Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра вычислительной техники

**Паспорт экзамена**

по дисциплине «Математические методы распознавания образов», 2 семестр

## 1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме по тестам. Тест состоит из 40 вопросов

Таким образом, проверяются результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций.

На экзамене преподаватель вправе задавать студенту уточняющие и дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4). Ответ на тест для зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент проводит сравнительный комплексный анализ материала, выявляет проблемы, предлагает механизмы их решения, представляет количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Установленные в программе компетенции сформированы в полном объеме. Оценка составляет *от 36 до 40 баллов.*

Ответ на тест для экзамена засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, способен представить количественные и качественные характеристики процессов. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 28 до* 35 *баллов.*

Ответ тест для экзамена засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 12 до 27 баллов.*

Ответ на тест для экзамена считается **неудовлетворительным** (ниже порогового уровня), если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Установленные в программе компетенции не сформированы. Оценка составляет *менее 12 баллов.*

Критерии оценки ответов студента на тест могут корректироваться разработчиком с учетом специфики дисциплины и закрепленных за ней индикаторов

## 2. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет от 10 до 20 баллов включительно. Сумма менее 12 баллов признается неудовлетворительным результатом промежуточной аттестации по дисциплине.

В общей оценке по дисциплине баллы экзамен учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, установленными в НГТУ.

**3. Вопросы к экзамену по дисциплине «Математические методы распознавания образов»**

Зачет проводится в форме письменного тестирования с использованием электронной информационно-образовательной среда НГТУ (http:// www.nstu.ru/sveden/eos).

Тестовые задания охватывают все содержание «Математические методы распознавания образов».

Тест состоит из 40 вопросов различного вида и позволяет проверить результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций:

1. Что является основной задачей распознавания образов?
2. Что такое «пространство признаков» в ММРО?
3. Как называется процедура обучения, при которой для каждого объекта обучающей выборки известна метка класса?
4. Что понимается под «проклятием размерности» (Curse of Dimensionality)?
5. Какая выборка используется непосредственно для настройки внутренних параметров (весов) алгоритма распознавания?
6. Какое расстояние между точками \(X(x_1, x_2)\) и \(Y(y_1, y_2)\) вычисляется по формуле \(\sqrt{(x_{1}-y_{1})^{2}+(x_{2}-y_{2})^{2}}\)?
7. Какая метрика учитывает ковариацию признаков и масштабирует пространство при вычислении расстояния между точками?
8. В методе \(k\) ближайших соседей (\(k\)-NN) при увеличении значения \(k\) до размера всей выборки:
9. Каким образом метод опорных векторов (SVM) строит разделяющую гиперплоскость?
10. Что такое «ядровой трюк» (Kernel Trick) в методе SVM?
11. На каком допущении основан «наивный» байесовский классификатор?
12. Что такое априорная вероятность класса в формуле Байеса?
13. Какой метод ищет линейную комбинацию признаков, максимизирующую отношение межклассовой дисперсии к внутриклассовой дисперсии?
14. Что оценивает критерий максимума апостериорной вероятности (MAP)?
15. Если плотности распределения признаков для двух классов равны и априорные вероятности классов совпадают, то байесовская граница принятия решений:
16. Какое понятие лежит в основе алгебраического подхода к распознаванию образов Ю.И. Журавлева?
17. Эвристический алгоритм в алгебраическом подходе обычно разбивается на два этапа. Какие это этапы?
18. Что утверждает фундаментальная теорема Журавлева об алгебраическом замыкании эвристических алгоритмов?
19. Как в алгоритмах вычисления оценок (голосования) называется подмножество признаков, по которому проверяется сходство объектов?
20. Решающее правило в алгебраическом подходе осуществляет переход от:
21. Какое логическое высказывание (закономерность) ищется при построении логических методов распознавания?
22. Какой критерий чаще всего используется для выбора признака при расщеплении узла в дереве решений (например, в ID3 или C4.5)?
23. Что такое «стрижка» (Pruning) дерева решений?
24. Каким типом классификатора является алгоритм Случайный лес (Random Forest)?
25. Линейная разделимость классов для решающего дерева:
26. В чем заключается суть метода анализа главных компонент (PCA)?
27. Чем отличается выбор признаков (Feature Selection) от выделения признаков (Feature Extraction)?
28. Какой метод снижения размерности является нелинейным?

29. Что показывает матрица ковариации признаков?
А) Точность работы классификатора по каждому признаку
Б) Степень линейной зависимости между парами признаков
В) Количество пропущенных значений в обучающей выборке
Г) Расстояние от объектов до разделяющей гиперплоскости

30. Какая проблема возникает, если в пространстве признаков присутствуют мультиколлинеарные (сильно зависимые) признаки?
31. Какую роль выполняет функция активации (например, ReLU или Sigmoid) в искусственном нейроне?
32. Какой алгоритм является стандартом для обучения многослойных нейронных сетей (расчета градиентов весов)?
33. Какие слои в сверточных нейронных сетях (CNN) отвечают за инвариантность к небольшим сдвигам изображения и уменьшение пространственного размера признаков?
34. В структурных (синтаксических) методах распознавания образов объект описывается в виде:
35. Что такое переобучение (Overfitting) математической модели распознавания?
36. Что показывает матрица ошибок (Confusion Matrix)?
37. Какая метрика качества вычисляется как отношение истинно положительных срабатываний (TP) к сумме истинно положительных и ложноположительных (TP + FP)?
38. Что такое \(F_{1}\)-мера (\(F_{1}\)-score)?
39. В чем суть кросс-валидации (K-fold Cross-Validation)?
40. Что характеризует площадь под ROC-кривой (AUC-ROC)?

**4. Тест для зачета** по дисциплине «**Математические методы распознавания образов**»[1]

**1. Что является основной задачей распознавания образов?**
А) Сбор и хранение сырых данных
Б) **Отнесение объекта к одному из заранее определенных классов**
В) Визуализация трехмерных графиков
Г) Оптимизация сетевого трафика

**2. Что такое «пространство признаков» в ММРО?**
А) Набор всех эталонных объектов выборки
Б) Физическое место хранения обучающих данных
В) **Математическое множество, элементами которого являются векторы описания объектов**
Г) Множество всех возможных текстовых меток классов

**3. Как называется процедура обучения, при которой для каждого объекта обучающей выборки известна метка класса?**
А) Обучение без учителя (Clustering)
Б) **Обучение с учителем (Supervised Learning)**
В) Обучение с подкреплением (Reinforcement Learning)
Г) Трансдуктивное обучение

**4. Что понимается под «проклятием размерности» (Curse of Dimensionality)?**
А) Нехватка оперативной памяти для хранения матрицы признаков
Б) **Экспоненциальный рост объема данных, необходимого для сохранения плотности точек при росте числа признаков**
В) Линейное замедление работы алгоритма классификации
Г) Невозможность визуализировать данные в 2D или 3D пространстве

**5. Какая выборка используется непосредственно для настройки внутренних параметров (весов) алгоритма распознавания?**
А) Контрольная выборка

[1] Правильные ответы выделены жирным шрифтом

Б) **Обучающая выборка**
В) Тестовая выборка
Г) Валидационная выборка
**6. Какое расстояние между точками \(X(x_1, x_2)\) и \(Y(y_1, y_2)\) вычисляется по формуле \(\sqrt{(x_{1}-y_{1})^{2}+(x_{2}-y_{2})^{2}}\)?**
А) Расстояние Манхэттена
Б) Расстояние Чебышёва
В) **Евклидово расстояние**
Г) Расстояние Махаланобиса
**7. Какая метрика учитывает ковариацию признаков и масштабирует пространство при вычислении расстояния между точками?**
А) Расстояние Минковского
Б) **Расстояние Махаланобиса**
В) Расстояние Хэмминга
Г) Косинусное расстояние
**8. В методе \(k\) ближайших соседей (\(k\)-NN) при увеличении значения \(k\) до размера всей выборки:**
А) Модель станет слишком сильно переобучаться
Б) **Модель будет всегда предсказывать мажоритарный (самый частый) класс выборки**
В) Точность классификации на тесте всегда станет равной 100%
Г) Разделяющая граница классов станет фрактальной
**9. Каким образом метод опорных векторов (SVM) строит разделяющую гиперплоскость?**
А) Минимизирует расстояние до центра масс каждого класса
Б) **Максимизирует зазор (отступ) между классами**
В) Проходит ровно через геометрический центр всех точек выборки
Г) Минимизирует количество признаков объекта
**10. Что такое «ядровой трюк» (Kernel Trick) в методе SVM?**
А) Удаление шумовых объектов из обучающей выборки
Б) Способ быстрого подсчета евклидова расстояния
В) **Отображение признаков в пространство более высокой размерности, где классы становятся линейно разделимыми**
Г) Метод аппроксимации весов нейронной сети
**11. На каком допущении основан «наивный» байесовский классификатор?**
А) На допущении, что все классы имеют одинаковый объем данных
Б) **На допущении о независимости признаков объекта при условии заданного класса**
В) На допущении, что признаки распределены строго по закону Пуассона
Г) На допущении линейной разделимости классов
**12. Что такое априорная вероятность класса в формуле Байеса?**
А) Вероятность признаков при условии, что класс известен
Б) **Вероятность встретить данный класс в генеральной совокупности до анализа признаков конкретного объекта**
В) Вероятность ошибки классификатора первого рода
Г) Нормировочный коэффициент знаменателя формулы
**13. Какой метод ищет линейную комбинацию признаков, максимизирующую отношение межклассовой дисперсии к внутриклассовой дисперсии?**
А) Анализ главных компонент (PCA)
Б) **Линейный дискриминантный анализ (LDA)**
В) Квадратичный дискриминант Фишера
Г) Метод опорных векторов
**14. Что оценивает критерий максимума апостериорной вероятности (MAP)?**

А) Качество работы алгоритма на отложенной выборке
Б) **Наиболее вероятный класс для объекта с учетом наблюдаемых признаков**
В) Минимальный радиус сферы, описывающей класс
Г) Дисперсию шума в измерительном приборе
**15. Если плотности распределения признаков для двух классов равны и априорные вероятности классов совпадают, то байесовская граница принятия решений:**
А) Проходит по границе минимального класса
Б) Не может быть построена
В) **Проходит там, где отношение правдоподобия равно единице**
Г) Сдвигается в пользу класса с большей дисперсией
**16. Какое понятие лежит в основе алгебраического подхода к распознаванию образов Ю.И. Журавлева?**
А) Сверточный слой нейросети
Б) Градиентный спуск
В) **Корректирующие операции над алгоритмами**
Г) Марковские цепи
**17. Эвристический алгоритм в алгебраическом подходе обычно разбивается на два этапа. Какие это этапы?**
А) Нормализация и фильтрация
Б) **Вычисление оценок (информационная матрица) и решающее правило**
В) Оптимизация весов и вычисление градиента
Г) Кластеризация и регрессия
**18. Что утверждает фундаментальная теорема Журавлева об алгебраическом замыкании эвристических алгоритмов?**
А) Задачу распознавания невозможно решить со 100% точностью
Б) Любой алгоритм можно свести к методу ближайшего соседа
В) **Для любой конечной выборки существует линейная комбинация алгоритмов, не допускающая ошибок**
Г) Алгебра алгоритмов применима только к бинарным признакам
**19. Как в алгоритмах вычисления оценок (голосования) называется подмножество признаков, по которому проверяется сходство объектов?**
А) Ядро свертки
Б) **Опорное множество признаков**
В) Градиентный вектор
Г) Главный компонент
**20. Решающее правило в алгебраическом подходе осуществляет переход от:**
А) Текстовых описаний к вещественным числам
Б) **Матрицы оценок (близости) к финальным меткам классов**
В) Непрерывного пространства к дискретным графам
Г) Обучающей выборки к тестовой выборке
**21. Какое логическое высказывание (закономерность) ищется при построении логических методов распознавания?**
А) Предикат, истинный для всех объектов выборки без исключения
Б) **Простой предикат, который выполняется для значительной части одного класса и не выполняется для других классов**
В) Конъюнкция всех признаков первого объекта выборки
Г) Случайное подмножество булевых функций
**22. Какой критерий чаще всего используется для выбора признака при расщеплении узла в дереве решений (например, в ID3 или C4.5)?**
А) Среднеквадратичная ошибка (MSE)
Б) Коэффициент корреляции Пирсона
В) **Прирост информации (Information Gain) или индекс Джини**

Г) Расстояние Махаланобиса

**23. Что такое «стрижка» (Pruning) дерева решений?**

А) Процесс добавления новых уровней в дерево для увеличения точности

Б) **Удаление ветвей дерева, которые ухудшают обобщающую способность и ведут к переобучению**

В) Преобразование дерева решений в систему линейных уравнений

Г) Визуальное сокращение признаков на этапе предобработки

**24. Каким типом классификатора является алгоритм Случайный лес (Random Forest)?**

А) Одиночным линейным классификатором

Б) **Ансамблем решающих деревьев, использующим бэггинг и метод случайных подпространств**

В) Разновидностью многослойного перцептрона

Г) Структурно-лингвистическим методом

**25. Линейная разделимость классов для решающего дерева:**

А) Является строго обязательным условием

Б) Сводит глубину дерева к бесконечности

В) **Не требуется, так как дерево строит кусочно-постоянные разделяющие поверхности, параллельные осям координат**

Г) Достигается только при использовании ядровых функций

**26. В чем заключается суть метода анализа главных компонент (PCA)?**

А) Отбор наиболее важных исходных признаков и удаление остальных

Б) **Отображение данных на новые ортогональные направления (компоненты), вдоль которых дисперсия максимальна**

В) Нелинейное разделение классов с помощью сигмоидальной функции

Г) Поиск кластеров на основе плотности точек

**27. Чем отличается выбор признаков (Feature Selection) от выделения признаков (Feature Extraction)?**

А) Выбор признаков переводит данные в комплексные числа

Б) **Выбор признаков сохраняет исходные признаки (выбирает подмножество), а выделение создает новые признаки на основе старых**

В) Ничем не отличается, это синонимы

Г) Выбор признаков применяется только в обучении без учителя

**28. Какой метод снижения размерности является нелинейным?**

А) Линейный дискриминантный анализ (LDA)

Б) Метод анализа главных компонент (PCA)

В) **t-SNE (t-распределенное стохастическое вложение соседей)**

Г) Сингулярное разложение матриц (SVD)

**29. Что показывает матрица ковариации признаков?**

А) Точность работы классификатора по каждому признаку

Б) **Степень линейной зависимости между парами признаков**

В) Количество пропущенных значений в обучающей выборке

Г) Расстояние от объектов до разделяющей гиперплоскости

**30. Какая проблема возникает, если в пространстве признаков присутствуют мультиколлинеарные (сильно зависимые) признаки?**

А) Модель полностью теряет способность делать предсказания

Б) **Оценки параметров (весов) становятся неустойчивыми, растет дисперсия модели**

В) Автоматически уменьшается объем обучающей выборки

Г) Матрица признаков становится разреженной

**31. Какую роль выполняет функция активации (например, ReLU или Sigmoid) в искусственном нейроне?**

А) Нормализует входной вектор признаков до единичной длины

Б) **Вносит нелинейность в модель, позволяя сети аппроксимировать сложные зависимости**
В) Хранит промежуточные веса связей нейронов
Г) Считает производную функции потерь
**32. Какой алгоритм является стандартом для обучения многослойных нейронных сетей (расчета градиентов весов)?**
А) Алгоритм Левенберга-Марквардта
Б) **Алгоритм обратного распространения ошибки (Backpropagation)**
В) Генетический алгоритм оптимизации
Г) Алгоритм кластеризации K-средних
**33. Какие слои в сверточных нейронных сетях (CNN) отвечают за инвариантность к небольшим сдвигам изображения и уменьшение пространственного размера признаков?**
А) Полносвязные слои (Dense)
Б) **Слои подвыборки / пулинга (Pooling)**
В) Слои пакетной нормализации (Batch Normalization)
Г) Рекуррентные слои (LSTM)
**34. В структурных (синтаксических) методах распознавания образов объект описывается в виде:**
А) Многомерного вектора действительных чисел
Б) Вероятностного распределения Гаусса
В) **Иерархической системы взаимосвязанных простых элементов (примитивов), графов или грамматик**
Г) Системы дифференциальных уравнений
**35. Что такое переобучение (Overfitting) математической модели распознавания?**
А) **Ситуация, когда модель отлично распознает обучающую выборку, но показывает плохие результаты на новых данных**
Б) Процесс слишком долгого вычисления весов на суперкомпьютере
В) Состояние, когда точность модели на тесте равна точности на обучении
Г) Ошибка в коде алгоритма, приводящая к делению на ноль
**36. Что показывает матрица ошибок (Confusion Matrix)?**
А) Общее время работы алгоритма на сервере
Б) **Таблицу распределения предсказанных классов в сопоставлении с истинными классами**
В) Список признаков, в которых содержатся шумы и пропуски
Г) Градиенты целевой функции по всем слоям модели
**37. Какая метрика качества вычисляется как отношение истинно положительных срабатываний (TP) к сумме истинно положительных и ложноположительных (TP + FP)?**
А) Полнота (Recall)
Б) **Точность (Precision)**
В) Доля правильных ответов (Accuracy)
Г) Специфичность (Specificity)
**38. Что такое \(F_{1}\)-мера (\(F_{1}\)-score)?**
А) Максимальное значение функции правдоподобия
Б) Среднее арифметическое между ошибками 1-го и 2-го рода
В) **Гармоническое среднее между Precision (точностью) и Recall (полнотой)**
Г) Площадь под ROC-кривой
**39. В чем суть кросс-валидации (K-fold Cross-Validation)?**
А) Обучение К различных моделей на абсолютно разных датасетах
Б) **Разбиение выборки на К частей, где поочередно каждая часть используется как тест, а остальные К-1 — как обучение**

В) Проверка работы модели на данных, сгенерированных случайным образом
Г) Метод подбора шага градиентного спуска

**40. Что характеризует площадь под ROC-кривой (AUC-ROC)?**

А) **Качество бинарной классификации (способность модели разделять два класса независимо от порога)**
Б) Скорость сходимости алгоритма обучения
В) Процент утерянной информации при снижении размерности пространства
Г) Степень линейной зависимости между признаками и целевой переменной

Утверждаю:
Зав. кафедрой ____ _____ ФИО
«____» _____ 20_ г.