

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Компьютерный дизайн новых материалов

**Код модуля**  
1142911(1)

**Модуль**  
Компьютерный дизайн новых материалов

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Болячкин Антон Сергеевич	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	Департамент фундаментальной и прикладной физики

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

**Авторы:**

- **Болячкин Антон Сергеевич, Доцент, Департамент фундаментальной и прикладной физики**

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Компьютерный дизайн новых материалов**

1.	<b>Объем дисциплины в зачетных единицах</b>	3	
2.	<b>Виды аудиторных занятий</b>	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	<b>Промежуточная аттестация</b>	Зачет	
4.	<b>Текущая аттестация</b>	Контрольная работа	1
		Домашняя работа	4
		Научный доклад/доклад	1

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Компьютерный дизайн новых материалов**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения (индикаторы)</b>	<b>Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
ОПК-2 -Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	Д-1 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Домашняя работа № 3 Домашняя работа № 4 Зачет Практические/семинарские занятия

	<p>профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p>	
<p>ОПК-1 -Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p>	<p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и инженерных наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и инженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <p>П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и инженерных наук</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Домашняя работа № 3</p> <p>Домашняя работа № 4</p> <p>Зачет</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p>

	<p>задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и общетехнических наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и общетехнических наук</p>	
<p>ПК-3 -Способен использовать методы и инструменты изучения рынков для маркетинговых исследований в заданных отраслевых сегментах (Управление исследованиями и разработками)</p>	<p>З-1 - Применять методы оптимизации, основные методы прогнозирования, специализированное программное обеспечение для сбора и анализа информации</p> <p>П-1 - Осуществлять реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм</p> <p>П-2 - Оценивать конкурентоспособность и коммерческий потенциал в проектах в области высоких технологий</p> <p>У-1 - Анализировать данные по оптимизации и эффективности проектов в области высоких технологий</p>	<p>Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Домашняя работа № 3 Домашняя работа № 4 Зачет Контрольная работа Лекции Научный доклад/доклад Практические/семинарские занятия</p>
<p>ПК-3 -Способен разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологий и микросистемной техники (Материалы микро- и наносистемной техники; Материалы микро- и</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание взаимосвязи между структурой и свойствами материалов, определять общие принципы построения моделей исследуемых процессов, явлений и объектов исходя из фундаментальных теорий</p> <p>П-1 - Производить иллюстрированные расчеты, выполнять разработку моделей путем сравнения с физическим явлением, экспериментальными или теоретическими данными</p> <p>У-1 - Применять теоретические знания и алгоритмы для решения задач, составлять</p>	<p>Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Домашняя работа № 3 Домашняя работа № 4 Зачет Контрольная работа Лекции Научный доклад/доклад Практические/семинарские занятия</p>

наносистемной техники)	математические модели при исследовании физических процессов	
ПК-3 -Способен проводить анализ и представление технических данных, показателей и результатов работы, выполнять необходимые расчеты с использованием современных технических средств (Метрологическое обеспечение научных исследований и наукоёмких технологий)	<p>З-1 - Выбирать актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний</p> <p>З-3 - Применять высокотехнологичное измерительное и испытательное оборудование для получения результатов измерений (испытаний) с требуемой точностью</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт анализа. Проводить анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений с использованием современных технических средств и программного обеспечения</p> <p>П-3 - Проводить документирование полученных результатов с использованием современных технических средств</p> <p>У-2 - Оформлять результаты выполненных работ, в том числе научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p> <p>У-3 - Применять высокотехнологичное измерительное и испытательное оборудование для получения результатов измерений (испытаний) с требуемой точностью</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Домашняя работа № 3</p> <p>Домашняя работа № 4</p> <p>Зачет</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p>
ПК-4 -Способен осуществлять моделирование процессов испытаний и контроля с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования (Метрологическое обеспечение научных	<p>З-4 - Перечислять стандартные программные пакеты и средства автоматизированного проектирования и моделирования</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт применения стандартных пакетов программ при проектировании и моделировании процессов испытаний и контроля</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Домашняя работа № 3</p> <p>Домашняя работа № 4</p> <p>Зачет</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Лекции</p> <p>Научный доклад/доклад</p> <p>Практические/семинарские занятия</p>

исследований и наукоёмких технологий)	У-3 - Обосновывать применение стандартные программные пакеты и средства автоматизированного проектирования	
---------------------------------------	--	--

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.40</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Научные доклады</i>	3,17	50
<i>Контрольная работа</i>	3,16	50
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.50</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.50</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.60</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Домашняя работа № 1</i>	3,4	25
<i>Домашняя работа № 2</i>	3,9	25
<i>Домашняя работа № 3</i>	3,12	25
<i>Домашняя работа № 4</i>	3,16	25
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.00</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		

<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет</b> <b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет</b> <b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено</b>		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам</b>
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов.

	<p>Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения.</p> <p>Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.</p>
--	---

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

### Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

## 5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

### 5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

#### 5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

#### 5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Основные понятия и обозначения. Основы языка программирования Python, библиотеки для работы с данными.

2. Основы машинного обучения.

3. Основы микромагнитного моделирования.

4. Машинное обучение в прикладных задачах.

Примерные задания

1. Переобучение при машинном обучении и способы борьбы с ним.

2. Записать пример функции потерь с регуляризацией.

3. Модель Изинга в машинном обучении.

LMS-платформа – не предусмотрена

## 5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

### Базовый

#### 5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Блок-схемы алгоритмов решения задач машинного обучения.

Примерные задания

Нарисовать блок схему алгоритма стохастического градиентного спуска.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.2.2. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Решающие деревья и их композиции.

Примерные задания

1. Для обученного алгоритма с оптимальными параметрами (или пользовательскими при `opt_TF = False`) добавить **вычисление средней абсолютной ошибки (MAE) и коэффициента R2**. Вывести эти значения на графике predicted vs. experimental values.
2. На данный момент деление выборки на тренировочную и тестовую подвыборки проходит случайным образом и контролируется числом `RS = 17`. Необходимо проанализировать, **как меняются результаты в зависимости от RS**. Для этого выполнить тренировку алгоритма для 10-ти разных `RS`, выводя каждый раз `MAE` и `R2`. Сделать выводы.
3. Метод градиентного бустинга и решающие деревья позволяют определить значимость разных признаков по отношению к предсказываемой характеристике (Feature Importance). **Необходимо научиться строить и оформлять график Feature Importance**, как это продемонстрировано на прикрепленной картинке. Для этого стоит изучить на сайте <https://scikit-learn.org/> раздел о Gradient Boosting Regression. Проанализировать влияние `RS` на значимость признаков.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.2.3. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Искусственные нейронные сети.

Примерные задания

1. Алгоритм LOWESS может быть эффективно использован для выявления и подавления выбросов. Модифицируйте TASK\_2 следующим образом: пусть для некоторого числа точек  $y$ -значение домножается на большой коэффициент  $M$  (например,  $M = 10$ ). Это будет имитировать выбросы в этих точках. **Проанализируйте, как меняется сглаженная зависимость  $y_{est}(x)$  вблизи выбросов, варьируя число итераций алгоритма LOWESS.** Продемонстрируйте это на графике.
2. Как насчет автоматического выявления выбросов и исключения их из исходной зависимости  $y(x)$ ? Для этого модифицируйте функцию `lowess` в файле `mylib.py` так, чтобы помимо значений `yest` она еще возвращала коэффициенты `delta`. Чем являются коэффициенты `delta`, каковы их значения для выбросов и остальных точек? **Реализуйте задумку с детектированием выбросов, используя `delta` (например, введите уровень дискриминации).** Проверить, все ли выбросы удалось обнаружить. Как изменится ситуация, если уменьшать коэффициент  $M$ ?
3. **Изучить настройку графиков в библиотеке `Plotly`:** добавить подписи осей, настроить размеры всех шрифтов, изменить положение легенды, изменить размер точек графика, добавить раскраску точек в зависимости от их  $y$ -значения (например, градиентное изменение цвета от красного для `max(y)` до синего цвета для `min(y)`).
4. На занятии, работая с `kNN`, мы зафиксировали число ближайших соседей (`n_neighbors = 7`). **Проанализировать, как меняются значения метрик `accuracy`, `precision`, `recall` и `F1` при постепенном увеличении числа ближайших соседей, начиная с минимально возможного значения.** Построить соответствующие графики и сделать выводы. Какие еще параметры имеет `KNeighborsClassifier` помимо `n_neighbors`?

Дополнительное задание для энтузиастов.

Функция `lowess` в файле `mylib.py` представляет собой локально-линейное сглаживание.

Попробовать поменять это на локально-постоянное сглаживание, т.е. локальную аппроксимацию константой. Сравнить, как меняется вид графиков. Попробуйте другие ядра для весовых коэффициентов  $w$  (см. `kernels.png`). Также выполнить сравнение графиков.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.4. Домашняя работа № 3

Примерный перечень тем

1. Метод опорных векторов.

Примерные задания

## **Цель работы - сравнить предсказания нейронной сети (NN) и градиентного бустинга (GBR).**

1. К заданию прикреплен Python-скрипт, подготовленный на соответствующей практике по NN. Также пригодятся наработки с первой практики по GBR. Как для NN, так и для GBR нами были подобраны оптимальные гиперпараметры алгоритмов. Убедитесь самостоятельно, что параметры действительно оптимальны, расширив диапазон их комбинаторного поиска.
2. Далее с подобранными гиперпараметрами нужно создать и обучить NN и GBR на полном наборе данных (т.е. разбиение на обучающую и тестовую выборки уже не требуется). Рекомендуется сделать это в одном отдельном скрипте. В нем же **нужно построить зависимость целевой характеристики X от признака A, которая предсказывается NN и GBR**. Для этого сделать серию предсказаний для образцов, чей признаковый вектор составлен следующим образом:
  - признак A меняется от своего минимального значения в датасете до максимального с таким шагом, что получается не менее 100 точек в этом интервале;
  - все остальные признаки принимаются равными среднему значению в датасете.
3. Сравнить полученные зависимости. Каков характер зависимостей? Насколько стабильны зависимости, если слегка менять гиперпараметры алгоритмов? Как меняется зависимость для NN, если использовать в качестве активационной функции "tanh" вместо "relu"? Много ли образцов из датасета имеется в интервалах, где наблюдаются расхождения между NN и GBR? Какой интервал значений признака A выглядит наиболее статистически надежным?

LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.2.5. Домашняя работа № 4**

Примерный перечень тем

1. Понижение размерности и кластеризация.

Примерные задания

Для заданного датасета применить метод главных компонент (PCA). Сколько главных компонент достаточно для построения регрессора? Какие признаки наиболее значимы согласно PCA? Визуализовать датасет в 2D, используя PCA.

LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.2.6. Научный доклад/доклад**

Примерный перечень тем

1. Применение ML в материаловедении.

Примерные задания

1. Применение машинного обучения для создания каталогов совпадений в астрофизике.
2. Применение машинного обучения на основе техники для автоматизации измерений изображений сканирующей электронной микроскопии.
3. Обзор модели Изинга для глубокого машинного обучения.

LMS-платформа – не предусмотрена

## **5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля**

### 5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Логические методы классификации. Решающие деревья и их композиции.
2. Метрические и линейные методы классификации.
3. Метод опорных векторов и логистическая регрессия.
4. Метрики качества классификации.
5. Нейронные сети
6. Кластеризация и визуализация.
7. Частичное обучение.
8. Машинное обучение в физике и материаловедении. Примеры успешной реализации.
9. Основы микромагнитного моделирования. Вклады в свободную энергию магнетика.
10. Композиции алгоритмов, градиентный бустинг.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.