



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП

Е.В. Пустовалов

«17» июня 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор Школы цифровой
экономики



И.Г. Мирин

2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«МАШИННОЕ ЗРЕНИЕ»**

направления 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
Магистерская программа

«Программирование для виртуальной и дополненной реальности»

Форма подготовки очная

курс 2 семестр 3

лекции 18 час.

практические занятия 36 час.

лабораторные работы 0 час.

всего часов аудиторной нагрузки 54 час.

самостоятельная работа 18 час.

контрольные работы программой не предусмотрены

курсовая работа/проект – не предусмотрено

зачет с оценкой не предусмотрено учебным планом

экзамен – 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки/специальности 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 г. № 918.

Рассмотрена и утверждена на заседании Дирекции Школы цифровой экономики «17» июня 2019 года (протокол № 124-01-07-05).

Составитель(и): к.т.н. Ерёменко А.С., ст. пр. Кленин А.С., асс. Спорышев М.С.

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании Дирекции Школы цифровой экономики:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заместитель директора ШЦЭ

по учебной и воспитательной работе _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании Дирекции Школы цифровой экономики:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заместитель директора ШЦЭ

по учебной и воспитательной работе _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Б1.В.01.02 МАШИННОЕ ЗРЕНИЕ

Рабочая программа учебной дисциплины «Машинное зрение» предназначена для студентов, обучающихся по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника (уровень магистратуры), профиль «Программирование для виртуальной и дополненной реальности».

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов. Дисциплина реализуется на 2 курсе в 3 семестре.

Семестр	Аудиторные занятия			Самостоя- тельная работа	Форма Контроля	Всего по дисциплине	
	Лекци и	Лабора торн ые работ ы	Практич еск ие заняти я			Часы	Зачетные единицы
3 семестр	18	-	36	18	Экзамен	108	3
Всего	18	-	36	18		108	3

Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Машинное зрение» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, блока «Дисциплины (модули)» (Б1.В.01) учебного плана подготовки магистров, модуля методов и технологий программирования для виртуальной и дополненной реальности.

Знания, умения и навыки, полученные в ходе изучения дисциплины «Машинное зрение», являются необходимыми для изучения дисциплины «Разработка технологий для виртуальной и дополненной реальности» и выполнения магистерской диссертации.

Цель изучения дисциплины – формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков в области основных методов распознавания образов (в частности, изображений), методов самообучения распознаванию образов, информационных свойств коротких выборок.

Цель данной дисциплины – дать систематический обзор существующих методов распознавания образов в различных системах, изучить и освоить способы их применения для обработки информации и распознавания образов.

Задачи:

- изучение основных понятий теории распознавания образов;
- изучение основных методов распознавания образов (метод потенциальных функций, метод группового учета аргументов, полилинейные решающие правила, статистические методы распознавания, метод допустимых преобразований, структурные методы распознавания образов, распознавание динамических образов, коллективы решающих правил);
- ознакомление с методами самообучения распознаванию образов, включая статистические методы самообучения, вариационные и эвристические методы выделения компактных групп, самообучение распознаванию образов по методу смешанных распределений;
- изучение информационных свойств коротких выборок.

Для успешного изучения дисциплины «Машинное зрение» обучающимся необходимы знания по дисциплинам: “Математика”, “Теория вероятностей и математическая статистика”, “Математическая логика и теория алгоритмов”, “Программирование на языке высокого уровня”, полученные на предыдущем уровне образования (бакалавриат).

В результате данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
<p>ОПК-2. Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач</p>	<p>ОПК-2.1 Знать: современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач ОПК-2.2 Уметь: обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программные средства для решения профессиональных задач ОПК-2.3</p>

	<p>Владеть: навыками разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач</p>
<p>ПК-1 Способен применять методы машинного обучения и машинного зрения для решения прикладных задач</p>	<p>ПК-1.1 Знает: основные математические методы анализа данных и методы компьютерного моделирования; базовые алгоритмы цифровой обработки сигналов, распознавания и обработки информации; возможности современных средств цифровой обработки сигналов</p> <p>ПК-1.2 Умеет: анализировать поставленную задачу и выбирать методы и средства создания программного обеспечения для анализа, распознавания образов и обработки информации, оптимально подходящие для решения задачи; анализировать данные и оценивать требуемые знания для решения нестандартных задач с использованием различных инструментальных средств</p> <p>ПК-1.3 Владеет: навыками, методами и алгоритмами решения задач по программированию и анализу данных, распознавания образов и машинного обучения как на фундаментальном уровне, так и для конкретных предметных областей</p>
<p>ПК-3 Способен организовать разработку системного программного обеспечения</p>	<p>ПК-3.1 Знает: основные стандарты системной и программной инженерии; основные языки, средства и методы разработки программного обеспечения; устройство и принципы функционирования информационных систем; стандарты информационного взаимодействия систем; программные и аппаратные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий</p> <p>ПК-3.2 Умеет: описывать задачи и составлять график выполнения работ IT-проекта, исходя из его целей и методов их достижения; оценивать трудоемкость и бюджет разработки программных средств; идентифицировать организационные и технические риски проектов; осуществлять текущее управление группой программистов, в том числе распределение заданий, приемку программного кода, обсуждение и принятие архитектурных решений</p> <p>ПК-3.3 Владеет: методами работы с инструментами проектирования информационных систем; навыками управления разработкой программных продуктов; навыками управления проектными рисками в IT-проекте; навыками работы в распределенных командах</p>

<p>ПК-4 Способен разрабатывать приложения виртуальной и дополненной реальности</p>	<p>ПК-4.1 Знает: основные понятия в области виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности; тенденции развития и использования современных технологий AR и VR в различных направлениях и областях деятельности; основные инструменты для создания мобильных и игровых приложений, в том числе AR и VR; технологию публикации проектов на различные платформы; принципы работы и устройства аппаратных платформ компьютерной графики, виртуальной и дополненной реальности</p> <p>ПК-4.2 Умеет: разрабатывать и создавать собственные игровые, обучающие, промышленные приложения, в том числе с использованием технологий AR/VR; работать с инструментами и средами разработки; публиковать готовые проекты на различных платформах; представлять результаты своей работы как в научном, так и в маркетинговом формате</p> <p>ПК-4.3 Владеет: навыками конфигурации и настройки аппаратных устройств и средств виртуальной и дополненной реальности, в том числе носимых</p>
--	--

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия (54 часа)

Наименование тем и разделов	Часы	Семестр
Раздел I. Системное программирование	18	2
Тема 1. Введение в язык C++ Основные конструкции языка Си. Типы данных и операции. Условный оператор. Циклы. Функции.	3	2
Тема 2. Введение в язык Python Введение в программирование на языке Python. Основные алгоритмические конструкции. Элементы функционального программирования. Встроенные типы данных.	3	2
Раздел II. Математические методы машинного обучения	18	3
Тема 1. Основы машинного обучения Задача обучения с учителем и без учителя. Классификация и регрессия. Линейные модели. Обработка данных. Кросс-валидация. Подбор гиперпараметров. Визуализация данных.	3	3
Тема 2. Обработка текстов Частотный анализ, представление bag-of-words, TF-IDF и его варианты. N-граммы, byte-pair encoding. Векторные представления, семантическая интерпретация алгебраических операций. Унитарный код (One-hot encoding). Алгоритмы Word2Vec и FastText. Алгоритм GloVe*.	3	3
Раздел III. Анализ ДЗЗ методами машинного обучения	10	3
Тема 1. Google Earth Engine Использование Earthengine google для анализа спутниковой съемки. Классификатора средствами Google EarthEngine (на примере классических методов машинного обучения).	3	3
Тема 2. Последовательности изображений Анализ последовательностей изображений в Google EarthEngine. Классификатора на базе многослойного перцептрона для обработки последовательности изображений. Рекуррентные нейронные сети.	3	3
Раздел IV. Алгоритмы компьютерного зрения	8	4
Тема 1. Базовые алгоритмы Классические алгоритмы обработки изображений. Преобразование Хафа, алгоритм Кэнни.	3	4
Тема 2. Алгоритмы машинного обучения Сверточные нейронные сети. Классификация изображений. Сегментация. Локализация.	3	4

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лабораторные работы (36 часов)

Наименование тем и разделов
Раздел I. Системное программирование
Практическая работа №1 Составные типы языка Си, операторы условные, цикл. Функции. Указатели. Препроцессор.
Практическая работа №2 Стек вызова, работа с динамической памятью, время жизни переменных. Абстрактные типы данных (стек, очередь)
Практическая работа №3 Работа с динамической памятью, разбор и реализация типа данных "Очередь". Работа с многофайловым проектом, применение и практика.
Практическая работа №4 Реализация типа данных "Стек" и решение задачи корректности расставления скобок в арифметическом выражении.
Практическая работа №5 Введение в алгоритмы и структуры данных (сложность, классификации итд). Разбор процесса компиляции приложения (препроцессор, компиляция, линковщик). Разбор стандартной библиотеки Си.
Практическая работа №6 Наследование и полиморфизм.
Практическая работа №7 Шаблоны в языке C++, вывод типов, шаблонные функции, шаблонные классы, итераторы.
Практическая работа №8 Обзор стандартной библиотеки C++. Практикум студентов на языке C++. Разбор задачи
Практическая работа №9 Загрузка и установка Python. Первая программа. Знакомство со средой разработки IDLE. Синтаксис. Условный оператор if.
Практическая работа №10 Циклы. Ключевые слова, встроенные функции.
Практическая работа №11 Числа. Строки (часть 1, часть 2, форматирование). Списки (массивы). Индексы и срезы. Кортежи. Словари. Множества. Функции. Исключения и их обработка. Байтовые строки. Файлы.
Практическая работа №12 With ... as - менеджеры контекста. Документирование кода (тоже полезная вещь). Создание и подключение модулей.
Практическая работа №13 Объектно-ориентированное программирование. Инкапсуляция, наследование, полиморфизм. Перегрузка операторов. Декораторы.

Раздел II. Математические методы машинного обучения

Семинарское занятие №1.

Кросс-валидация. Подбор гиперпараметров. Визуализация данных.

Практическая работа №14.

Методы селекции: пропорционально качеству, универсальная выборка (stochastic universal sampling), с наследием (reward-based), турнир. Стратегия элитизма.

Практическая работа №15.

Методы кроссовера. Двух и многоточечный, равномерный (по подмножествам), для перестановок. Мутация. Влияние на скорость обучения.

Практическая работа №16.

Управление популяцией. Сегрегация, старение, распараллеливание. Генетическое программирование.

Практическая работа №17.

Наивный классификатор, предположение о независимости признаков. Оценка плотности распределения для числовых признаков. Алгоритмические оптимизации. Алгоритм EM.

Практическая работа №18.

Метрики: примеси Джини (Gini impurity), добавленная информация (information gain). Деревья регрессии. Метрика вариации. Непрерывные признаки. Использование главных компонент вместо признаков. Сокращение дерева (pruning). Метрики, понятие центра и представителя класса. Центроидные алгоритмы: k-means, k-medoid. Алгоритмы, основанные на плотности: DBSCAN, OPTICS. Алгоритмы, основанные на распределении: сумма гауссиан. Нечеткая кластеризация, алгоритм c-means. Метрики качества: leave-one-out, силуэт, индекс Дэвиса-Болдина (Davies-Bouldin), индекс Данна (Dunn).

Практическая работа №19.

Частотный анализ, представление bag-of-words, TF-IDF и его варианты. N-граммы, byte-pair encoding. Векторные представления, семантическая интерпретация алгебраических операций. Унитарный код (One-hot encoding). Алгоритмы Word2Vec и FastText. Алгоритм GloVe*.

Практическая работа №20.

Алгоритмы выбора признаков: на основе корреляции (CFS), взаимной информации, Relief. Метод главных компонент (PCA). Нелинейные обобщения метода главных компонент. Kernel PCA. Неотрицательное матричное разложение (NMF). Стохастическое вложение соседей с t-распределением (t-SNE).

Практическая работа №21. Задача оптимизации с ограничениями. Двойственная задача Лагранжа. Условия Каруша-Куна-Такера. Функция Лагранжа для линейного SVM. Опорный вектор. Типы опорных векторов. Kernel trick. Полиномиальное ядро. Радиально-базисное ядро (RBF). SVM для задачи регрессии.

Раздел III. Анализ ДЗЗ методами машинного обучения

Практическая работа №22.

Использование Earthengine google для анализа спутниковой съемки. Построение классификатора средствами Google EarthEngine (на примере классических методов машинного обучения).

Практическая работа №23.

Основы работы с TensorFlow. Реализация многослойного перцептрона с использованием TensorFlow.

Практическая работа №24.

Построение многослойного перцептрона в Google EarthEngine. Реализация классификатора для попиксельной обработки. Использование классических методов обработки изображений совместно с нейросетевым подходом (свертки, фильтры, описания текстур и пр.).

Практическая работа №25.

Построение сверточной сети средствами TensorFlow.

Практическая работа №26.

Анализ последовательностей изображений в Google EarthEngine. Реализация классификатора на базе многослойного перцептрона для обработки последовательности изображений.

Практическая работа №27.

Реализация “ванильной” рекуррентной нейронной сети в TensorFlow. Реализация сети LSTM в TensorFlow.

Раздел IV.

Практическая работа №28.

Написание алгоритма преобразования Хафа для прямых, кругов. Добавление оптимизации, требующих вычисления градиента на изображении.

Практическая работа №29.

Написание алгоритма преобразования Хафа для прямых, кругов. Добавление оптимизации, требующих вычисления градиента на изображении.

Практическая работа №30.

Построение многослойного перцептрона для классификации изображений. Построение небольшой архитектуры сверточной нейронной сети для классификации. Построение одной из известных архитектур нейронных сетей (AlexNet, VGG, ResNet, Inception).

Практическая работа №31.

Построение сверточной нейронной сети для задачи сегментации. Построение одной из известных архитектур (UNet).

Практическая работа №32.

Использование одной из существующих архитектур для задачи локализации объекта на изображении (RCNN, SSD, YOLO)

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Машинное зрение» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Изучение дисциплины «Машинное зрение» предусматривает:

- изучение теоретического материала в соответствии с программой, с использованием материала из списка литературы и информационно-методического обеспечения дисциплины;
- выполнение лабораторных работ;
- *текущий контроль* – учет посещения студентами занятий в течение периода обучения и оценка своевременности и качества изучения студентами темы и выполнения лабораторных работ.
- *итоговый контроль* – выведение итоговой оценки за семестр по результатам рейтинга без обязательной сдачи экзамена.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Системное программирование	ОПК - 5 ПК - 8 ПК - 9	знает	УО-1	Экзамен
			умеет	ТС	
			владеет	ПР-11	
2	Раздел II. Математические методы машинного обучения	ОПК - 5 ПК - 13 ПК - 14	знает	УО-1	Экзамен
			умеет	ТС	
			владеет	ПР-11	
3	Раздел III. Анализ ДЗЗ методами машинного обучения	ОПК - 5 ПК - 15 ПК - 18	знает	УО-1	Экзамен
			умеет	ТС	
			владеет	ПР-11	
4	Раздел IV. Алгоритмы компьютерного зрения	ОПК - 5 ПК - 8 ПК - 9 ПК - 13 ПК - 14 ПК - 15 ПК - 18	знает	УО-1	Экзамен
			умеет	ТС	
			владеет	ПР-11	

- устный опрос (УО): собеседование (УО-1), коллоквиум (УО-2); итоговая презентация (УО-3); круглый стол (УО-4);
- технические средства контроля (ТС);
- письменные работы (ПР): тесты (ПР-1), контрольные работы (ПР-2), эссе (ПР-3), рефераты (ПР-4), курсовые работы (ПР-5), научно-учебные отчеты по практикам (ПР-6), конспект (ПР-7), проект (ПР-9). Разноуровневые задачи и задания (ПР-11) и т.п.

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература (электронные и печатные издания)

1. Неделько В.М. Основы статистических методов машинного обучения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Неделько В.М.— Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 72 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45418.html>. — ЭБС «IPRbooks»
2. Коэльо, Л.П. Построение систем машинного обучения на языке Python [Электронный ресурс] / Л.П. Коэльо, В. Ричарт; пер. с англ. Слинкин А. А.. — Электрон. дан. — Москва: ДМК Пресс, 2016. — 302 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/82818>. — Загл. с экрана.
3. Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных [Электронный ресурс] / П. Флах. — Электрон. дан. — Москва: ДМК Пресс, 2015. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/69955>. — Загл. с экрана.
4. Рашка, С. Python и машинное обучение: крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более глубокого понимания методологии машинного обучения [Электронный ресурс]: руководство / С. Рашка; пер. с англ. Логунова А.В. — Электрон. дан. — Москва: ДМК Пресс, 2017. — 418 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100905>. — Загл. с экрана.
5. Шарден, Б. Крупномасштабное машинное обучение вместе с Python [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б. Шарден, Л. Массарон, А. Боскетти; пер. с англ. А. В. Логунова. — Электрон. дан. — Москва: ДМК Пресс, 2018. — 358 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105836>. — Загл. с экрана.

6. Кук, Д. Машинное обучение с использованием библиотеки H2O [Электронный ресурс] / Д. Кук; пер. с англ. Огурцова А.Б.. — Электрон. дан. — Москва: ДМК Пресс, 2018. — 250 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/97353>. — Загл. с экрана.

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Информационные аналитические системы [Электронный ресурс]: учебник / Т. В. Алексеева, Ю. В. Амириди, В. В. Дик и др.; под ред. В. В. Дика. - М.: МФПУ Синергия, 2013. - 384 с. - (Университетская серия). - ISBN 978-5-4257-0092-6, <http://www.znaniium.com/bookread.php?book=451186>
2. Домингос, П. Верховный алгоритм: как машинное обучение изменит наш мир [Электронный ресурс] Москва: Манн, Иванов и Фербер, 2016. 336 с. <https://e.lanbook.com/book/91645>.
3. Гаврилова, И.В. Основы искусственного интеллекта [Электронный ресурс]: учеб. пособие / И.В. Гаврилова, О.Е. Масленникова. Москва: ФЛИНТА, 2013. 282 с. <https://e.lanbook.com/book/44749>. 4. Ясницкий, Л.Н. Интеллектуальные системы [Электронный ресурс]: учеб. пособ./ Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2016. 224 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90254>.

Перечень ресурсов

информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Байесовские_методы_машинного_обучения_(курс_лекций)_/_2017 Д.П. Ветров - [http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Байесовские_методы_машинного_обучения_\(курс_лекций\)_/_2017_Д.П.Ветров](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Байесовские_методы_машинного_обучения_(курс_лекций)_/_2017_Д.П.Ветров)
2. Машинное обучение (курс лекций, Н.Ю. Золотых) - <http://www.uic.unn.ru/~zny/ml/>
3. Машинное_обучение_(курс_лекций_С.К.Воронцов). - [http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Машинное_обучение_\(курс_лекций%2С_К.В.Воронцов\)](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Машинное_обучение_(курс_лекций%2С_К.В.Воронцов))
4. [Курс «Введение в машинное обучение», К.В.Воронцов \(ВШЭ и Яндекс\). Хабр об этом курсе.](#)

5. [Специализация «Машинное обучение и анализ данных» \(МФТИ и Яндекс\). Хабр об этом курсе.](#)
6. [Машинное обучение \(семинары, ФУПМ МФТИ\)](#)
7. [Машинное обучение \(семинары, ВМК МГУ\)](#)
8. [Машинное обучение \(курс лекций, Н.Ю.Золотых\)](#)
9. [Машинное обучение \(курс лекций, СГАУ, С.Лисицын\)](#)

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для эффективного изучения теоретической части дисциплины необходимо:

- построить работу по освоению дисциплины в порядке, отвечающим изучению основных этапов, согласно приведенным темам лекционного материала;
- систематически проверять свои знания по контрольным вопросам и тестам;
- усвоить содержание ключевых понятий;
- активно работать с основной и дополнительной литературой по соответствующим темам;
- регулярно консультироваться с преподавателем, ведущим изучаемую дисциплину.

Для эффективного изучения практической части дисциплины настоятельно рекомендуется:

систематически выполнять подготовку к лабораторным работам по предложенным преподавателем темам;

своевременно выполнять лабораторные работы.

Варианты лабораторных работ подобраны так, что их разбор и решение способствуют пониманию теоретических положений, излагаемых лектором. Задания предлагаются по мере изучения теоретических разделов дисциплины. Студент должен ответить на любой вопрос преподавателя, касающийся выполнения лабораторных работ и контрольные вопросы по изучаемой теме.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

<p>Компьютерный класс: Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi,; Системный блок с монитором. Процессор: Intel I5-8600k 3.6Ghz, оперативная память: 32gb, жесткий диск: 1ТБ, графический ускоритель: Nvidia GTX 1080 Беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).</p> <p>Специализированное ПО: Visual Studio 2019, Eclipse, Anaconda</p>	<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, корпус G, ауд. G468</p>
---	---



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Машинное зрение»

**Направление подготовки – 09.04.01 Информатика и вычислительная
техника**

**магистерская программа «Программирование для виртуальной и дополненной
реальности»**

Форма подготовки очная

**Владивосток
2019**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Машинное зрение» включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1 семестр			54	
1	Сентябрь-декабрь	Проработка лекционного материала по конспектам и учебной литературе	10	Собеседование, опрос
2	Сентябрь-декабрь	Подготовка и выполнение лабораторных работ № 1 - 13	34	Защита лабораторных работ
3	Январь	Подготовка к экзамену	10	Экзамен
2 семестр			54	
1	Февраль-май	Проработка лекционного материала по конспектам и учебной литературе	10	Собеседование, опрос
2	Февраль-май	Подготовка и выполнение практического занятия №14 - 21	34	Защита лабораторных работ
3	Июнь	Подготовка к экзамену	10	Экзамен
3 семестр			54	
1	Сентябрь-декабрь	Проработка лекционного материала по конспектам и учебной литературе	10	Собеседование, опрос
2	Сентябрь-декабрь	Подготовка и выполнение практического занятия №22 - 27	34	Защита лабораторных работ
3	Январь	Подготовка к экзамену	10	Экзамен
4 семестр			18	
1	Февраль-март	Проработка лекционного материала по конспектам и учебной литературе	4	Собеседование, опрос
2	Февраль-март	Подготовка и выполнение практического занятия №28 - 32	10	Защита лабораторных работ
3	Апрель	Подготовка к экзамену	4	Экзамен
Итого			180	

Перечень тем для самостоятельной работы по дисциплине

1. Дайте определение объекта, образа и прецедента.
2. Приведите структурную схему системы распознавания образов.

3. Охарактеризуйте 3 способа минимизации среднего риска.
4. Дайте определение функционала риска.
5. Дайте определение функционала эмпирического риска.
6. Охарактеризуйте принцип минимизации эмпирического риска.
7. Дайте определение VC-измерения.
8. Охарактеризуйте понятие минимизации структурного риска.
9. Охарактеризуйте понятие вероятностно-корректной в смысле аппроксимации модели обучения.
10. Охарактеризуйте понятие байесовского классификатора.
11. Приведите структурные схемы байесовского классификатора на основе отношения правдоподобия и его логарифма.
12. Охарактеризуйте байесовский классификатор для Гауссовского распределения.
13. В чем заключаются сходство и различие персептрона и байесовского классификатора при решении задач классификации объектов.
14. Оптимальная гиперплоскость для линейно-разделимых образов.
15. Квадратичная оптимизация и поиск оптимальной гиперплоскости. Применение множителей Лагранжа.
16. Статистические свойства оптимальной гиперплоскости для линейно-разделимых образов.
17. Оптимальная гиперплоскость для неразделимых образов. Фиктивные переменные и множители Лагранжа.
18. В чем заключается идея машины опорных векторов для решения задачи распознавания образов?
19. Охарактеризуйте понятие ядра скалярного произведения.
20. Сформулируйте теорему Мерсера. Собственные функции и собственные значения.
21. Сформулируйте двойственную задачу условной оптимизации для машины опорных векторов.
22. Оптимальная селекция признаков.
23. Оптимальная селекция признаков на основе нейронной сети.

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студента, безусловно - один из важнейших этапов в подготовке магистров. Она приобщает студентов к исследовательской работе, обогащает опытом и знаниями, необходимыми для дальнейшего их становления как специалистов, прививает навыки работы с литературой.

Цель самостоятельной работы - систематизация, закрепление и расширение теоретических и практических знаний с использованием современных информационных технологий и литературных источников. Данная цель может быть достигнута при решении следующего круга задач:

- изучение лекционного материала;
- изучение дополнительных источников информации;
- выполнение лабораторных работ.

Теоретическое обучение предполагает самостоятельную работу с литературными источниками. Вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение, дополняют сведения, полученные на лекциях, и также являются актуальными для будущей специальности. Некоторые из вопросов традиционно изучаются в рамках других дисциплин, поэтому они вынесены на самостоятельное изучение. В этом случае цель самостоятельного изучения заключается в том, чтобы студент получил на данном этапе общее представление о вопросе. Форма отчетности по проделанной работе – включение этих вопросов в экзаменационные билеты. Другая часть самостоятельной работы сводится к подготовке и защите в течение семестра лабораторных работ.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

При затруднении изучения отдельных тем, вопросов следует обращаться за консультациями к преподавателю.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Машинное зрение»

**Направление подготовки – 09.04.01 Информатика и вычислительная
техника**

магистерская программа «Программирование для виртуальной и дополненной
реальности»

Форма подготовки очная

Владивосток
2019

Фонд оценочных средств по дисциплине «Машинное зрение» включает в себя:

- типовые контрольные задания,
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности,
- а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Результаты обучения (компетенции из ФГОС)	Знает	Умеет	Владеет
ОПК - 2 ПК - 1 ПК - 3 ПК - 4	Методы распознавания образов в различных системах; задачи, для решения которых применяются методы распознавания образов	Ставить задачи и разрабатывать алгоритмы их решения, использовать необходимые методы распознавания образов, реализовывать выбранные или разработанные алгоритмы	Математическим и алгоритмическим аппаратом, применяемым при решении задач распознавания
Эталонный	Основной и дополнительный материал, предусмотренный компетенцией, без ошибок и погрешностей	Умеет в полном объеме ...	всеми навыками, демонстрируя их не только в стандартных ситуациях, но и при решении нестандартных задач
Продвинутый	основной материал, предусмотренный компетенцией, без ошибок и погрешностей	Умеет с незначительными погрешностями ...	основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях, в том числе при решении дополнительных задач
Пороговый	большинство основных понятий, изучаемых в рамках дисциплины	Умеет с погрешностями ...	некоторыми основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях

Типовые лабораторные работы

Задача А. Градиентный спуск

Входной файл: Стандартный вход

Ограничение времени: 1 сек

Выходной файл: Стандартный выход

Ограничение памяти: 512 Мб

- **Условие**

Требуется реализовать класс на языке Python, который соответствует следующему интерфейсу.

```
class GradientOptimizer:
    def __init__(self, oracle, x0):
        self.oracle = oracle
        self.x0 = x0

    def optimize(self, iterations, eps, alpha):
        pass
```

В конструктор принимаются два аргумента — оракул, с помощью которого можно получить градиент оптимизируемой функции, а также точку, с которой необходимо начать градиентный спуск.

Метод `optimize` принимает максимальное число итераций для критерия остановки, L2-норму градиента, которую можно считать оптимальной, а также learning rate. Метод возвращает оптимальную точку.

Оракул имеет следующий интерфейс:

```
class Oracle:
    def get_func(self, x)
    def get_grad(self, x)
```

`x` имеет тип `np.array` вещественных чисел.

- **Формат выходных данных**

Код должен содержать только класс и его реализацию. Он не должен ничего выводить на экран.

Задача В. Линейная регрессия. Основы

Входной файл: Стандартный вход

Ограничение времени: 1 сек

Выходной файл: Стандартный выход

Ограничение памяти: 512 Мб

- **Условие**

Требуется реализовать следующие функции на языке Python.

```
def linear_func(theta, x) # function value
def linear_func_all(theta, X) # 1-d np.array of function values of
all rows of the matrix X
def mean_squared_error(theta, X, y) # MSE value of current regression
def grad_mean_squared_error(theta, X, y) # 1-d array of gradient by theta
```

`theta` — одномерный `np.array`

`x` — одномерный `np.array`

`X` — двумерный `np.array`. Каждая строка соответствует по размерности вектору `theta`

`y` — реальные значения предсказываемой величины

Матрица `XX` имеет размер $M \times NM \times N$. `MM` строк и `NN` столбцов.

Используется линейная функция вида: $h_{\theta}(x) = \theta_1 x_1 + \theta_2 x_2 + \dots + \theta_n x_n$

Mean squared error (MSE) как функция от θ : $J(\theta) = \frac{1}{MM} \sum_{i=1}^M (y_i - h_{\theta}(x^{(i)}))^2$

Где $x^{(i)}$ — i -я строка матрицы `XX`

Градиент функции MSE: $\nabla J(\theta) = \{\partial J \partial \theta_1, \partial J \partial \theta_2, \dots, \partial J \partial \theta_N\}$

- **Пример**

```
X = np.array([[1, 2], [3, 4], [4, 5]])
theta = np.array([5, 6])
```



```
y = np.array([1, 2, 1])
linear_func_all(theta, X) # -> array([17, 39, 50])
mean_squared_error(theta, X, y) # -> 1342.0
grad_mean_squared_error(theta, X, y) # -> array([215.33333333, 283.33333333])
```

- **Формат выходных данных**

Код должен содержать только реализацию функций.

Задача С. Найти линейную регрессию

Входной файл: Стандартный вход

Ограничение времени: 10 сек

Выходной файл: Стандартный выход

Ограничение памяти: 512 Мб

- **Условие**

Требуется реализовать функцию на языке Python, которая находит линейную регрессию заданных векторов, используя метрику MSE.

```
def fit_linear_regression(X, y) # np.array of linear regression coeffs
```

X — двумерный np.array. Каждая строка соответствует отдельному примеру.

y — реальные значения предсказываемой величины

- **Формат выходных данных**

Код должен содержать только реализацию функций.

Задача А. Распределение задач

Входной файл: input.txt

Ограничение времени: 1 сек

Выходной файл: output.txt

Ограничение памяти: 256 Мб

- **Условие**

Группа разработчиков работает над проектом. Весь проект разбит на задачи, для каждой задачи указывается ее категория сложности (1, 2, 3 или 4), а также оценочное время выполнения задачи в часах. Проект считается выполненным, если выполнены все задачи. Для каждого разработчика и для каждой категории сложности задачи указывается коэффициент, с которым, как ожидается, будет соотноситься реальное время выполнения задачи данным разработчиком к оценочному времени. Считается, что все разработчики начинают работать с проектом в одно и то же время и выделяют для работы одинаковое время. Необходимо реализовать программу, распределяющую задачи по разработчикам, с целью минимизировать время выполнения проекта (получить готовый проект за минимальный промежуток времени). Поиск решения необходимо реализовать с помощью генетического алгоритма.

- **Отправка решения и тестирование**

Данная задача будет проверяться на *ОДНОМ* входном файле. Этот файл можно скачать [ЗДЕСЬ](#).

В качестве решения принимается текстовый файл, содержащий ответ к задаче в требуемом формате (при его отправке следует выбрать в тестирующей системе среду разработки "Answer text").

Решение набирает количество баллов, вычисляемое по следующей формуле: $Score = 106 \cdot T_{max} \cdot Score = 106 \cdot T_{max}$. T_{max} — наибольшее среди всех разработчиков время, затраченное на выполнение выданных соответствующему разработчику задач.

- **Формат входного файла**

Первая строка входного файла содержит целое число NN количество задач.

Вторая строка — NN целых чисел от 1 до 4 категорий сложности задач.

Третья строка — NN вещественных положительных чисел оценочного времени для задач.

Четвертая строка – целое число MM, количество разработчиков.

Следующие MM строк содержат по 4 вещественных положительных числа — коэффициенты каждого разработчика.

- **Формат выходного файла**

Первая и единственная строка выходного файла содержит NN целых чисел w_i — номер разработчика, назначенного на i -ю задачу.

- **Ограничения**

- **Примеры тестов**

№	Входной файл (input.txt)	Выходной файл (output.txt)
1	3 1 1 4 5.2 3.4 4 2 1 1 2 5 0.7 1 1.2 1.5	1 2 2

Задача А. Логистическая регрессия. Основы

Входной файл: Стандартный вход

Ограничение времени: 1 сек

Выходной файл: Стандартный выход

Ограничение памяти: 512 Мб

- **Условие**

Требуется реализовать следующие функции на языке Python.

```
def logistic_func(theta, x) # function value
def logistic_func_all(theta, X) # 1-d np.array of function values
of all rows of the matrix X
def cross_entropy_loss(theta, X, y) # cross entropy loss value of
current regression
def grad_cross_entropy_loss(theta, X, y) # 1-d array of gradient by theta
```

theta — одномерный np.array

x — одномерный np.array

X — двумерный np.array. Каждая строка соответствует по размерности вектору theta

y — реальные значения предсказываемой величины

Матрица XX имеет размер $M \times NM \times N$. MM строк и NN столбцов.

Используется линейная функция вида: $h_0(x) = \theta_1 x_1 + \theta_2 x_2 + \dots + \theta_n x_n$

- **Формат выходных данных**

Код должен содержать только реализацию функций.

Задача В. Найти логистическую регрессию

Входной файл: Стандартный вход

Ограничение времени: 10 сек

Выходной файл: Стандартный выход

Ограничение памяти: 512 Мб

- **Условие**

Требуется реализовать функцию на языке Python, которая находит логистическую регрессию заданных векторов, используя метрику cross entropy loss.

```
def fit_logistic_regression(X, y) # np.array of logistic regression coeffs
```

X — двумерный np.array. Каждая строка соответствует отдельному примеру.

y — реальные значения предсказываемой величины

- **Формат выходных данных**

Код должен содержать только реализацию функций.

Задача A. News category

Входной файл: input.txt

Ограничение времени: 1 сек

Выходной файл: output.txt

Ограничение памяти: 256 Мб

- **Условие**

Требуется обучить модель определения категории новости. Обучающую выборку можно скачать [ЗДЕСЬ](#). Категория новости в обучающей выборке представлена столбцом `cat`.

- `HEADER` — заголовок новости
- `MEDIANAME` — название СМИ
- `WEBSITE` — вебсайт СМИ
- `PTIME` — время публикации

Для определения качества модели будет использоваться тестовая выборка, доступная [ЗДЕСЬ](#).

В тестовой выборке требуется предсказать значения столбца `cat`, соответствующие каждому тестовому примеру. Категории новостей кодируются одним символом, аналогично данным в обучающей выборке.

- **Отправка решения и тестирование**

Данная задача будет проверяться на *ОДНОМ* входном файле.

В качестве решения принимается текстовый файл, содержащий ответ к задаче в требуемом формате (при его отправке следует выбрать в тестирующей системе среду разработки "Answer text").

Решение набирает количество баллов, вычисляемое по следующей формуле: $Score = 105 \cdot AccuracyScore$. `AccuracyScore` — доля верно классифицированных новостей относительно всех новостей в тестовой выборке.

- **Формат выходного файла**

Каждая строка выходного файла должна содержать единственный символ, задающий категорию соответствующего тестового примера.

Задача A. Качество вина

Входной файл: input.txt

Ограничение времени: 1 сек

Выходной файл: output.txt

Ограничение памяти: 256 Мб

- **Условие**

Требуется обучить модель определения качества вина. Качество вина определяется по 1010-балльной шкале. В данной задаче будем использовать бинарную модель и предсказывать, "хорошее" вино или "плохое". Хорошим будем считать вино с качеством строго выше 66. Обучающую выборку можно скачать [ЗДЕСЬ](#). Качество вина представлено столбцом `quality`.

Для определения качества модели будет использоваться тестовая выборка, доступная [ЗДЕСЬ](#).

В тестовой выборке требуется предсказать значения 11 или 00, "хорошее" вино или "плохое" соответственно, для каждого примера. Оценку качества по 1010-балльной шкале предсказывать не требуется.

- **Отправка решения и тестирование**

Данная задача будет проверяться на *ОДНОМ* входном файле.

В качестве решения принимается текстовый файл, содержащий ответ к задаче в требуемом формате (при его отправке следует выбрать в тестирующей системе среду разработки "Answer text").

Решение набирает количество баллов, вычисляемое по следующей формуле: $Score=105 \cdot F1$ $Score=105 \cdot F1$.

- **Формат выходного файла**

Каждая строка выходного файла должна содержать целое число 11 или 00. Количество строк должно быть равно количеству элементов контрольной выборки.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий: собеседование, защита лабораторных работ.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

- степень усвоения теоретических знаний;

- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

- результаты самостоятельной работы.

Во время выполнения лабораторных работ преподаватель на основе серии контрольных вопросов проверяет теоретические знания студента по теме лабораторной работы. Для экзамена подготовлены 12 билетов. Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Список вопросов к экзамену в первом семестре

1. Основные конструкции языка Си. Типы данных и операции. Условный оператор. Циклы. Функции.
2. Основные алгоритмические конструкции. Элементы функционального программирования. Встроенные типы данных.
3. Составные типы языка си, операторы условные, цикл. Функции. Указатели. Препроцессор.
4. Стек вызова, работа с динамической памяти, время жизни переменных
5. Абстрактные типы данных (стек, очередь)
6. Работа с динамической памятью, разбор и реализация типа данных "Очередь". Работа с многофайловым проектом, применение и практика.

7. Реализация типа данных "Стек" и решение задачи корректности расставления скобок в арифметическом выражении.
8. Введение в алгоритмы и структуры данных (сложность, классификации итд). Разбор процесса компиляции приложения (препроцессор, компиляция, линковщик). Разбор стандартной библиотеки Си.
9. Наследование и полиморфизм.
10. Шаблоны в языке C++, вывод типов, шаблонные функции, шаблонные классы, итераторы.
11. Обзор стандартной библиотеки C++. Практикум студентов на языке C++. Разбор задачи
12. Загрузка и установка Python. Первая программа. Знакомство со средой разработки IDLE. Синтаксис. Условный оператор if.
13. Циклы. Ключевые слова, встроенные функции.
14. Числа. Строки (часть 1, часть 2, форматирование). Списки (массивы).
15. Объектно-ориентированное программирование. Инкапсуляция, наследование, полиморфизм. Перегрузка операторов. Декораторы.

Список вопросов к экзамену во втором семестре

1. Методы оптимизации. Градиентный спуск.
2. Линейная регрессия.
3. Глобальная оптимизация. Генетический алгоритм.
4. Метод ближайших соседей (k-NN)
5. Наивный байесов классификатор
6. Логистическая регрессия
7. Сигмоид. Метод наибольшего правдоподобия.
8. Деревья решений
9. Кластеризация
10. Снижение размерности
11. Метод опорных векторов (SVM)
12. Кросс-валидация. Подбор гиперпараметров. Визуализация данных.
13. Методы селекции: пропорционально качеству, универсальная выборка (stochastic universal sampling), с наследием (reward-based), турнир. Стратегия элитизма.
14. Методы кроссовера. Двух и много-точечный, равномерный (по подмножествам), для перестановок.
15. Управление популяцией. Сегрегация, старение, распараллеливание. Генетическое программирование.

16. Наивный классификатор, предположение о независимости признаков. Оценка плотности распределения для числовых признаков. Алгоритмические оптимизации. Алгоритм EM.
17. Задача оптимизации с ограничениями. Двойственная задача Лагранжа. Условия Каруша-Куна-Такера.

Список вопросов к экзамену в третьем семестре

1. Обзор основных моделей нейросетей.
2. Сверточные нейронные сети (свертки и сверточные сети; часто используемые архитектуры).
3. Рекуррентные нейросети. Обработка последовательностей и “ванильная” рекуррентная сеть;
4. Использование Earthengine google для анализа спутниковой съемки.
5. Основы работы с TensorFlow.
6. Построение многослойного перцептрона в Google EarthEngine.
7. Построение сверточной сети средствами TensorFlow.
8. Анализ последовательностей изображений в Google EarthEngine.
9. Реализация “ванильной” рекуррентной нейронной сети в TensorFlow.

Список вопросов к экзамену в четвертом семестре

1. Преобразование Хафа
2. Алгоритм Кэнни
3. Задача классификации изображений. Основные архитектуры нейронных сетей
4. Задача сегментации. Архитектура Encoder-Decoder. Основные виды нейронных сетей для задачи сегментации
5. Задача локализации. Алгоритм SSD, Алгоритм RCNN, Fast RCNN, Faster RCNN, YOLO.
6. Задача Instance Segmentation. Архитектура Mask RCNN
7. Автоэнкодеры
8. Генеративные модели.

Критерии выставления оценки студенту на зачете/экзамене

Порядок начисления рейтинговых баллов по предмету

Выполнение лабораторных работ - 100 баллов

Баллы (рейтин)	Оценка экзамена	Требования к сформированным компетенциям
-------------------	--------------------	--

говой оценки)		
85-100	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно связывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения лабораторных работ.
70-84	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении лабораторных работ вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
50-69	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении лабораторных работ.
0-49	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Правила аттестации для студентов, не набравших необходимый минимум баллов по дисциплине

Если студент, в ходе изучения дисциплины набрал 70 и более баллов, то он имеет право на выставление соответствующей оценки по экзамену без его сдачи.

Если студент набрал менее 70 баллов, то он должен сдать экзамен (экзаменационный тест). Данный тест оценивается в диапазоне от 0 до 30 баллов. Полученные баллы суммируются к уже набранным и студенту выставляется итоговая оценка.