МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
_*кафедрой оптики и спектроскопии*________
наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины
______________***Овчинников О.В.***_
подпись, расшифровка подписи
26.09.2024 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ,
сформированный в рамках выполнения ключевых показателей оценки эффективности мер государственной поддержки преподавателей ФД

по учебной дисциплине
Б1.О.17 Математическое моделирование и информационные технологии в фотонике

1. Код и наименование направления подготовки:
______________________________***12.03.03. Фотоника и оптоинформатика***

2. Профиль подготовки: ___***Фотоника и оптоинформатика***

3. Квалификация выпускника: ***бакалавр***

4. Форма обучения: ***очная***

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:
кафедра оптики и спектроскопии

6. Составители программы:
______________*Королев Никита Викторович, кандидат физ.-мат. наук, доцент*

7. Рекомендована: *НМС физического ф-та ВГУ протокол № 7 от 19.09.2024 г.*

8. Учебный год: 2025/2026 **Семестр(ы):** 3

Освоение данной дисциплины направлено на формирование следующих- компетенций:

Категория компетенций	Код	Формулировкакомпетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения соответствующей дисциплины
Инженерный анализ и проектирование	ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с фотонными технологиями обработки информации, проектированием, конструированием и технологиями производства элементов, приборов и систем фотоники и оптоинформатики	ОПК-1.1 Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании	**Знать:** методы расчета характеристик оптических систем и передовые направления исследований в области информационных технологий в фотонике. **Уметь:** выполнять моделирование распространения света в простейших оптических системах. **Владеть** навыками работы в перспективных областях информационных технологий и инженерной оптики.
			ОПК-1.3 Применяет общеинженерные знания в инженерной деятельности	

Перечень заданий для оценки уровня освоения дисциплины:

1) <u>тестовые задания</u>*(выбор правильного (-ых) ответа (-ов) из предложенного перечня; задания на соответствие)*:

1.1. Когда было дано и принято определение искусственного интеллекта?

а) 1949 б) 1952 в) 1956 г) 1965

Ответ: в.

1.2. Какая из перечисленных задач является задачей с непрерывным выводом?

а) Многопараметрическая задача классификации
б) Однопараметрическая задача классификации с подкреплением
в) Задача регрессии
г) Задача логистической регрессии

Ответ: в.

1.3. Масштабирование переменных в методе градиентного спуска проводится для:

а) Адаптации алгоритма к конкретной задаче
б) Улучшения сходимости метода
в) Снижения количества арифметических операций
г) Изменения шага/скорости сходимости алгоритма

Ответ: б.

1.4. Что относится к успешному решению задачи обучения с учителем:

а) Достижение локального минимума целевой функции
б) Достижение глобального минимума целевой функции
в) Достижение глобального максимума целевой функции

г) Достижение локального максимума целевой функции

Ответ: б.

1.5. Какое определение машинного обучения было дано Томом Митчеллом в 1998 году?

а) Машинное обучение – это процесс обучения, в результате которого компьютеры способны показывать поведение , которое в них не заложено.

б)Компьютерная программа обучается на основе опыта E по отношению к некоторому классу задача T меры качества P, если качество решения из T, измеренное на основе P, улучшается с приобретением опыта E.

в) Компьютерная программа обучается на основе меры качества P по отношению к некоторому классу задача T, связанной с опытом E, если качество решения из T, измеренное на основе P, улучшается с приобретением опыта E.

Ответ: б.

1.6. Нормальным уравнением является выражение вида

а) $\theta = X^T y (XX^T)^{-1}$

б) $\theta = (XX^T)^{-1} y X^T$

в) $\theta = (XX^T)^{-1} X y$

г) $\theta = (XX^T)^{-1} X^T y$

Ответ: г.

1.7. Что относят к преимуществам метода градиентного спуска?

а) Необходимо выбирать параметр, влияющий на скорость сходимости метода.

б) Использование итерационной процедуры.

в)Применимость к задачам произвольной размерности.

г) Решение дифференциальных уравнений при определении значения параметра, отвечающего за скорость сходимости алгоритма, на каждом шаге итерации.

Ответ: в.

1.8. Что относят к недостаткам метода поиска минимума целевой функции через решение нормального уравнения в сравнении с методом градиентного спуска? (Выбрать правильные варианты)

а) Необходимо выбирать параметр, влияющий на скорость сходимости метода.

б) Использование итерационной процедуры.

в) Применимость к задачам произвольной размерности.

г) Решение дифференциальных уравнений при определении значения параметра, отвечающего за скорость сходимости алгоритма, на каждом шаге итерации.

Ответ: в.

1.9. Что не относится к приемам масштабирования переменных?

а) Вычитание среднего арифметического от входных данных.

б) Вычитание среднего арифметического от входных данных с последующим делением на максимальное значение признака.

в) Вычитание среднего арифметического от входных данных с последующим делением на исправленное среднее квадратическое отклонение.

г) Вычитание среднего арифметического от входных данных с последующим делением на минимальное значение признака.

Ответ: г.

1.10. Как выполняется регуляризация в нормальном уравнении?

а) $\theta = \left(X^T X + \lambda \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \right)^{-1} X^T y$

б) $\theta = \left(X X^T + \lambda \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \right)^{-1} X^T y$

в) $\theta = \left(X^T X + \lambda \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \right)^{-1} X^T y$

г) $\theta = \left(X^T X + \lambda \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \right)^{-1} y X^T$

Ответ: а.

1.11. Как выглядит целевая функция, используемая в регрессионном анализе?

а) $J(\vec{\theta}) = \frac{1}{2m} \sum_{i=1}^{m} \left(h_\theta(x^{(i)}) - y^{(i)} \right)$,

б) $J(\vec{\theta}) = \frac{1}{2m} \sum_{i=1}^{m} \left(h_\theta(x^{(i)}) - y^{(i)} \right)^2$,

в) $J(\vec{\theta}) = \frac{1}{2m} \sum_{i=1}^{m} \left(h_\theta(y^{(i)}) - y^{(i)} \right)^2$,

г) $J(\vec{\theta}) = \frac{1}{2m} \sum_{i=1}^{m} \left(h_\theta(x^{(i)}) - y^{(i)} \right)^3$.

Ответ: б.

1.12. Как выглядит алгоритм градиентного метода в случае двухпараметрической линейной регрессии? (Выбрать правильные ответы)

а)$\theta_j = \theta_j - \alpha \frac{\partial}{\partial \theta_j} J(\theta_0, \theta_1),\ j = 0{,}1.$

б) $\theta_j = \alpha \theta_j - \frac{\partial}{\partial \theta_j} J(\theta_0, \theta_1),\ j = 0{,}1.$

в) $\frac{\partial}{\partial \theta_j} J(\theta_0, \theta_1) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m} (h_\theta(x^{(i)}) - y^{(i)} x_j^{(i)})$

г)$\frac{\partial}{\partial \theta_j} J(\theta_0, \theta_1) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m} (h_\theta(x^{(i)}) - y^{(i)}) x_j^{(i)}$

Ответ: б.

1.13. Каким образом представляются данные $\boldsymbol{x^{(i)}} (\boldsymbol{i = \overline{1,3}})$объемом *n*в методах регрессионного анализа, используемых в машинном обучении?

а) $\begin{bmatrix} x_1^{(1)} & x_1^{(2)} & x_1^{(3)} & 1 \\ x_2^{(1)} & x_2^{(2)} & x_2^{(3)} & 1 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_n^{(1)} & x_n^{(2)} & x_n^{(3)} & 1 \end{bmatrix}$ б) $\begin{bmatrix} x_1^{(1)} & \cdots & x_1^{(3)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_n^{(1)} & \cdots & x_n^{(3)} \end{bmatrix}$

в) $\begin{bmatrix} 1 & x_1^{(1)} & x_1^{(2)} & x_1^{(3)} \\ 1 & x_2^{(1)} & x_2^{(2)} & x_2^{(3)} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 1 & x_n^{(1)} & x_n^{(2)} & x_n^{(3)} \end{bmatrix}$ г) $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ x_1^{(0)} & x_1^{(1)} & x_1^{(2)} & x_1^{(3)} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_n^{(0)} & x_n^{(1)} & x_n^{(2)} & x_n^{(3)} \end{bmatrix}$

Ответ: в.

1.14. На примере игры в шашки укажите, что является приобретаемым опытом, классом задач и мерой качества?

а) Приобретаемый опыт – опыт алгоритма игры в шашки против самого себя; класс задач – игра в шашки; мера качества – вероятность выигрыша в следующей игре против нового оппонента.

б) Приобретаемый опыт – игра в шашки; класс задач –опыт алгоритма игры в шашки против противника; мера качества – вероятность выигрыша в следующей игре против нового оппонента.

в) Приобретаемый опыт – опыт алгоритма игры в шашки с противником; класс задач – комбинаторика; мера качества – количество выигрышей в серии игр.

г) Приобретаемый опыт – перестройка весовых функций; класс задач – вероятность выигрыша; мера качества – уменьшение погрешности.Ответ: а.

Ответ: а.

1.15. Какая функция является функцией гипотезы, которая используется в логистической регрессии?

а) $h_\theta(x) = \frac{1}{1+e^{\theta^T x}}$ б)$h_\theta(x) = \frac{1}{1+e^{-\theta^T x}}$ в) $h_\theta(x) = \frac{1}{1+e^{-\theta x}}$ г) $h_\theta(x) = \frac{1}{1+ln(\theta^T x)}$

Ответ: б.

2) <u>задания с коротким ответом</u>*(ответ на задание состоит из числа, слова или словосочетания)*:

2.1. Вычислить значение функции гипотез для логистической регрессии при условии, что $\boldsymbol{\Theta} = \begin{pmatrix} \mathbf{0.1} \\ \mathbf{-5.0} \end{pmatrix}$ и $\vec{x} = \begin{pmatrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{1} \end{pmatrix}$. Значение привести с точностью 10^{-3}.

Решение:

Функция гипотезы имеет вид

$$h_\Theta(\vec{x}) = g(\Theta^T \vec{x}) = \frac{1}{1 + exp(-\Theta^T \vec{x})}.$$

Аргумент $\Theta^T \vec{x}$ составит

$$\Theta^T \vec{x} = 0.1 * 0 - 5.0 * 1 = -5,$$

а значение функции

$$h_\Theta(\vec{x}) = \frac{1}{1 + exp(5)} \approx 0.007.$$

Ответ: 0.007.

2.2. Вычислить значение функции гипотез для логистической регрессии при условии, что $\boldsymbol{\Theta} = \begin{pmatrix} \mathbf{10} \\ \mathbf{-2.1} \end{pmatrix}$и$\vec{x} = \begin{pmatrix} \mathbf{0.5} \\ \mathbf{1} \end{pmatrix}$. Значение привести с точностью 10^{-3}.

Решение:

Функция гипотезы имеет вид

$$h_{\Theta}(\vec{x}) = g(\Theta^T \vec{x}) = \frac{1}{1 + exp(-\Theta^T \vec{x})}.$$

Аргумент $\Theta^T \vec{x}$ составит

$$\Theta^T \vec{x} = 10 * 0.5 - 2.1 * 1 = 2.9,$$

а значение функции

$$h_{\Theta}(\vec{x}) = \frac{1}{1 + exp(-2.9)} \approx 0.948.$$

Ответ: 0.948.

2.3. Какое значение примет функция гипотезы в двухпараметрической линейной регрессии при *x* = 0.1, если ее веса Θ = {–0.05,4.2}?

Решение:

$$h_{\Theta}(\vec{x}) = \Theta_0 + \Theta_1 x = -0.05 + 4.2 * 0.1 = 0.37.$$

Ответ: 0.37.

2.4. Какое значение примет функция гипотезы в двухпараметрической линейной регрессии при *x* = 1.18, если ее веса Θ = {–0.32,2.7}?

Решение:

$$h_{\Theta}(\vec{x}) = \Theta_0 + \Theta_1 x = -0.32 + 2.7 * 1.18 = 2.866.$$

Ответ: 2.866.

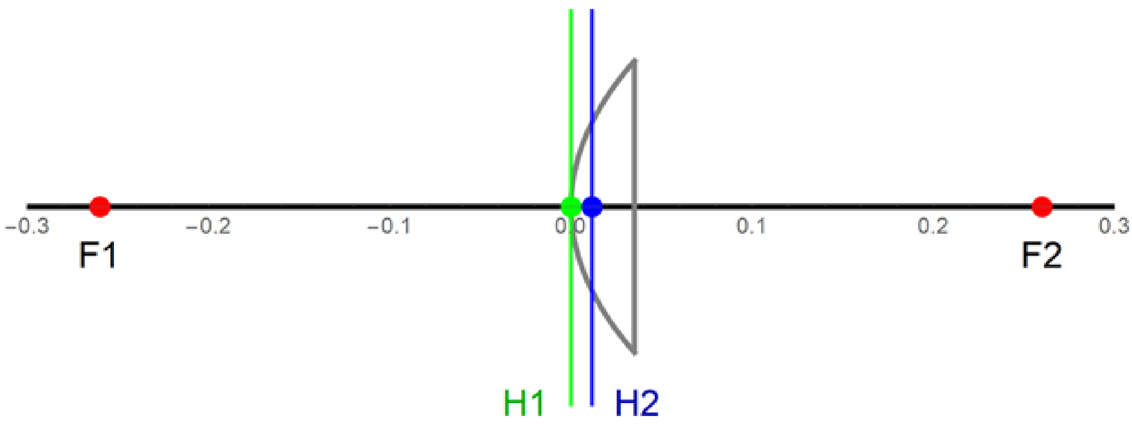
3)<u>расчетные задачи</u> *(ответ содержит решение поставленной задачи)*:

3.1. Найти положение главных и фокальных плоскостей для линзы *n* = 1.5 (в воздухе) толщиной 3.5 см, у которой передняя поверхность линзы выпуклая с радиусом кривизны 13 см, а задняя – плоская. Привести элементы матрицы преломления и схематический чертеж.

Ответ:

$$\begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.910256 & -0.0233333 \\ 3.84615 & 1. \end{pmatrix}$$

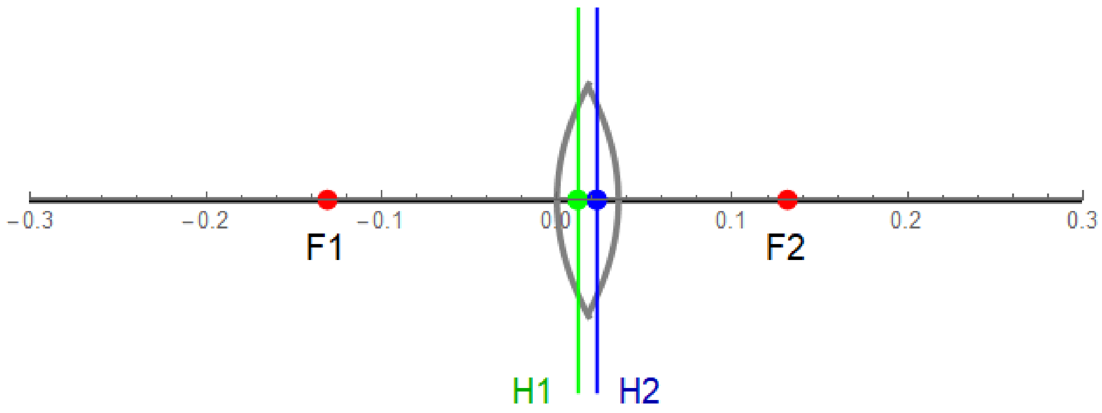
f1	$[F_1 - H_1]$	-0.26	f2	$[F_2 - H_2]$	0.26	β	0.91
t1	$[F_1 - OP_1]$	-0.26	t2	$[OP_2 - F_2]$	0.236667	D	1.
z1	$[H_1 - OP_1]$	0.	z2	$[OP_2 - H_2]$	-0.0233333	Φ	3.846



3.2. Найти положение главных и фокальных плоскостей для двояковыпуклой линзы n = 1.5 (в воздухе) толщиной 3.5 см, у которой радиусы кривизны сферических поверхностей равны 13 см. Привести элементы матрицы преломления и схематический чертеж.
Ответ:

$$\begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.907895 & -0.0230263 \\ 7.63158 & 0.907895 \end{pmatrix}$$

f1	$[F_1 - H_1]$	-0.131034	f2	$[F_2 - H_2]$	0.131034	β	0.908
t1	$[F_1 - OP_1]$	-0.118966	t2	$[OP_2 - F_2]$	0.118966	D	0.908
z1	$[H_1 - OP_1]$	0.012069	z2	$[OP_2 - H_2]$	-0.012069	Φ	7.632



Критерии и шкалы оценивания:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) тестовые задания:
- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) задания с коротким ответом:
- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

3) расчетные задачи, ситуационные, практико-ориентированные задачи / мини-кейсы:
- 5 баллов – задача решена верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход решения);
- 2 балла – решение задачи содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода ее решения, или задача решена не полностью, но получены промежуточные результаты, отражающие правильность хода решения задачи, или, в случае если задание состоит из решения нескольких подзадач, 50% которых решены верно;
- 0 баллов – задача не решена или решение неверно (ход решения ошибочен или содержи грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее изучение задачи).