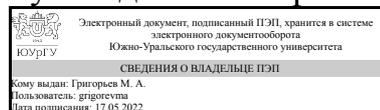


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



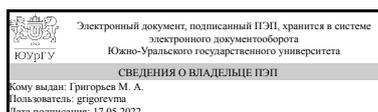
М. А. Григорьев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.08 Машинное обучение  
для направления 15.04.06 Мехатроника и робототехника  
уровень Магистратура  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Электропривод и мехатроника

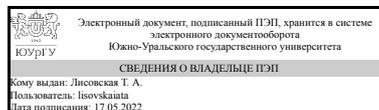
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 14.08.2020 № 1023

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



М. А. Григорьев

Разработчик программы,  
старший преподаватель



Т. А. Лисовская

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины "Машинное обучение" состоит в развитии у студентов представления о методах и алгоритмах машинного обучения и его применении в интеллектуальных системах автоматизации в промышленности. Задачами курса является ознакомление студентов с задачами, принципами, методами и подходами машинного обучения, в том числе нейросетевого моделирования; приобретение ими теоретических знаний, и практических умений и навыков в области исследования задач анализа данных и их решения методами машинного обучения. Новизна курса заключается в освоении современных, актуальных алгоритмов обработки данных.

## Краткое содержание дисциплины

В рамках курса рассматриваются алгоритмы классического машинного обучения, обучения с подкреплением, ансамблевых методов, а также структура, методы построения и принципы функционирования нейронных сетей. В процессе освоения дисциплины практические навыки будут формироваться за счёт выполнения практических и лабораторных работ. Вид промежуточной аттестации - дифференцированный зачёт.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-4 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при моделировании технологических процессов	Знает: Основы алгоритмизации, языки программирования высокого уровня. Умеет: Использовать имеющиеся программные пакеты и разрабатывать новое программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах. Имеет практический опыт: Применения современных программных средств и языков программирования высокого уровня.
ОПК-11 Способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем	Знает: Методы построения алгоритмов, основы высшей математики и математической статистики. Умеет: Разрабатывать интеллектуальные модели и алгоритмы управления для мехатронных и робототехнических систем основываясь на экспериментальных и расчётных данных. Имеет практический опыт: Применение классических методов математической статистики и/или алгоритмов искусственного интеллекта для проектирования цифровых систем.
ОПК-13 Способен использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики при формировании моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем	Знает: Методы построения математических моделей динамических явлений и случайных процессов. Умеет: Разрабатывать математические модели мехатронных и робототехнических систем с применением методов формальной логики,

	математической статистики и искусственного интеллекта, в том числе нейронных сетей. Имеет практический опыт: Использования статистических методов в процессе разработки алгоритмов программного обеспечения.
--	--

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
ФД.01 Агрегатные комплексы технических средств автоматизации, 1.О.06 Системы автоматизированного проектирования, 1.О.05 Интеллектуальные системы управления в мехатронике и робототехнике, 1.О.07 Технические средства автоматизации и управления мехатронных и робототехнических систем, Учебная практика, практика по получению первичных профессиональных умений и навыков (1 семестр)	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.07 Технические средства автоматизации и управления мехатронных и робототехнических систем	Знает: устройство основных типов технических средств автоматизации и управления, методы проектирования и расчёта отдельных блоков и устройств управления мехатронными и робототехническими систем и порядок исследований их работы Умеет: выбирать и согласовывать работу стандартных средств измерительной и вычислительной техники с целью проектирования систем автоматического управления мехатронными и робототехническими системами Имеет практический опыт: разработки проектной документации при проектировании мехатронных и робототехническими систем
1.О.05 Интеллектуальные системы управления в мехатронике и робототехнике	Знает: Методы математического моделирования технологических процессов и порядок использования стандартного и специализированного программного обеспечения для синтеза и реализации математических моделей мехатронных и робототехнических систем, Способы и средства получения и передачи информации в робототехнических и мехатронных системах и её алгоритмической обработки в подсистемах интеллектуального управления, Порядок и способы разработки цифровых алгоритмов и программ при

	<p>проектировании интеллектуальных модулей управления робототехническими и мехатронными системами. Умеет: Использовать стандартное и специализированное программное обеспечение и информационные технологии для математического моделирования процессов в мехатронных и робототехнических системах и интерпретировать результаты моделирования, Использовать методы и средства формирования структуры информационного обеспечения подсистем интеллектуального управления мехатронными и робототехническими системами, Применять методы искусственного интеллекта в разработке интеллектуальных алгоритмов управления робототехническими и мехатронными системами, а также выполнять их программную реализацию в процессе проектирования управляющих подсистем. Имеет практический опыт: Разработки математических моделей процессов в мехатронных и робототехнических системах с использованием современных информационных технологий и стандартного и специализированного программного обеспечения., Разработки систем информационного обеспечения для подсистем интеллектуального управления, включающих получение, хранение и обработку информации о состоянии элементов робототехнических и мехатронных комплексов и характеристик внешней среды., Выполнения и организации разработки интеллектуальных алгоритмов управления и их программной реализации при проектировании подсистем управления робототехническими и мехатронными системами</p>
<p>ФД.01 Агрегатные комплексы технических средств автоматизации</p>	<p>Знает: принципы функционирования современных технических средств АСУ; структуру и функциональные характеристики элементов аппаратно-программных комплексов Умеет: определять необходимый состав технических средств современного уровня АСУ с учетом их функционала, совместимостью и требуемым уровнем надежности; разрабатывать структуру и проводить интеграцию типовых программных средств программно-аппаратных комплексов Имеет практический опыт: разработки аппаратного и программного обеспечения АСУ; выбора рациональной последовательности (технологии) при создании программно-аппаратных комплексов</p>
<p>1.О.06 Системы автоматизированного проектирования</p>	<p>Знает: Стандарты, нормы и правила связанные с профессиональной деятельностью, этапность, структуру и особенности выполнения нормативно-технической документации на разработку проектов по интеграции мехатронных и робототехнических систем в автоматизированные производственные и</p>

	<p>технологические процессы, Структуру, назначение и содержание современных информационных ресурсов, используемых при проектировании электротехнической документации, Методы и программные средства автоматизированного проектирования нормативно-технической документации мехатронных и робототехнических систем</p> <p>Умеет: оценивать качество содержания и формы документированной информации на соответствие установленным требованиям стандартов, норм и правил, Использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы при разработке проекта , Применять программный инструментарий разработки технического и программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем. Имеет практический опыт: анализа и экспертизы нормативно-технической документации связанной с профессиональной деятельностью с учетом стандартов, норм и правил, Решения стандартных задач при проектировании мехатронных и робототехнических систем средствами автоматизированного проектирования с применением информационно-коммуникационных технологий, Владения методами и инструментами компьютерного проектирования мехатронных и робототехнических систем</p>
<p>Учебная практика, практика по получению первичных профессиональных умений и навыков (1 семестр)</p>	<p>Знает: назначение и применение мехатронных и роботизированных комплексов и систем на производстве, состав роботизированного комплекса, принцип работы, а также виды неисправностей и рациональные алгоритмы их устранения., Конструктивные, параметрические и эксплуатационные особенности мехатронных и робототехнических систем, автоматики и приводов. , Производственную характеристику предприятия, административную и техническую структуру энергетических служб и отделов по автоматизации; технику безопасности при ведении работ с роботами, определение безопасной зоны и ячейки и другие понятия.</p> <p>Умеет: проводить анализ неисправностей мехатронных и робототехнических модулей, их датчиков, приводов, захватов и другого аппаратного обеспечения и составлять рациональный алгоритм их устранения., Различать назначение, тип и область применения промышленных роботов и мехатронных комплексов. , Пользоваться современными компьютерными технологиями при работе с роботами (специальное ПО) и оформлении графиков и текстовой документации. Имеет</p>

	<p>практический опыт: составления табельных журналов, журналов ТОиР, актов дефектации технических устройств и другой технической документации по эксплуатации и ремонту мехатронных и робототехнических комплексов., Использования систем автоматизированного проектирования (Multisim, КОМПАС, KUKA.Sim) для составления электрических схем и конструкторских чертежей, а также для проектирования мехатронных и робототехнических комплексов., Безопасной работы при вводе в эксплуатацию и наладке аппаратного и программного обеспечения роботизированных и мехатронных ячеек.</p>
--	--

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 76,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
Общая трудоёмкость дисциплины	216	216	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	139,75	139,75	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Подготовка к диф. зачету	20,75	20.75	
Подготовка к контрольным работам	21	21	
Выполнение семестрового задания	77	77	
Подготовка к защите лабораторных работ	21	21	
Консультации и промежуточная аттестация	12,25	12,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение в машинное обучение. Основные понятия, классификации. Тенденции развития искусственного интеллекта в промышленности	4	2	2	0
2	Классическое машинное обучение	26	6	12	8
3	Обучение с подкреплением	6	2	4	0

4	Ансамблевые методы	12	2	6	4
5	Нейронные сети. Основные понятия, виды, принципы построения	16	4	8	4

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение в машинное обучение. Обзор задач, решаемых методом машинного обучения. Классификация алгоритмов машинного обучения	2
2	2	Классическое машинное обучение. Обучение с учителем. Методы математической статистики	2
3-4	2	Классическое машинное обучение. Обучение без учителя	4
5	3	Обучение с подкреплением	2
6	4	Ансамбли. Стекинг, Беггинг, Бустинг	2
7-8	5	Нейронные сети	4

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Обзор алгоритмов классического машинного обучения	2
2	2	Алгоритмы классификации. Наивный Байес.	2
3	2	Алгоритмы классификации. Логистическая регрессия	2
4	2	Алгоритмы классификации. Деревья решений	2
5	2	Алгоритмы классификации. Метод опорных векторов	2
6	2	Метод k-средних	2
7	2	Контрольная работа №1	2
8	3	Алгоритм Q-learning	2
9	3	Генетический алгоритм	2
10	4	Алгоритм Random forest	2
11-12	4	Алгоритм Gradient boosting	4
13-14	5	Свёрточные нейронные сети (CNN)	4
15	5	Рекуррентные Сети (RNN)	2
16	5	Контрольная работа №2	2

### 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Лабораторная работа №1. Классическое машинное обучение с учителем	2
2	2	Защита лабораторной работы №1	2
3	2	Лабораторная работа №2. Классическое машинное обучение без учителя	2
4	2	Защита лабораторной работы №2	2
5	4	Лабораторная работа №3. Ансамбли	2
6	4	Защита лабораторной работы №3	2
7	5	Лабораторная работа №4. Нейронные сети	2
8	5	Защита лабораторной работы №4	2

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к диф. зачету	Основная литература в электронном виде: [1] с. 21-36, 68-92, 109-181. Дополнительная литература в электронном виде: [1] с. 42-67, 107-132, 260-287, 315-355. Журналы: [1] с. 519-527	3	20,75
Подготовка к контрольным работам	Основная литература в электронном виде: [1] с. 21-56, 68-92, 109-181. Дополнительная литература в электронном виде: [1] с. 107-132, 260-287, 315-355.	3	21
Выполнение семестрового задания	Основная литература в электронном виде: [1] с. 21-36, 68-92, 109-181. Дополнительная литература в электронном виде: [1] с. 42-67, 107-132, 260-287, 315-355. Методическое пособие для СРС [1] Программное обеспечение: [1], [2] Информационно справочные системы, [1]	3	77
Подготовка к защите лабораторных работ	Основная литература в электронном виде: [1] с. 21-56, 68-92, 109-181. Дополнительная литература в электронном виде: [1] с. 107-132, 260-287, 315-355.	3	21

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Текущий контроль	Контрольная работа № 1	0,1	5	Контрольная работа № 1 (по разделу 2) проводится на практическом занятии в форме написания кода программы на компьютере. Максимальное количество баллов - 5. Критерии начисления баллов:	дифференцированный зачет

					используемые алгоритмы соответствуют заданию - 1 балл; в коде программы выделены логические блоки, код читаем, присутствуют комментарии - 1 балл; программа на языке Python работает в соответствии с заданием - 1 балл, обучающая и тестовые выборки составлена верно - 1 балл, студентом сформулированы адекватные выводы по проделанной работе - 1 балл.		
2	3	Текущий контроль	Контрольная работа №2	0,1	5	Контрольная работа № 1 (по разделам 4, 5) проводится на практическом занятии в форме написания кода программы на компьютере. Максимальное количество баллов - 5. Критерии начисления баллов: используемые алгоритмы соответствуют заданию - 1 балл; в коде программы выделены логические блоки, код читаем, присутствуют комментарии - 1 балл; программа на языке Python работает в соответствии с заданием - 1 балл, обучающая и тестовые выборки составлена верно - 1 балл, студентом сформулированы адекватные выводы по проделанной работе - 1 балл.	дифференцированный зачет

3	3	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №1	0,1	3	К защите лабораторной работы №1 по разделу 2 допускаются студенты, которые выполнили лабораторную работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о лабораторной работе и предоставили его к защите. Каждому студенту задаётся не менее 3-х вопросов на тему лабораторной работы, каждый оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов - 3.	дифференцированный зачет
4	3	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №2	0,1	0,1	К защите лабораторной работы №2 по разделу 2 допускаются студенты, которые выполнили лабораторную работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о лабораторной работе и предоставили его к защите. Каждому студенту задаётся не менее 3-х вопросов на тему лабораторной работы, каждый оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов - 3.	дифференцированный зачет
5	3	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №3	0,1	3	К защите лабораторной работы №3 по разделу 3 допускаются студенты, которые выполнили лабораторную работу, оформили в соответствии с требованиями отчёт о лабораторной работе и предоставили его к защите. Каждому студенту задаётся не	дифференцированный зачет

						менее 3-х вопросов на тему лабораторной работы, каждый оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов - 3.	
6	3	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №4	0,1	3	К защите лабораторной работы №4 по разделу 4 допускаются студенты, которые выполнили лабораторную работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о лабораторной работе и предоставили его к защите. Каждому студенту задаётся не менее 3-х вопросов на тему лабораторной работы, каждый оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов - 3.	дифференцированный зачет
7	3	Текущий контроль	Семестровая работа	0,4	10	Семестровая работа выполняется студентом самостоятельно в течении всего семестра. В конце семестр студент защищает семестровую перед преподавателем и аудиторией, на защите задаётся не менее 3 вопросов по теме курсовой, каждый оценивается не более, чем в 1 балл, максимальное количество баллов за вопросы - 3. Максимальное количество баллов за семестровую работу - 10. Критерии начисления баллов программа работает согласно заданию - 4 балла,	дифференцированный зачет

					реализован визуальный интерфейс - 2 балла, в коде программы выделены логические блоки, код читаем, присутствуют комментарии - 1 балла семестровая работа успешно защищена на устной презентации перед аудиторией - 3 балла	
8	3	Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачёт	-	5 Критерии начисления баллов: дан верный ответ на теоретический вопрос № 1 - 1 балл; дан верный ответ на теоретический вопрос № 2 - 1 балл; программа на языке Python работает в соответствии с заданием - 1 балл, обучающая и тестовые выборки составлена верно - 1 балл, студентом дана грамотная оценка обученной модели - 1 балл.	дифференцированный зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	Итоговый контроль осуществляется по окончании изучения всех учебных модулей. Оценка рассчитывается по рейтингу обучающегося по дисциплине $R_d$ на основе рейтинга по текущему контролю $R_{тек}$ формуле: $R_d = R_{тек}$ , где $R_{тек} = 0,1KM1 + 0,1KM2 + 0,1KM3 + 0,1KM4 + 0,1KM5 + 0,1KM6 + 0,4KM7$ рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля с учетом весового коэффициента. (но студент вправе улучшить свой результат при сдачи промежуточной аттестации). Шкала перевода рейтинга в оценку: «Отлично» - $R_d = 85 \dots 100\%$ ; «Хорошо» - $R_d = 75 \dots 84\%$ ; «Удовлетворительно» - $R_d = 60 \dots 74\%$ ; «Неудовлетворительно» - $R_d = 0 \dots 59\%$ . Итоговый контроль проходит в следующем формате: студенту выдаётся билет содержащий одну задачу и два теоретических вопроса, предполагающих развёрнутый ответ в письменном виде.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	Задача предполагает разработку программы машинного обучения под заданный цели. Время, отведённое на работу - 90 минут.	
--	--	--

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
ОПК-4	Знает: Основы алгоритмизации, языки программирования высокого уровня.	+						+	+	+
ОПК-4	Умеет: Использовать имеющиеся программные пакеты и разрабатывать новое программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах.				+				+	+
ОПК-4	Имеет практический опыт: Применения современных программных средств и языков программирования высокого уровня.		+						+	+
ОПК-11	Знает: Методы построения алгоритмов, основы высшей математики и математической статистики.	+	+							+
ОПК-11	Умеет: Разрабатывать интеллектуальные модели и алгоритмы управления для мехатронных и робототехнических систем основываясь на экспериментальных и расчётных данных.					+			+	+
ОПК-11	Имеет практический опыт: Применение классических методов математической статистики и/или алгоритмов искусственного интеллекта для проектирования цифровых систем.			+						+
ОПК-13	Знает: Методы построения математических моделей динамических явлений и случайных процессов.	+								+
ОПК-13	Умеет: Разрабатывать математические модели мехатронных и робототехнических систем с применением методов формальной логики, математической статистики и искусственного интеллекта, в том числе нейронных сетей.							+	+	+
ОПК-13	Имеет практический опыт: Использования статистических методов в процессе разработки алгоритмов программного обеспечения.		+							+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

а) *основная литература:*

Не предусмотрена

б) *дополнительная литература:*

Не предусмотрена

в) *отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

Не предусмотрены

г) *методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Методическое пособие к семестровой работе по дисциплине "Машинное обучение"

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методическое пособие к семестровой работе по дисциплине "Машинное обучение"

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Коэльо, Л. П. Построение систем машинного обучения на языке Python / Л. П. Коэльо, В. Ричарт ; перевод с английского А. А. Слинкин. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 302 с. — ISBN 978-5-97060-330-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/82818">https://e.lanbook.com/book/82818</a>
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Рашка, С. Python и машинное обучение: крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более глубокого понимания методологии машинного обучения : руководство / С. Рашка ; перевод с английского А. В. Логунова. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 418 с. — ISBN 978-5-97060-409-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/100905">https://e.lanbook.com/book/100905</a>
3	Журналы	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Долинина О.Н., Метод генерации тестов для отладки нейросетевых систем / О.Н. Долинина, А.К. Кузьмин. - Вестник Тамбовского государственного технического университета. - №3, 2010. - сс. 519-527 <a href="https://e.lanbook.com/m/journalArticle/116007#5">https://e.lanbook.com/m/journalArticle/116007#5</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. -Python(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	812-2 (3б)	Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, персональные компьютеры с предустановленной ПО.
Лекции	815 (3б)	Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, персональный компьютер с предустановленной ПО.
Лабораторные занятия	812-2 (3б)	Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, персональные компьютеры с предустановленной ПО.