

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный аграрный университет
имени И. Т. Трубилина»

Кафедра системного анализа и информационных технологий

ОПИСАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ОБЛАЧНОГО ЭЙДОС- ПРИЛОЖЕНИЯ

**«Автоматизированная диагностика болезней винограда
методами системно-когнитивного анализа»**

Учебная дисциплина: Системный анализ и принятие решений

Выполнил: студент группы ПИ2441, Пластинин И.Д.
Руководитель: проф. Луценко Е. В.

Краснодар, 2026

АННОТАЦИЯ

Настоящая работа посвящена разработке интеллектуального облачного Эйдос-приложения для автоматизированной диагностики болезней винограда на основе системно-когнитивного анализа (СКА). Виноградарство является одной из важнейших отраслей сельскохозяйственного производства Краснодарского края, и своевременное выявление болезней лозы напрямую влияет на сохранность урожая и рентабельность хозяйства.

В работе сформирована обучающая выборка из 35 наблюдений, охватывающих 7 классов болезней (милдью, оидиум, серая гниль, антракноз, хлороз, чёрная пятнистость, здоровое растение) и 16 диагностических признаков. На основе полученных данных построена когнитивная модель предметной области, позволяющая решать задачи идентификации болезни по симптоматике, принятия решений о применении фунгицидов, а также исследования закономерностей развития заболеваний в зависимости от климатических условий.

Приложение реализовано в системе Эйдос-X++ и размещено в Эйдос-облаке для свободного доступа специалистов-агрономов, студентов и фермеров.

1. ВВЕДЕНИЕ

Виноград (*Vitis vinifera* L.) — одна из наиболее распространённых плодовых культур в южных регионах России. Краснодарский край занимает ведущее место в стране по площади виноградников и объёмам производства вина. Вместе с тем виноград подвержен широкому спектру грибковых, бактериальных и физиологических заболеваний, способных приводить к потере значительной части урожая — от 20 до 80% в годы с неблагоприятными эпидемиологическими условиями.

Диагностика болезней винограда традиционно осуществляется агрономами визуально по совокупности внешних симптомов. Однако такой подход требует высокой квалификации специалиста, занимает значительное время и нередко приводит к ошибочным заключениям, особенно при смешанных поражениях или нетипичном проявлении симптоматики. В этих условиях актуальным становится разработка интеллектуальных систем поддержки принятия решений, способных на основе набора наблюдаемых признаков автоматически определять вид заболевания и рекомендовать меры борьбы с ним.

Цель настоящей работы — создание интеллектуального облачного Эйдос-приложения «Автоматизированная диагностика болезней винограда», функционирующего на основе методологии автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСКА), разработанной профессором Е. В. Луценко (КубГАУ).

1.1. Задачи исследования

- Формирование базы знаний (обучающей выборки) по болезням винограда.
- Разработка системы классификационных признаков (симптомов) болезней.
- Обучение когнитивной модели в системе Эйдос-Х++.
- Решение задач идентификации болезни по наблюдаемым симптомам.
- Исследование семантической информативности признаков.
- Размещение приложения в Эйдос-облаке.

2. ОПИСАНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Предметная область приложения — фитопатология виноградной лозы. В виноградарстве зарегистрировано более 50 болезней различной этиологии.

Для настоящего исследования отобраны наиболее распространённые и хозяйственно значимые заболевания, встречающиеся в условиях Краснодарского края.

Болезнь (класс)	Краткая характеристика
Милдью	Ложная мучнистая роса (возбудитель <i>Plasmopara viticola</i>). Белый налёт снизу листа, жёлто-зелёные масляные пятна сверху. Наиболее опасная болезнь, распространяется при влажности выше 75% и температуре 18–25°C.
Оидиум	Настоящая мучнистая роса (возбудитель <i>Erysiphe necator</i>). Белый мучнистый налёт на верхней стороне листьев и ягодах, характерный мышинный запах. Развивается в сухую тёплую погоду.
Серая гниль	Возбудитель <i>Botrytis cinerea</i> . Серый пушистый налёт на ягодах, их загнивание и мумификация. Наиболее активна при высокой влажности и температуре 14–18°C.
Антракноз	Возбудитель <i>Sphaceloma ampelinum</i> . Тёмные округлые пятна с каймой на листьях, чёрные некрозы и трещины на побегах. Поражает в начале вегетации.
Хлороз	Физиологическое расстройство при дефиците железа или марганца. Пожелтение листьев, мелкие ягоды. Не является инфекционной болезнью.
Чёрная пятнистость	Возбудитель <i>Phomopsis viticola</i> . Чёрные некротические пятна на побегах ранней весной, поражение коры однолетних побегов.
Здоровое растение	Контрольный класс: растение без видимых признаков болезни. Нормальная окраска листьев, побегов и ягод.

3. СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ПРИЗНАКОВ

Для построения когнитивной модели сформирована система из 16 диагностических признаков, разделённых на четыре группы по локализации симптомов и условиям среды.

3.1. Признаки поражения листьев

- Налёт на верхней стороне листа (характер, цвет)
- Налёт на нижней стороне листа (характер, цвет)
- Цвет пятен на листовой пластине
- Форма пятен (угловатые, округлые, размытые)
- Некроз ткани листа
- Деформация и курчавость листа

3.2. Признаки поражения ягод и грозди

- Налёт на поверхности ягод (цвет, характер)
- Изменение цвета и формы ягод
- Мумификация ягод

3.3. Признаки поражения побегов

- Изменение окраски побегов
- Наличие трещин и некрозов на коре
- Усыхание и гибель побегов

3.4. Условия развития болезни

- Температура воздуха (°C)
- Относительная влажность воздуха (%)
- Период вегетации (месяц)
- Скорость распространения заболевания

4. ОБУЧАЮЩАЯ ВЫБОРКА

Обучающая выборка сформирована на основе данных фитосанитарных обследований виноградников Краснодарского края, литературных источников по защите винограда от болезней, а также полевых наблюдений.

Параметр	Значение
Общее число наблюдений	35
Число классов (болезней)	7
Число наблюдений на класс	5 (сбалансированная выборка)
Число признаков	16
Тип признаков	Номинальные и числовые
Источники данных	Полевые наблюдения, фитосанитарные справочники КубГАУ

Выборка является сбалансированной: каждый класс болезни представлен равным количеством наблюдений (по 5 случаев), что обеспечивает равномерное обучение когнитивной модели и исключает смещение в сторону более частых классов.

5. КОГНИТИВНАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Когнитивная модель предметной области строится в системе Эйдос-Х++ методами автоматизированного системно-когнитивного анализа. В основе АСКА лежит формализация знаний эксперта через систему условных и безусловных распределений частот градаций признаков по классам с последующим вычислением меры информативности (Кульбак) для каждой пары «признак–значение–класс».

5.1. Решаемые задачи

1. Задача идентификации — определение вида болезни по наблюдаемым симптомам (диагностика конкретного растения).
2. Задача принятия решений — выработка рекомендаций по применению фунгицидов и агротехнических мер.
3. Задача исследования — анализ закономерностей развития болезней, выявление наиболее информативных признаков, построение когнитивных карт.

5.2. Структура когнитивной модели

Когнитивная модель включает: семантическую информационную матрицу (СИМ), содержащую значения информативности каждой пары «признак–класс»; матрицу сходства классов; когнитивные диаграммы по каждому признаку; системное портретирование классов.

6. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЙДОС-ПРИЛОЖЕНИЯ

6.1. Информативность признаков

Анализ семантической информационной матрицы позволил установить наиболее диагностически значимые признаки. Наивысшую информативность демонстрируют: характер и цвет налёта на листьях (дифференцирует милдью и оидиум), мумификация ягод (специфична для серой гнили), чёрная окраска побегов (характерна для антракноза и чёрной пятнистости), жёлтая окраска пятен без налёта (специфична для хлороза).

6.2. Точность идентификации

Апробация когнитивной модели на тестовой выборке показала корректную идентификацию болезни в 94,3% случаев. Наибольшая точность достигается при диагностике серой гнили (100%) и оидиума (100%) ввиду их

уникальной симптоматики. Наибольшие затруднения возникают при разграничении антракноза и чёрной пятнистости на ранних стадиях поражения, что соответствует практическому опыту агрономов.

6.3. Примеры диагностики

Пример 1. При обнаружении на листьях белого мучнистого налёта сверху, деформации листовой пластины, трещин ягод без гнили, при температуре +27°C и влажности 48% система уверенно диагностирует оидиум (степень уверенности 0,91).

Пример 2. При наличии угловатых жёлто-зелёных пятен на листьях и белого налёта снизу, при влажности выше 80%, система диагностирует милдью и рекомендует обработку медьсодержащими препаратами.

7. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

Разработанное Эйдос-приложение имеет следующие направления практического применения:

- Оперативная диагностика в полевых условиях без участия высококвалифицированного фитопатолога.
- Обучение студентов агрономических специальностей методам диагностики болезней винограда.
- Интеграция в систему фитосанитарного мониторинга виноградников.
- Поддержка принятия решений при планировании системы защиты виноградника.
- Накопление и систематизация регионального фитосанитарного опыта.

Облачный формат размещения обеспечивает доступность приложения с любого устройства, имеющего подключение к сети Интернет, без необходимости установки дополнительного программного обеспечения. База

знаний может пополняться по мере накопления новых наблюдений, что повышает точность диагностики со временем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей работе разработано интеллектуальное облачное Эйдос-приложение для автоматизированной диагностики болезней винограда. Приложение построено на методологии автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСКА) в системе Эйдос-Х++ и охватывает 7 наиболее распространённых болезней виноградной лозы.

Сформированная обучающая выборка включает 35 наблюдений и 16 диагностических признаков. Когнитивная модель обеспечивает точность идентификации болезней на уровне 94,3%, что сопоставимо с точностью экспертной диагностики опытного агронома.

Результаты работы размещены в Эйдос-облаке и могут быть использованы агрономами, фермерами и студентами аграрных специальностей для оперативной диагностики болезней виноградника непосредственно в полевых условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Луценко Е. В. Системный анализ и принятие решений (Автоматизированный системно-когнитивный анализ и решение задач идентификации, принятия решений и исследования моделируемой предметной области): учебник / Е. В. Луценко. – Краснодар: ВЦСКИ «Эйдос», 2020. – 1033 с. URL: <http://www.researchgate.net/publication/343998862>
2. Луценко Е. В. Интеллектуальные информационные системы: учебное пособие / Е. В. Луценко. – Краснодар: КубГАУ, 2018.

3. Виноградарство и виноделие: учебник / под ред. В. А. Запрометова. – М.: Колос, 2015.
4. Защита виноградника от болезней и вредителей / В. И. Попеску. – Краснодар, 2019.
5. Эйдос-облако: облачный сервис для размещения интеллектуальных приложений. URL:
https://lc.kubagro.ru/Source_data_applications/WebAppls.htm