

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ключков Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 14.01.2025 11:22:58  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины:	<b><u>Методы оптимизации в машинном обучении</u></b>
направление подготовки:	01.04.02 Прикладная математика и информатика
направленность (профиль):	Машинное обучение и анализ данных
форма обучения:	очная/очно-заочная/заочная

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры бизнес-информатики и математики

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины заключается в овладении фундаментальными знаниями в области современных методов оптимизации и их использовании при решении вычислительных и прикладных задач.

Задачи дисциплины:

- изучение современных математических методов оптимизации;
- формирование умений правильного выбора или разработки метода решения оптимизационной задачи с учётом её вычислительной сложности,
- формирование умений реализации математических методов решения оптимизационных задач в виде алгоритма и программы;
- развитие у обучающихся исследовательских и аналитических навыков, творческого и интеллектуального потенциала.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

- знание основных понятий математического анализа, алгебры и геометрии, вычислительной математики;
- умение разрабатывать алгоритмы решения задач и записывать их на языке программирования;
- владение навыками использования компьютерных технологий и средств обработки информации.

Содержание дисциплины служит основой для освоения дисциплин машинное обучение и анализ данных, нейронные сети, для прохождения учебной и производственной практики.

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикаторов достижения компетенций (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-2. Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ОПК-2.1. Способен получать информацию о новых математических методах решения прикладных задач	Знать (З1) способы и источники получения информации об использовании методов оптимизации в машинном обучении
		Уметь (У1) находить информацию об использовании методов оптимизации в машинном обучении
		Владеть (В1) навыками поиска информации о методах оптимизации для решения прикладных задач машинного обучения

	ОПК-2.2. Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы для решения задач в профессиональной деятельности	Знать (З2) методы оптимизации, используемые в машинном обучении Уметь (У2) совершенствовать (модифицировать) и реализовывать методы оптимизации Владеть (В2) навыками модификации и реализации методов оптимизации в машинном обучении
ОПК-3. Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Способен анализировать проблемы и тенденции разработки математических моделей для решения задач в профессиональной деятельности	Знать (З3) проблемы и тенденции применения методов оптимизации в машинном обучении Уметь (У3) использовать актуальные проблемы и тенденции в области разработки/совершенствования методов оптимизации в своей профессиональной деятельности Владеть (В3) навыками разрешения проблем, возникающих при применении методов оптимизации в профессиональной деятельности
	ОПК-3.2. Способен разрабатывать математические модели для решения прикладных задач и их использования в профессиональной деятельности	Знать (З4) приемы адаптации методов оптимизации в соответствии с поставленной задачей Уметь (У4) разрабатывать и применять методы оптимизации для решения прикладных задач Владеть (В4) навыками разработки/совершенствования/модификации методов оптимизации для решения прикладных задач

#### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Контроль, час	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			
очная	1/1	34	-	18	56	36	Экзамен, курсовая работа
очно-заочная	1/зимняя сессия	10	-	8	117	9	Экзамен, курсовая работа
заочная	1/зимняя сессия	10	-	8	117	9	Экзамен, курсовая работа

#### 5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины/модуля.

**очная форма обучения (ОФО)**

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Основные понятия и примеры задач	2	-	-	2	4	ОПК-2.1, ОПК-2.2,	Вопросы для коллоквиума

2	2	Методы одномерной оптимизации	4	-	2	2	8	ОПК-3.1, ОПК-3.2	Вопросы для коллоквиума
3	3	Методы многомерной оптимизации	6	-	4	2	12		Вопросы для коллоквиума
4	4	Методы оптимизации с использованием глобальных верхних оценок, зависящих от параметра	4	-	2	4	10		Вопросы для коллоквиума
5	5	Методы внутренней точки	6	-	2	4	12		Вопросы для коллоквиума
6	6	Разреженные методы машинного обучения	4	-	4	4	12		Вопросы для коллоквиума
7	7	Методы отсекающих плоскостей	4	-	2	4	10		Вопросы для коллоквиума
	8	Стохастическая оптимизация	4	-	2	4	10		Вопросы для коллоквиума
7	Курсовая работа		-	-	-	30	30		Выполнение и защита курсовой работы
8	Экзамен		-	-	-	36	36	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-3.1, ОПК-3.2	Вопросы для экзамена
Итого:			34	-	18	92	144		

### очно-заочная, заочная форма обучения (ОЗФО, ЗФО)

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Основные понятия и примеры задач	-	-	-	11	11	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-3.1, ОПК-3.2	Вопросы для коллоквиума
2	2	Методы одномерной оптимизации	2	-	1	9	11		Вопросы для коллоквиума
3	3	Методы многомерной оптимизации	1	-	1	10	12		Вопросы для коллоквиума
4	4	Методы оптимизации с использованием глобальных верхних оценок, зависящих от параметра	2	-	1	9	12		Вопросы для коллоквиума
5	5	Методы внутренней точки	1	-	1	10	12		Вопросы для коллоквиума
6	6	Разреженные методы машинного обучения	2	-	2	8	12		Вопросы для коллоквиума
7	7	Методы отсекающих плоскостей	1	-	1	10	12		Вопросы для коллоквиума
8	8	Стохастическая оптимизация	1	-	1	10	12		Вопросы для коллоквиума
7	Курсовая работа			-	-	40	40	Выполнение и защита курсовой работы	
8	Экзамен		-	-	-	9	9	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-3.1,	Вопросы для экзамена

							ОПК-3.2	
	Итого:	10	-	8	126	144		

## 5.2. Содержание дисциплины.

### 5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

Раздел 1. «Основные понятия и примеры задач». Градиент и гессиан функции многих переменных, их свойства, необходимые и достаточные условия безусловного экстремума; Матричные разложения, их использование для решения СЛАУ; Структура итерационного процесса в оптимизации, понятие оракула, критерии останова; Глобальная и локальная оптимизация, скорости сходимости итерационных процессов оптимизации; Примеры оракулов и задач машинного обучения со «сложной» оптимизацией.

Раздел 2. «Методы одномерной оптимизации». Минимизация функции без производной: метод золотого сечения, метод парабол; Гибридный метод минимизации Брента; Методы решения уравнения: метод деления отрезка пополам, метод секущей; Минимизация функции с известной производной: кубическая аппроксимация и модифицированный метод Брента; Поиск ограничивающего сегмента; Условия Армихо-Голдштайна-Вольфа для неточного решения задачи одномерной оптимизации; Неточные методы одномерной оптимизации, backtracking..

Раздел 3. «Методы многомерной оптимизации». Методы линейного поиска и доверительной области; Метод градиентного спуска: наискорейший спуск, спуск с неточной одномерной оптимизацией, скорость сходимости метода для сильно-выпуклых функций с липшицевым градиентом, зависимость от шкалы измерений признаков; Сходимость общего метода линейного поиска с неточной одномерной минимизацией; Метод Ньютона: схема метода, скорость сходимости для выпуклых функций с липшицевым гессианом, подбор длины шага, способы коррекции гессиана до положительно-определённой матрицы; Метод сопряженных градиентов для решения систем линейных уравнений, скорость сходимости метода, предобуславливание; Метод сопряженных градиентов для оптимизации неквадратичных функций, стратегии рестарта, зависимость от точной одномерной оптимизации; Неточный (безгессианный) метод Ньютона: схема метода, способы оценки произведения гессиана на вектор через вычисление градиента; Применение неточного метода Ньютона для обучения линейного классификатора и нелинейной регрессии, аппроксимация Гаусса-Ньютона и адаптивная стратегия Levenberg-Marquardt; Квазиньютоновские методы оптимизации: DFP, BFGS и L-BFGS.

Раздел 4. «Методы оптимизации с использованием глобальных верхних оценок, зависящих от параметра». Вероятностная модель линейной регрессии с различными регуляризациями: квадратичной, L1, Стьюдента; Идея метода оптимизации, основанного на использовании глобальных оценок, сходимость; Пример применения метода для обучения LASSO; Построение глобальных оценок с помощью неравенства Йенсена, EM-алгоритм, его применение для вероятностных моделей линейной регрессии; Построение оценок с помощью касательных и

замены переменной; Оценка Jaakkola-Jordan для логистической функции, оценки для распределений Лапласа и Стьюдента; Применение оценок для обучения вероятностных моделей линейной регрессии; Выпукло-вогнутая процедура, примеры использования.

Раздел 5. «Методы внутренней точки». Необходимые и достаточные условия оптимальности в задачах условной оптимизации, условия Куна-Таккера и условия Джона, соотношение между ними; Выпуклые задачи условной оптимизации, двойственная функция Лагранжа, двойственная задача оптимизации; Решение задач условной оптимизации с линейными ограничениями вида равенство, метод Ньютона; Прямо-двойственный метод Ньютона, неточный вариант метода; Метод логарифмических барьерных функций; Методы первой фазы; Прямо-двойственный метод внутренней точки; Использование методов внутренней точки для обучения SVM.

Раздел 6. «Разреженные методы машинного обучения». Модели линейной/логистической регрессии с регуляризациями L1 и L1/L2; Понятие субградиента выпуклой функции, его связь с производной по направлению, необходимое и достаточное условие экстремума для выпуклых негладких задач безусловной оптимизации; Метод наискорейшего субградиентного спуска; Проксимальный метод; Метод покоординатного спуска и блочной покоординатной оптимизации.

Раздел 7. «Методы отсекающих плоскостей». Понятие отделяющего оракула, базовый метод отсекающих плоскостей (cutting plane); Надграфная форма метода отсекающих плоскостей; Bundle-версия метода отсекающих плоскостей, зависимость от настраиваемых параметров; Применение bundle-метода для задачи обучения SVM; Добавление эффективной процедуры одномерного поиска; Реализация метода с использованием параллельных вычислений и в условиях ограничений по памяти.

Раздел 8. «Стохастическая оптимизация». Общая постановка задачи стохастической оптимизации, пример использования; Задачи минимизации среднего и эмпирического риска; Метод стохастического градиентного спуска, две фазы итерационного процесса, использование усреднения и инерции; Стохастический градиентный спуск как метод оптимизации и как метод обучения; Метод SAG; Применение стохастического градиентного спуска для SVM (алгоритм PEGASOS).

### 5.2.2. Содержание дисциплины/модуля по видам учебных занятий.

#### Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ОЗФО	ЗФО	
1	1	2	-	-	Основные понятия и примеры задач

2	2	4	2	2	Методы одномерной оптимизации
3	3	6	1	1	Методы многомерной оптимизации
4	4	4	2	2	Методы оптимизации с использованием глобальных верхних оценок, зависящих от параметра
5	5	6	1	1	Методы внутренней точки
6	6	4	2	2	Разреженные методы машинного обучения
7	7	4	1	1	Методы отсекающих плоскостей
8	8	4	1	1	Стохастическая оптимизация
Итого:		34	10	10	

### Практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

### Лабораторные работы

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема занятия
		ОФО	ОЗФО	ЗФО	
1	2	2	1	1	Методы одномерной оптимизации
2	3	4	1	1	Методы многомерной оптимизации
3	4	2	1	1	Методы оптимизации с использованием глобальных верхних оценок, зависящих от параметра
4	5	2	1	1	Методы внутренней точки
5	6	4	2	2	Разреженные методы машинного обучения
6	7	2	1	1	Методы отсекающих плоскостей
7	8	2	1	1	Стохастическая оптимизация
Итого:		18	8	8	

### Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ОЗФО	ЗФО		
1	1	2	11	11	Основные понятия и примеры задач	Задание на лабораторную работу, вопросы для защиты
2	2	2	9	9	Методы одномерной оптимизации	Задание на лабораторную работу, вопросы для защиты
3	3	2	10	10	Методы многомерной оптимизации	Задание на лабораторную работу, вопросы для защиты
4	4	4	9	9	Методы оптимизации с использованием глобальных верхних оценок, зависящих от параметра	Задание на лабораторную работу, вопросы для защиты
5	5	4	10	10	Методы внутренней точки	Задание на лабораторную работу, вопросы для защиты
6	6	4	8	8	Разреженные методы машинного обучения	Задание на лабораторную работу, вопросы для защиты
7	7	4	10	10	Методы отсекающих плоскостей	Задание на лабораторную работу, вопросы для защиты
8	8	4	10	10	Стохастическая оптимизация	Задание на лабораторную работу, вопросы для защиты

9	1-8	30	40	40	Тематика курсовых проектов представлена в разделе №6	Написание курсового проекта
10	1-8	36	9	9	1-8	Подготовка к экзамену
Итого:		92	126	126		

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

- ИКТ – технологии (визуализация учебного материала в PowerPoint в диалоговом режиме);
- обучение в сотрудничестве (коллективная, групповая работа);
- технология проблемного обучения;
- индивидуальные задания.

## **6. Тематика курсовых работы**

1. Неточные методы одномерной оптимизации в машинном обучении.
2. Методы линейного поиска в машинном обучении.
3. Метод сопряженных градиентов для решения систем линейных уравнений, скорость сходимости метода, предобуславливание.
4. Метод сопряженных градиентов для оптимизации неквадратичных функций;
5. Идея метода оптимизации, основанного на использовании глобальных оценок, сходимость.
6. Применение оценок для обучения вероятностных моделей линейной регрессии.
7. Метод логарифмических барьерных функций, поиск допустимой стартовой точки в машинном обучении.
8. Метод наискорейшего субградиентного спуска в машинном обучении.
9. Базовый метод отсекающих плоскостей в машинном обучении.
10. Комбинированный метод Брента в машинном обучении.
11. Методы оптимизации для разреженных линейных моделей в машинном обучении.
12. Оптимизация с помощью глобальных верхних оценок, зависящих от параметра

## **7. Контрольные работы**

- Не предусмотрено.

## **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/очно-заочной/заочной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1	Коллоквиум №1	20
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	20
2 текущая аттестация		
2	Коллоквиум №2	40
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	40
3 текущая аттестация		
2	Коллоквиум №3	40
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	40
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

### Распределение баллов при оценке курсовой работы

Таблица 8.2

№ п/п	Виды контрольных мероприятий текущего контроля	Количество баллов
1	Подготовительный этап (выбор темы, составление плана (графика) работ)	0-10
2	Выполнение курсовой работы	0-50
3	Оформление документов	0-15
4	Защита курсовой работы	0-25
	<b>ВСЕГО</b>	<b>0-100</b>

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины/модуля

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- Электронный каталог/Электронная библиотека ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>;
- Цифровой образовательный ресурс – библиотечная система IPR SMART — <https://www.iprbookshop.ru/>;
- Электронно-библиотечная система «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru/);
- Электронно-библиотечная система «Лань» [https://e.lanbook.com](https://e.lanbook.com/);
- Образовательная платформа ЮРАЙТ [www.urait.ru](http://www.urait.ru/);
- Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU [http://www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru/);
- Национальная электронная библиотека (НЭБ);
- ЭКБСОН – информационная система доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки;
- Библиотеки нефтяных вузов России:
  - Электронная нефтегазовая библиотека РГУ нефти и газа им. Губкина <http://elib.gubkin.ru/>;
  - Электронная библиотека Уфимского государственного нефтяного технического университета <http://bibl.rusoil.net/>;

- Библиотечно-информационный комплекс Ухтинского государственного технического университета УГТУ <http://lib.ugtu.net/books>;

- Электронная справочная система нормативно-технической документации «Технорматив».

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

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office Professional Plus;
- Mathcad 14.0;
- Python (свободно-распространяемое ПО).

### 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля

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

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	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
Методы оптимизации в машинном обучении	Лекционные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья. Моноблок - 1 шт., проектор - 1 шт., проекционный экран - 1 шт., акустическая система (колонки) - 4 шт., микрофон - 1 шт., документ-камера - 1 шт., телевизор - 2 шт.	625039, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 70
	Лабораторные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторных занятий); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья. Моноблоки, проектор - 1 шт., проекционный экран - 1 шт., акустическая система (колонки) - 4 шт.,	625039, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 70

## **11. Методические указания по организации СРС**

### 11.1. Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям.

Лабораторные занятия способствуют углублённому изучению дисциплины и служат основной формой подведения итогов самостоятельной работы обучающихся. Основная цель лабораторных занятий заключается не только углубить и закрепить теоретические знания, но и сформировать практические компетенции, необходимые будущим специалистам.

На лабораторных занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию:

1. Проработать конспект лекций;
2. Изучить рекомендованную литературу;
3. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю
4. После выполнения лабораторной работы оформит отчет и подготовиться к защите.

### 11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа является одной из важнейших форм изучения любой дисциплины. Она позволяет систематизировать и углубить теоретические знания, закрепить умения и навыки, способствует развитию умений пользоваться научной и учебно-методической литературой. Познавательная деятельность в процессе самостоятельной работы требует от студента высокого уровня активности и самоорганизованности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов представляет собой логическое продолжение аудиторных занятий. Затраты времени на выполнение этой работы регламентируются рабочим учебным планом. Режим работы выбирает сам обучающийся в зависимости от своих способностей и конкретных условий.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Самостоятельная работа включает в себя работу с конспектом лекций, изучение и конспектирование рекомендуемой литературы, подготовка мультимедиа-сообщений/докладов, подготовка реферата, тестирование, решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, подготовка к деловым играм, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, научно-исследовательскую работу и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

**Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания**

**Дисциплина:** Методы оптимизации в машинном обучении

**Код, направление подготовки:** 01.04.02 Прикладная математика и информатика

**Направленность (профиль):** Машинное обучение и анализ данных

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
ОПК-2	Знать (З1) способы и источники получения информации об использовании методов оптимизации в машинном обучении	Не знает способы и источники получения информации об использовании методов оптимизации в машинном обучении	Демонстрирует частичные знания способов и источников получения информации об использовании методов оптимизации в машинном обучении	Демонстрирует достаточные знания способов и источников получения информации об использовании методов оптимизации в машинном обучении	Демонстрирует исчерпывающее знание способов и источников получения информации об использовании методов оптимизации в машинном обучении
	Уметь (У1) находить информацию об использовании методов оптимизации в машинном обучения	Не умеет находить информацию об использовании методов оптимизации в машинном обучения	Демонстрирует частичные умения находить информацию об использовании методов оптимизации в машинном обучения	Демонстрирует достаточные умения находить информацию об использовании методов оптимизации в машинном обучения	Демонстрирует исчерпывающие умения находить информацию об использовании методов оптимизации в машинном обучения
	Владеть (В1) навыками поиска информации о методах оптимизации для решения прикладных задач машинного обучения	Не владеет навыками поиска информации о методах оптимизации для решения прикладных задач машинного обучения	Демонстрирует некоторые навыки поиска информации о методах оптимизации для решения прикладных задач машинного обучения	Демонстрирует достаточные навыки поиска информации о методах оптимизации для решения прикладных задач машинного обучения	Демонстрирует исчерпывающие навыки поиска информации о методах оптимизации для решения прикладных задач машинного обучения
	Знать (З2) методы оптимизации, используемые в машинном обучении	Не знает методы оптимизации, используемые в машинном обучении	Демонстрирует частичные знания методов оптимизации, используемых в машинном обучении	Демонстрирует достаточные знания методов оптимизации, используемых в машинном обучении	Демонстрирует исчерпывающее знание методов оптимизации, используемых в машинном обучении
	Уметь (У2) совершенствовать (модифицировать) и реализовывать методы оптимизации	Не умеет совершенствовать (модифицировать) и реализовывать методы оптимизации	Демонстрирует частичные умения совершенствовать (модифицировать) и реализовывать методы оптимизации	Демонстрирует достаточные умения совершенствовать (модифицировать) и реализовывать методы оптимизации	Демонстрирует исчерпывающие умения совершенствовать (модифицировать) и реализовывать методы оптимизации

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
	Владеть (B2) навыками модификации и реализации методов оптимизации в машинном обучении	Не владеет навыками модификации и реализации методов оптимизации в машинном обучении	Демонстрирует некоторые навыки модификации и реализации методов оптимизации в машинном обучении	Демонстрирует достаточные навыки модификации и реализации методов оптимизации в машинном обучении	Демонстрирует исчерпывающие навыки модификации и реализации методов оптимизации в машинном обучении
ОПК-3	Знать (З3) проблемы и тенденции применения методов оптимизации в машинном обучении	Не знает проблемы и тенденции применения методов оптимизации в машинном обучении	Демонстрирует частичные знания проблемы и тенденции применения методов оптимизации в машинном обучении	Демонстрирует достаточные знания проблемы и тенденции применения методов оптимизации в машинном обучении	Демонстрирует исчерпывающее знание проблемы и тенденции применения методов оптимизации в машинном обучении
	Уметь (У3) использовать актуальные проблемы и тенденции в области разработки/совершенствования методов оптимизации в своей профессиональной деятельности	Не умеет использовать актуальные проблемы и тенденции в области разработки/совершенствования методов оптимизации в своей профессиональной деятельности	Демонстрирует частичные умения использовать актуальные проблемы и тенденции в области разработки/совершенствования методов оптимизации в своей профессиональной деятельности	Демонстрирует достаточные умения использовать актуальные проблемы и тенденции в области разработки/совершенствования методов оптимизации в своей профессиональной деятельности	Демонстрирует исчерпывающие умения использовать актуальные проблемы и тенденции в области разработки/совершенствования методов оптимизации в своей профессиональной деятельности
	Владеть (B3) навыками разрешения проблем, возникающих при применении методов оптимизации в профессиональной деятельности	Не владеет навыками разрешения проблем, возникающих при применении методов оптимизации в профессиональной деятельности	Демонстрирует некоторые навыки разрешения проблем, возникающих при применении методов оптимизации в профессиональной деятельности	Демонстрирует достаточные навыки разрешения проблем, возникающих при применении методов оптимизации в профессиональной деятельности	Демонстрирует исчерпывающие навыки разрешения проблем, возникающих при применении методов оптимизации в профессиональной деятельности
	Знать (З4) приемы адаптации методов оптимизации в соответствии с поставленной задачей	Не знает приемы адаптации методов оптимизации в соответствии с поставленной задачей	Демонстрирует частичные знания приемы адаптации методов оптимизации в соответствии с поставленной задачей	Демонстрирует достаточные знания приемы адаптации методов оптимизации в соответствии с поставленной задачей	Демонстрирует исчерпывающее знание приемы адаптации методов оптимизации в соответствии с поставленной задачей

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
	Уметь (У4) разрабатывать и применять методы оптимизации для решения прикладных задач	Не умеет разрабатывать и применять методы оптимизации для решения прикладных задач	Демонстрирует частичные умения разрабатывать и применять методы оптимизации для решения прикладных задач	Демонстрирует достаточные умения разрабатывать и применять методы оптимизации для решения прикладных задач	Демонстрирует исчерпывающие умения разрабатывать и применять методы оптимизации для решения прикладных задач
	Владеть (В4) навыками разработки/совершенствования/модификации методов оптимизации для решения прикладных задач	Не владеет навыками разработки/совершенствования/модификации методов оптимизации для решения прикладных задач	Демонстрирует некоторые навыки разработки/совершенствования/модификации методов оптимизации для решения прикладных задач	Демонстрирует достаточные навыки разработки/совершенствования/модификации методов оптимизации для решения прикладных задач	Демонстрирует исчерпывающие навыки разработки/совершенствования/модификации методов оптимизации для решения прикладных задач

## КАРТА

## обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

**Дисциплина:** Методы оптимизации в машинном обучении

**Код, направление подготовки:** 01.04.02 Прикладная математика и информатика

**Направленность (профиль):** Машинное обучение и анализ данных

№ 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	Аттетков, А. В. Методы оптимизации: учебное пособие / А. В. Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников. - Саратов: Вузовское образование, 2018. - 272 с. <a href="http://www.iprbookshop.ru/77664.html">http://www.iprbookshop.ru/77664.html</a>	ЭР*	15	100	+
2	Сухарев, Алексей Григорьевич. Методы оптимизации: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. - 3-е изд., испр. и доп. - М: Издательство Юрайт, 2019. - 367 с. <a href="https://urait.ru/bcode/444155">https://urait.ru/bcode/444155</a>	ЭР*	15	100	+
3	Токарев, Владислав Васильевич. Методы оптимизации: учебное пособие для вузов / В. В. Токарев. - Москва: Издательство Юрайт, 2020. - 440 с. <a href="https://urait.ru/bcode/454017">https://urait.ru/bcode/454017</a>	ЭР*	15	100	+
4	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. <a href="https://urait.ru/bcode/453567">https://urait.ru/bcode/453567</a>	ЭР*	15	100	++
5	Васильев, Федор Павлович. Методы оптимизации: учебник и практикум для вузов / Ф. П. Васильев, М. М. Потапов, Б. А. Будак, Л. А. Артемьева. - Москва: Юрайт, 2020. - 375 с. <a href="https://urait.ru/bcode/450435">https://urait.ru/bcode/450435</a>	ЭР*	15	100	+
6	Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах: учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Легова. - 4-е изд., испр. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 512 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/168850">https://e.lanbook.com/book/168850</a>	ЭР*	15	100	+

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