ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей кафедрой

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Выдрин А. В.
Пользователь: vydrinav
Дата подписания: 09.10.2024

А. В. Выдрин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.06 Технологии искусственного интеллекта и машинного обучения в машиностроении
для направления 15.03.02 Технологические машины и оборудование
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Инжиниринг технологического оборудования
форма обучения очная
кафедра-разработчик Процессы и машины обработки металлов давлением

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 728

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

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Выдрин А. В.
Пользователь: vydrinav
Дата подписания: 09.10.2024

А. В. Выдрин

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Ердаков И. Н.
Пользователь: erdakovin
Дата подписания: 05.10.2024

И. Н. Ердаков

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Сформировать целостное представление о технологиях искусственного интеллекта и машинного обучения. Применительно к объектам и процессам машиностроительной отрасли научить строить искусственные нейроны сети для решения таких задач, как регрессия, прогнозирование, классификация и распознавание изображений.

Краткое содержание дисциплины

В курсе рассматриваются основные понятия искусственного интеллекта и машинного обучения, а также глубинного обучения. Знакомят студентов с основными алгоритмами и моделями, использующимися для решения задач машиностроения. Изучаются технологии создания искусственных нейронных сетей для определения свойств стальных изделий в зависимости от параметров процесса прокатки, оценки состояния износа деталей машин по виброспектрам в ходе их работы, прогнозирования период очередного обслуживания технологического оборудования цеха, а также построения нейронной сети, которая сможет распознавать дефекты по фотографии непрерывнолитых заготовок. Предложенные модели нейронных сетей реализуются в прикладных приложениях, имеющих надстройку по Neural Networks, а также в среде разработки языка программирования Python.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-6 Организация, проведение и контроль по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по разработке и совершенствованию технологического оборудования для автоматизации и механизации металлургического и машиностроительного производств	Знает: методы разработки оригинальных алгоритмов и программных решений с использованием современных технологий Умеет: ставить задачи по внедрению технологий искусственного интеллекта и машинного обучения на технологических участках машиностроительного предприятия Имеет практический опыт: декомпозиции, формализации процессов и объектов для использования интеллектуальных программных решений

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Основы конструирования технологического оборудования, Проектирование цехов ОМД, Проектирование предприятий и цехов машиностроительных производств, Проектирование и обслуживание подшипниковых узлов, Производственная практика (научно-исследовательская работа) (7 семестр)	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
Проектирование предприятий и цехов машиностроительных производств	Знает: критерии эффективности работы цехов, нормы снабжения энергоносителями, состав конструкторской документации при разработке плана цеха машиностроительного предприятия Умеет: осуществлять компоновку расположения оборудования, применять нормативную документацию при проектировании цехов Имеет практический опыт: проектирования производственного участка
Проектирование цехов ОМД	Знает: критерии эффективности работы цехов, нормы снабжения энергоносителями, состав конструкторской документации при разработке плана участка ОМД Умеет: осуществлять компоновку расположения оборудования, применять нормативную документацию при проектировании цехов ОМД Имеет практический опыт: проектирования производственного участка
Основы конструирования технологического оборудования	Знает: способы конструирования технологического оборудования, стадийность разработки и совершенствования технологического оборудования для автоматизации и механизации металлургического и машиностроительного производств Умеет: применять системный подход в процессе разработки и совершенствования технологического оборудования Имеет практический опыт: разработки конструкций специального технологического оборудования
Проектирование и обслуживание подшипниковых узлов	Знает: конструкцию и принцип работы подшипниковых узлов технологических машин и оборудования Умеет: выбирать необходимый тип и конструкцию подшипникового узла с учётом силовой схемы и условий работы Имеет практический опыт: выбора стандартных изделий при проектировании подшипниковых узлов технологической машины с учётом необходимого ресурса работы узла
Производственная практика (научно-исследовательская работа) (7 семестр)	Знает: нормативные правила к оформлению научно-технической документации Умеет: собирать статистическую информацию научно-технического характера Имеет практический опыт: организация и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по разработке и совершенствованию технологического оборудования для автоматизации и механизации металлургического и машиностроительного

	производств, написания научно-технического отчета

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 44,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		8
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия:	36	36
Лекции (Л)	24	24
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	12	12
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	63,5	63,5
Самостоятельное выполнение задания текущего контроля	54	54
Подготовка к экзамену	9,5	9.5
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Искусственные нейронные сети и машинное обучение	21	12	9	0
2	Основы программирования на языке Python	15	12	3	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Искусственный интеллект, машинное обучение и глубокое обучение.	4
2	1	Основные методы машинного обучения.	4
3	1	Ансамблирование в машинном обучении.	4
4	2	Основы программирования на языке Python.	4
5	2	Модели машинного обучения в Python.	4
6	2	Нейронные сети для распознавания изображений.	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во

			часов
1	1	Создание искусственной нейронной сети для определения свойств стальных изделий в зависимости от параметров процесса прокатки. Нейронная сеть реализуется в прикладных приложениях, имеющих надстройку по Neural Networks.	3
2	1	Создание искусственной нейронной сети для прогнозирования периода очередного обслуживания технологического оборудования машиностроительного цеха. Нейронная сеть реализуется в прикладных приложениях, имеющих надстройку по Neural Networks.	3
3	1	Создание искусственной нейронной сети для оценки состояния износа детали машины по виброспектру в ходе её работы. Нейронная сеть реализуется в прикладных приложениях, имеющих надстройку по Neural Networks.	3
4	2	Построение нейронной сети для распознавания дефектов по фотографии непрерывнолитой заготовки. Модель сети реализуется в среде разработки языка программирования языка Python.	3

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Самостоятельное выполнение задания текущего контроля	1. Вуколов Э. А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов Statistica и Excel : учеб. пособие для вузов по специальности "Менеджмент орг." / Э. А. Вуколов. - 2-е изд., испр. и доп.. - М. : Форум, 2012. - 464 с. 2. Медведев В. С. Нейронные сети: Matlab 6 / В. С. Медведев, В. Г. Потемкин; Под общ. ред. В. Г. Потемкина. - М. : ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. - 489 с. : ил. 3. Седжвик Р. Программирование на языке Python : учеб. курс ; пер. с англ. / Р. Седжвик, К. Уэйн, Р. Дондеро. - М.; СПб. : Диалектика, 2019. - 736 с. : ил. 4. ЭУМД: №1, №2	8	54
Подготовка к экзамену	1. Ясницкий Л. Н. Введение в искусственный интеллект : учеб. пособие / Л. Н. Ясницкий. - 2-е изд., испр.. - М. : Академия, 2008. - 174 с. 2. Демидов А. К. Искусственный интеллект : учеб. пособие / А. К. Демидов, Б. М. Кувшинов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Приклад. математика ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательство ЮУрГУ, 2008. - 65, [1] с. : ил. 3. Макарова Т. М. Программирование на языке Python	8	9,5

	: метод. указания к дисциплине для студентов хим. направлений подготовки проектного обучения (магистратура) / Т. М. Макарова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Теорет. и приклад. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2022. - 33, [2] с. : ил. 4. Вуколов Э. А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов Statistica и Excel : учеб. пособие для вузов по специальности "Менеджмент орг." / Э. А. Вуколов. - 2-е изд., испр. и доп.. - М. : Форум, 2012. - 464 с. 5. Гайдук А. Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB : учеб. пособие для вузов по специальности "Автоматизация технол. процессов и производств (энергетика) направления "Автоматизир. технологии и производства" / А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко. - Изд. 2-е, испр.. - СПб. и др. : Лань, 2011. - 463 с. : ил. 6. Красавин А. В. Компьютерный практикум в среде MATLAB : учеб. пособие для вузов / А. В. Красавин, Я. В. Жумагулов ; Моск. инж.-физ. ин-т (Нац. исслед. ядер. ун-т). - 2-е изд.. - М. : Юрайт, 2018. - 277 с. : ил. 7. Медведев В. С. Нейронные сети: Matlab 6 / В. С. Медведев, В. Г. Потемкин; Под общ. ред. В. Г. Потемкина. - М. : ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. - 489 с. : ил. Удалить 5 Седжвик Р. Программирование на языке Python : учеб. курс ; пер. с англ. / Р. Седжвик, К. Уэйн, Р. Дондеро. - М.; СПб. : Диалектика, 2019. - 736 с. : ил.		

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	Учи-тыва-ется в ПА
1	8	Текущий контроль	Задание 1	0,1	5	Задание выдается на первой неделе первого месяца семестра. В конце первого месяца семестра студент сдаёт преподавателю отчёт в виде файла с нейронной сетью и	экзамен

						пояснительной запиской в виде схем, графиков, рисунков, расчётных данных, презентаций, видео материалов. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179.) 5 баллов - полное соответствие отчёта выданному заданию и в полном объёме, логическое и последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями, 4 балла - полное соответствие отчёта выданному заданию, не совсем в полном объёме, логическое и последовательное изложение материала с достаточно подробным анализом, с соответствующими выводами, но не вполне обоснованными положениями, 3 балла - полное соответствие отчёта выданному заданию, не совсем в полном объеме, логическое и последовательное изложение материала с достаточно подробным анализом, не совсем соответствующими выводами и не вполне обоснованными положениями, 2 балла - соответствие отчёта выданному заданию, не в полном объёме, не логическое и не последовательное изложение материала, с не соответствующими выводами, но с обоснованными положениями, 1 бала - соответствие отчёта выданному заданию, не в полном объёме, не логическое и не последовательное изложение материала, с не соответствующими выводами и не обоснованными положениями, 0 баллов - не соответствие отчёта выданному заданию. Максимальное количество баллов - 5.	
2	8	Текущий контроль	Задание 2	0,1	5	Задание выдается на первой неделе второго месяца семестра. В конце второго месяца семестра студент сдаёт преподавателю отчёт в виде файла с нейронной сетью и пояснительной запиской в виде схем, графиков, рисунков, расчётных данных, презентаций, видео материалов. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179.) 5 баллов - полное соответствие отчёта выданному заданию и в полном объёме, логическое и последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями, 4 балла -	экзамен

						полное соответствие отчёта выданному заданию, не совсем в полном объёме, логическое и последовательное изложение материала с достаточно подробным анализом, с соответствующими выводами, но не вполне обоснованными положениями, 3 балла - полное соответствие отчёта выданному заданию, не совсем в полном объеме, логическое и последовательное изложение материала с достаточно подробным анализом, не совсем соответствующими выводами и не вполне обоснованными положениями, 2 балла - соответствие отчёта выданному заданию, не в полном объёме, не логическое и не последовательное изложение материала, с не соответствующими выводами, но с обоснованными положениями, 1 бала - соответствие отчёта выданному заданию, не в полном объёме, не логическое и не последовательное изложение материала, с не соответствующими выводами и не обоснованными положениями, 0 баллов - не соответствие отчёта выданному заданию. Максимальное количество баллов - 5.	
3	8	Текущий контроль	Задание 3	0,1	5	Задание выдается на первой неделе третьего месяца семестра. В конце третьего месяца семестра студент сдаёт преподавателю отчёт в виде файла с нейронной сетью и пояснительной запиской в виде схем, графиков, рисунков, расчётных данных, презентаций, видео материалов. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179.) 5 баллов - полное соответствие отчёта выданному заданию и в полном объёме, логическое и последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями, 4 балла - полное соответствие отчёта выданному заданию, не совсем в полном объёме, логическое и последовательное изложение материала с достаточно подробным анализом, с соответствующими выводами, но не вполне обоснованными положениями, 3 балла - полное соответствие отчёта выданному заданию, не совсем в полном объеме, логическое и последовательное изложение материала с достаточно подробным анализом, не совсем соответствующими выводами и не вполне	экзамен

						обоснованными положениями, 2 балла - соответствие отчёта выданному заданию, не в полном объёме, не логическое и не последовательное изложение материала, с не соответствующими выводами, но с обоснованными положениями, 1 бала - соответствие отчёта выданному заданию, не в полном объёме, не логическое и не последовательное изложение материала, с не соответствующими выводами и не обоснованными положениями, 0 баллов - не соответствие отчёта выданному заданию. Максимальное количество баллов - 5.	
4	8	Текущий контроль	Задание 4	0,1	5	Задание выдается на первой неделе четвертого месяца семестра. В конце четвертого месяца семестра студент сдаёт преподавателю отчёт в виде файла с нейронной сетью и пояснительной запиской в виде схем, графиков, рисунков, расчётных данных, презентаций, видео материалов. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179.) 5 баллов - полное соответствие отчёта выданному заданию и в полном объёме, логическое и последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями, 4 балла - полное соответствие отчёта выданному заданию, не совсем в полном объёме, логическое и последовательное изложение материала с достаточно подробным анализом, с соответствующими выводами, но не вполне обоснованными положениями, 3 балла - полное соответствие отчёта выданному заданию, не совсем в полном объеме, логическое и последовательное изложение материала с достаточно подробным анализом, не совсем соответствующими выводами и не вполне обоснованными положениями, 2 балла - соответствие отчёта выданному заданию, не в полном объёме, не логическое и не последовательное изложение материала, с не соответствующими выводами, но с обоснованными положениями, 1 бала - соответствие отчёта выданному заданию, не в полном объёме, не логическое и не последовательное изложение материала, с не соответствующими выводами и не обоснованными положениями, 0 баллов - не соответствие отчёта выданному	экзамен

						заданию. Максимальное количество баллов - 5.	
5	8	Проме-жуточная аттестация	Экзамен	-	5	В день экзамена студенту случайным образом выдается задание. Через 60 минут после получения задания студент сдаёт преподавателю отчёт в виде файла с нейронной сетью и пояснительной запиской в виде схем, графиков, рисунков, расчётных данных, презентаций, видео материалов. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179.) 5 баллов - полное соответствие отчёта выданному заданию и в полном объёме, логическое и последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями, 4 балла - полное соответствие отчёта выданному заданию, не совсем в полном объёме, логическое и последовательное изложение материала с достаточно подробным анализом, с соответствующими выводами, но не вполне обоснованными положениями, 3 балла - полное соответствие отчёта выданному заданию, не совсем в полном объеме, логическое и последовательное изложение материала с достаточно подробным анализом, не совсем соответствующими выводами и не вполне обоснованными положениями, 2 балла - соответствие отчёта выданному заданию, не в полном объёме, не логическое и не последовательное изложение материала, с не соответствующими выводами, но с обоснованными положениями, 1 бала - соответствие отчёта выданному заданию, не в полном объёме, не логическое и не последовательное изложение материала, с не соответствующими выводами и не обоснованными положениями, 0 баллов - не соответствие отчёта выданному заданию. Максимальное количество баллов - 5.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе взвешенной суммы полученных оценок за контрольно-рейтинговые	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	мероприятия текущего контроля и задание промежуточной аттестации.	

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-6	Знает: методы разработки оригинальных алгоритмов и программных решений с использованием современных технологий				+	+
ПК-6	Умеет: ставить задачи по внедрению технологий искусственного интеллекта и машинного обучения на технологических участках машиностроительного предприятия	+	+	+	+	+
ПК-6	Имеет практический опыт: декомпозиции, формализации процессов и объектов для использования интеллектуальных программных решений	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Ясницкий Л. Н. Введение в искусственный интеллект : учеб. пособие / Л. Н. Ясницкий. - 2-е изд., испр.. - М. : Академия, 2008. - 174, [1] с.
2. Демидов А. К. Искусственный интеллект : учеб. пособие / А. К. Демидов, Б. М. Кувшинов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Приклад. математика ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательство ЮУрГУ, 2008. - 65, [1] с. : ил.
3. Макарова Т. М. Программирование на языке Python : метод. указания к дисциплине для студентов хим. направлений подготовки проектного обучения (магистратура) / Т. М. Макарова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Теорет. и приклад. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2022. - 33, [2] с. : ил.

б) дополнительная литература:

1. Вуколов Э. А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов Statistica и Excel : учеб. пособие для вузов по специальности "Менеджмент орг." / Э. А. Вуколов. - 2-е изд., испр. и доп.. - М. : Форум, 2012. - 464 с. : ил.
2. Гайдук А. Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB : учеб. пособие для вузов по специальности "Автоматизация технол. процессов и производств (энергетика) направления "Автоматизир. технологии и производства" / А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко. - Изд. 2-е, испр.. - СПб. и др. : Лань, 2011. - 463 с. : ил.
3. Красавин А. В. Компьютерный практикум в среде MATLAB : учеб. пособие для вузов / А. В. Красавин, Я. В. Жумагулов ; Моск. инж.-физ. ин-т (Нац. исслед. ядер. ун-т). - 2-е изд.. - М. : Юрайт, 2018. - 277 с. : ил.
4. Медведев В. С. Нейронные сети: Matlab 6 / В. С. Медведев, В. Г. Потемкин; Под общ. ред. В. Г. Потемкина. - М. : ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. - 489 с. : ил.

5. Седжвик Р. Программирование на языке Python : учеб. курс ; пер. с англ. / Р. Седжвик, К. Уэйн, Р. Дондеро. - М.; СПб. : Диалектика, 2019. - 736 с. : ил.

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания к выполнению самостоятельной работы

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические указания к выполнению самостоятельной работы

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ньютон, Р. Управление проектами от А до Я [Электронный ресурс] / Р. Ньютон ; пер. с англ. А. Кириченко. — Электрон. дан. — Москва : Альпина Паблишер, 2016. — 180 с. https://e.lanbook.com/book/95205. - заглавие с экрана
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Леликов, О.П. Основы расчета и проектирования деталей и узлов машин. Конспект лекций по курсу "Детали машин". [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2007. — 464 с. http://e.lanbook.com/book/745

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. -T-FLEX CAD(бессрочно)
3. Microsoft-Office(бессрочно)
4. Dassault Systèmes-SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS(бессрочно)
5. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)
6. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)
7. -ProCAST(бессрочно)
8. ASCON-Компас 3D(бессрочно)
9. -LVMFlow(бессрочно)
10. -Python(бессрочно)
11. Microsoft-Visio(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Контроль самостоятельной работы	324 (1)	макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение
Практические занятия и семинары	324 (1)	макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение
Самостоятельная работа студента	324 (1)	макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение
Зачет	324 (1)	макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение