерных сред моделирования.

6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены

7. Контрольные работы для заочной формы обучения

Заочная форма обучения не реализуется

8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1	Работа на лекционных занятиях	0-5
2	Выполнение лабораторных работ	0-15
3	Защита тем 1,2	0-10
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	0-30
2 текущая аттестация		
4	Работа на лекционных занятиях	0-5
6	Выполнение лабораторных работ	0-15
7	Защита тем 2,3	0-10
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	0-30
3 текущая аттестация		
8	Работа на лекционных занятиях	0-5
9	Выполнение лабораторных работ	0-15
10	Защита тем 4,5	0-10
11	Устный и/или письменный опрос	0-10
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	0-40
	ВСЕГО	0-100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- 1 Сайт ФГБОУВО ТИУ - <http://www.tyuiu.ru/>
- 2 Система поддержки дистанционного обучения Educon2 -<http://educon2.tyuiu.ru>
- 3 Электронный каталог Библиотечно-издательского комплекса -<http://webirbis.tsogu.ru/>
- 4 Электронная библиотечная система eLib -<http://elib.tsogu.ru/>
- 5 Научная электронная библиотека eLibrary.ru -<http://elibrary.ru/defaultx.asp>
- 6 ЭБС издательства «Лань» - <http://e.lanbook.com>
- 7 Официальный сайт компании «Консультант Плюс» - <http://www.consultant.ru>
- 8 Международная Электротехническая Комиссия МЭК - <http://www.iec.ch>
- 9 Международная Организация по Стандартизации ISO - <http://www.iso.org/iso.ru>
- 10 Единый портал тестирования в сфере образования - <http://www.i-exam.ru>
- 11 Открытая программная библиотека для машинного обучения для решения задач построения и тренировки нейронной сети с целью автоматического нахождения и классификации образов, достигая качества человеческого восприятия [TensorFlow](#)
- 12 Фреймворк машинного обучения для языка Python с открытым исходным кодом, созданный на базе [PyTorch](#)
- 13 Открытая библиотека, написанная на языке Python и обеспечивающая взаимодействие с искусственными нейронными сетями [KERAS](#)

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства

- 1 Python;
- 2 C++;
- 3 MathCAD, Mat Lab и др.
- 4 Visual Studio Community (свободно-распространяемое ПО)
- 5 Microsoft Windows;
- 6 Microsoft Office Professional Plus;
- 7 Zoom (свободно-распространяемое ПО);
- 8 Skype (свободно-распространяемое ПО).

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

Обеспеченность материально-технических условий реализации ОПОП ВО

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
	2	3	4
1	Современные методы оптимизации	Лекционные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации,	625039, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 70

	<p>Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Моноблок – 1 шт., , проектор-1 шт., , акустическая система (колонки) – 4 шт., проекционный экран – 1 шт., документ-камера – 1 шт., телевизор – 2 шт. Программное обеспечение: Microsoft Office Professional Plus; Windows, Zoom, Skype.</p>	
	<p>Лабораторные работы: Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные работы); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Компьютерный класс Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Моноблок – 15 шт., , проектор-1 шт., , акустическая система (колонки) – 2 шт., интерактивная доска – 1 шт., Программное обеспечение: Python; C++; MathCAD, Mat Lab и др., Visual Studio Community (свободно распространяемое ПО), Microsoft Windows; Microsoft Office Professional Plus; Zoom (свободно-распространяемое ПО); Skype (свободно-распространяемое ПО).</p>	625039, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 70

11. Методические указания по организации СРС

11.1. Методические указания по подготовке лабораторным работам

На лабораторных работах обучающиеся изучают методику и выполняют лабораторные работы. Задание к лабораторным работам обучающиеся получают индивидуально. Для эффективной работы обучающиеся должны иметь доступ к компьютерам или другой вычислительной технике. В процессе подготовки к лабораторным работам обучающиеся могут прибегать к консультациям преподавателя. Наличие конспекта лекций на лабораторных работах **ОБЯЗАТЕЛЬНО!** Более подробно порядок выполнения заданий изложен в следующих методических указаниях:

1	Современные методы оптимизации	печ.	Методические указания по выполнению лабораторных работ, Тюмень, ТИУ, 2022 г.	21 с.
---	--------------------------------	------	--	-------

11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающихся заключается в получении заданий (тем) у преподавателя для индивидуального освоения. Преподаватель на занятии дает рекомендации, необходимые для освоения материала. В ходе самостоятельной работы обучающиеся должны выполнить задания на компьютере с помощью пакетов прикладных программ, изучить теоретический материал по разделам. Обучающиеся должны понимать содержание выполненной работы (знать определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина, используемого в работе и т.п.). Более подробно порядок выполнения заданий изложен в следующих методических указаниях:

1	Современные методы оптимизации	печ.	Методические указания по организации	26 с.
---	--------------------------------	------	--------------------------------------	-------

			самостоятельной работы, Тюмень, ТИУ, 2022 г.	
--	--	--	--	--

Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина/модуль Современные методы оптимизации

Код, направление подготовки: 09.04.02 Информационные системы и технологии

Направленность (профиль): Искусственный интеллект в промышленности

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
ОПК-4.	ОПК-4.3. Формулирует проблему и гипотезу исследования, выбирает методы, разрабатывает и проводит исследование	Знать: З1 - классические методы оптимизации, эволюционные алгоритмы и роевые алгоритмы, градиентные алгоритмы и другие классические методы	Не знает классические методы оптимизации, эволюционные алгоритмы и роевые алгоритмы, градиентные алгоритмы и другие классические методы	Знает частично классические методы оптимизации, эволюционные алгоритмы и роевые алгоритмы, градиентные алгоритмы и другие классические методы	Знает классические методы оптимизации, эволюционные алгоритмы и роевые алгоритмы, градиентные алгоритмы и другие классические методы	Знает в полном объеме классические методы оптимизации, эволюционные алгоритмы и роевые алгоритмы, градиентные алгоритмы и другие классические методы
		Уметь: У1 – самостоятельно разрабатывать и использовать современные методы оптимизации	Не умеет самостоятельно разрабатывать и использовать современные методы оптимизации	Умеет частично самостоятельно разрабатывать и использовать современные методы оптимизации	Умеет самостоятельно разрабатывать и использовать современные методы оптимизации	Умеет в полном объеме самостоятельно разрабатывать и использовать современные методы оптимизации

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
		Владеть: В1 – оценивать применимость методов и алгоритмов оптимизации для решения конкретной задачи	Не владеет оценкой применимость методов и алгоритмов оптимизации для решения конкретной задачи	Владеет частично оценкой применимость методов и алгоритмов оптимизации для решения конкретной задачи	Владеет оценкой применимость методов и алгоритмов оптимизации для решения конкретной задачи	Владеет в полной мере оценкой применимость методов и алгоритмов оптимизации для решения конкретной задачи

КАРТА
обеспеченности дисциплины (модуля) учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина: Современные методы оптимизации

Код, направление подготовки: 09.04.02 Информационные системы и технологии

Направленность (профиль): Искусственный интеллект в промышленности

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Саймон, Д. Алгоритмы эволюционной оптимизации / Д. Саймон. - Москва : ДМК Пресс, 2020. - 940 с. - ЭБС "Лань" Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/140579 https://e.lanbook.com/book/140579 https://e.lanbook.com/book/140579	ЭР	15	100	+
2	Есипов, Б. А. Методы исследования операций : учебное пособие / Б. А. Есипов. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 304 с. - ЭБС Лань. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/168876	ЭР	15	100	+
3	Островский, Г. М. Методы глобальной оптимизации сложных систем : учебное пособие / Г. М. Островский, Ю. М. Волин. - Москва : Издательский Дом МИСиС, 2005. - 104 с. - ЭБС "IPR BOOKS". - ISBN 2227-8397 : ~Б. ц. - Текст : непосредственный. Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/98198.html	ЭР	15	100	+
4	Черняк, Аркадий Александрович Методы оптимизации: теория и алгоритмы : учебное пособие для вузов / А. А. Черняк, С. А. Богданович, Ж. А. Черняк, Ю. М. Метельский. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2020. - 357 с. - (Высшее образование). - ЭБС "Юрайт". Режим доступа: https://urait.ru/bcode/453567	ЭР	15	100	+
5	Методы оптимизации. Задачник : учебное пособие для вузов / В. В. Токарев, А. В. Соколов, Л. Г. Егорова, П. А. Мышкис. - Москва : Юрайт, 2020. - 292 с. - (Высшее образование). - ЭБС "Юрайт" Режим доступа: https://urait.ru/bcode/456290	ЭР	15	100	+
6	Валуев, А. М. Дискретные задачи оптимизации в экономике, планировании и управлении : учебное пособие / А. М. Валуев. - Москва : Издательский Дом МИСиС, 2014. - 135 с. - ЭБС "IPR BOOKS". - ISBN 2227-8397 : Текст : непосредственный.	ЭР	15	100	+

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
7	Ахмадиев, Ф. Г. Математическое моделирование и методы оптимизации : учебное пособие / Ф. Г. Ахмадиев, Р. М. Гильфанов. - Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. - 179 с. - URL: http://www.iprbookshop.ru/73309.html .	ЭР	15	100	+
8	Киценко, Т. П. Методология, планирование и обработка результатов эксперимента в научных исследованиях : учебно-методическое пособие / Т. П. Киценко, С. В. Лахтарина, Е. В. Егорова. - Макеевка : Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ЭБС АСВ, 2020. - 70 с. - ЭБС "IPR BOOKS". - ISBN 2227-8397 : - Текст : непосредственный.	ЭР	15	100	+
9	Жданова, Ю. И. Методы оптимизации в системной инженерии: учебное пособие / Ю. И. Жданова, А. А. Пастушков. - Москва : РТУ МИРЭА, 2021. - 216 с. - ЭБС "Лань". - Текст : непосредственный.	ЭР	15	100	+
10	Пантелеев, Е. Р. Алгоритмы и структуры данных: учебное пособие / Е. Р. Пантелеев, А. Л. Алыкова. - Иваново: ИГЭУ, 2018. - 142 с. - ЭБС "Лань". - Текст: непосредственный.	ЭР	15	100	+
11	Островский, Г. М. Методы глобальной оптимизации сложных систем: учебное пособие / Г. М. Островский, Ю. М. Волин. - Москва : Издательский Дом МИСиС, 2005. - 104 с. - ЭБС "IPR BOOKS". - ISBN 2227-8397: Текст: непосредственный.	ЭР	15	100	+
12	Островский, Г. М. Современные методы оптимизации сложных систем. Оптимизация технических систем в условиях неопределенности : учебно-методическое пособие / Г. М. Островский. - Москва: Издательский Дом МИСиС, 2007. - 127 с.	ЭР	15	100	+
13	Аттетков, А. В. Методы оптимизации: учебное пособие / А. В. Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников. - Саратов: Вузовское образование, 2018. - 272 с. - Текст: непосредственный	ЭР	15	100	+

ЭР – электронный ресурс для автор. пользователей доступен через Электронный каталог/Электронную библиотеку ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>