

УДК 634.8:681

UDC 634.8:681

DOI 10.30679/2219-5335-2021-3-69-1-19

DOI 10.30679/2219-5335-2021-3-69-1-19

**РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОЙ
БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА
СОРТОВ ВИНОГРАДА
И ПРИМЕНЕНИЯ В СЕЛЕКЦИИ¹**

**DEVELOPMENT
OF AN ELECTRONIC DATABASE
FOR ASSESSING THE ECOLOGICAL
POTENTIAL OF GRAPE VARIETIES
AND THEIR APPLYING IN BREEDING¹**

Ильина Ирина Анатольевна¹
д-р техн. наук, профессор
заместитель директора по науке
e-mail: kubansad@kubannet.ru

Irina Irina Anatolyevna¹
Dr. Tech. Sci., Professor
Deputy Chief for Science
e-mail: kubansad@kubannet.ru

Петров Валерий Семенович¹
д-р с.-х. наук
ведущий научный сотрудник
лаборатории управления
воспроизводством в ампелоценозах
и экосистемах
e-mail: petrov_53@mail.ru

Petrov Valeriy Semionovich¹
Dr. Sci. Agr.
Leading Researcher Associate
of Laboratory of Reproduction
in the Ampelocenosis
and Ecological Systems
e-mail: petrov_53@mail.ru

Попова Дарья Викторовна²
директор
e-mail: ilina.daria@gmail.com

Popova Daria Viktorovna²
Director
e-mail: ilina.daria@gmail.com

Соколова Виктория Викторовна¹
канд. с.-х. наук
заведующая научно-
образовательным сектором
e-mail: KudryshovaVV@yandex.ru

Sokolova Viktoriya Viktorovna¹
Cand. Agr. Sci.
Head of Scientific
Educational Sector
e-mail: KudryshovaVV@yandex.ru

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия»,
Краснодар, Россия*

*Federal State Budget
Scientific Institution
«North-Caucasian Federal
Scientific Center for Horticulture,
Viticulture, Winemaking»,
Krasnodar, Russia*

*ООО «Малое инновационное предприятие
«АмпелоИнформПродукт»,
Краснодар, Россия*

*LLC «Small Innovative Enterprise
«AmpeloInformProdukt»,
Krasnodar, Russia*

В статье актуализирована необходимость
создания электронной базы данных
генофонда винограда, ориентированной

In the article is actualized the need
of creation an electronic database
of the grape gene pool, focused

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № МФИ-20.1/19

¹ The research was carried out with the financial support of the Kuban science Foundation in the framework of the scientific project № MFI-20.1/19

на характеристику его экологического потенциала. Приведена поэтапная разработка архитектуры электронной базы данных для оценки экологического потенциала сортов и документации генофонда винограда, включая интерфейс программы; словарь данных, которые должны храниться в базе; типы данных для каждого элемента. Проанализированы требования, предъявляемые сортоведами, селекционерами, агрономами и технологами-виноделами к электронной базе данных, проведен анализ основных характеристик сортов винограда, которые должны быть включены в базу данных с учетом реакции растений на специфичность условий среды и устойчивость к абиотическим факторам, вследствие чего, в качестве характеристик, наиболее полно описывающих хозяйственно ценные признаки сортов винограда, выбран 81 показатель, сгруппированный по функциональным группам. Построена логическая структура и проведено физическое проектирование базы данных. Для реализации задачи подбора сортов по заданным критериям реализовано три алгоритма в зависимости от вида и требований пользователей к подбираемым сортам. Ввиду усиления стрессорности среды и необходимости концентрации внимания на экологических характеристиках сортов на основании анализа эмпирических данных установлены физиолого-биохимические показатели, наиболее полно характеризующие устойчивость сортов винограда к абиотическим стрессам. Разработаны алгоритмы оценки генотипов с ориентацией на погодно-климатическую специфику. С целью ранжирования сортоформ по степени устойчивости к обезвоживанию и экстремально низким и высоким температурам разработана шкала сортов-тестеров (эталонов) от низко до высокоустойчивых. Разработанный алгоритм и сопутствующие элементы позволили создать концептуальную модель системы принятия решений по дифференцированной оценке стрессоустойчивости образцов винограда и их использованию в различных климатических зонах.

on the characteristics of its ecological potential. A step-by-step development of an electronic database architecture for assessing the ecological potential of grape varieties and documentation of the grape gene pool, including the program interface; a dictionary of data to be stored in the database; data types for each element are presented. The requirements imposed by variety specialists, breeders, agronomists and technologists-winemakers to the electronic database are analyzed, analysis of the main characteristics of grape varieties that should be included in the database are conducted, taking into account the reaction of plants to the specificity of environmental conditions and resistance to abiotic factors, as a result of which 81 parameters, grouped by functional groups, are selected as the characteristics that most fully describe the economically valuable characteristics of grape varieties. The logical structure is constructed and the physical design of the database is carried out. To implement the task of selecting varieties according to the specified criteria, three algorithms are implemented, depending on the type and user requirements for the selected varieties. Due to the increased stressfulness of the environment and the need of focusing on the ecological characteristics of varieties, based on the analysis of empirical data, physiological and biochemical indicators that most fully characterize the resistance of grape varieties to abiotic stresses have been established. Algorithms for assessing genotypes with a focus on weather and climate specifics have been developed. In order to rank the variety forms according to the degree of resistance to dehydration and extreme low and high temperatures, a scale of test varieties (standards) from low to high resistant has been developed. The developed algorithm and related elements allowed to create a conceptual model of the decision-making system for the differentiated assessment of the stress resistance of grape samples and their use in different climatic zones. in different climatic zones.

Ключевые слова: ВИНОГРАД, СОРТ, ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ, УСТОЙЧИВОСТЬ, БАЗА ДАННЫХ, АЛГОРИТМ

Key words: GRAPES, VARIETY, ECONOMIC VALUABLE FEATURES, SUSTAINABILITY, DATABASE, ALGORITHM

Введение. В нестабильных погодных условиях последних десятилетий уровень реализации потенциала хозяйственной продуктивности используемых сортов винограда варьирует в диапазоне от 36 до 86 % и составляет в среднем 60 %. В России 37 % из общего числа используемых сортов имеют очень низкий уровень реализации потенциала хозяйственной продуктивности – менее 50 % и только 23 % сортов винограда обладают удовлетворительным уровнем реализации потенциала хозяйственной продуктивности – 60-70 %. Высокий уровень, 80 % и более, показывают единичные сорта. В связи с этим актуальность исследований обусловлена необходимостью повышения эффективности использования генетических ресурсов винограда в селекции и сельскохозяйственном производстве, острой необходимостью в сортах, обладающих высокой комплексной экологической устойчивостью, способствующей стабилизации плодоношения и увеличению уровня реализации потенциала хозяйственной продуктивности насаждений не менее чем до уровня 80 % [1-3].

Решение этих задач возможно при использовании информационных технологий, которые позволяют накапливать большие массивы данных, проводить системный анализ и на основе разработки математических моделей решать задачи по оптимизации сортимента для конкретных почвенно-климатических условий, проведению традиционной и клоновой селекции винограда по целевым признакам [4].

Многие страны мира реализуют национальные программы, направленные на сохранение и использование генетических ресурсов растений (Франция, США, Индия, Италия, Испания, Португалия, Германия и др.), в которых наиболее важное направление отводится вопросам выявления и се-

лекционного использования доноров важнейших селекционно-ценных признаков у винограда. В настоящее время сбор и хранение информации о сортименте винограда реализовано в национальных базах данных: *Italian Vitis Database (VitisDB)* – публично открытая итальянская база данных Vitis L., описывающая более 2300 образцов по 9 характеристикам; *La Vigne et le vin* – французская база данных, содержащая информацию о 577 сортах по 8 параметрам; *Portuguese Vitis Database* – португальская база данных Vitis L., описывающая около 300 сортов по 10 параметрам; *Greek Vitisdatabase* – греческая база данных Vitis L. включающая ампелографическое описание 270 сортов по 10 параметрам; *Swiss Vitis Microsatellite Database (SVMD)* – швейцарская база данных микросателлитных последовательностей 170 сортов винограда; *Vitis International Variety Catalogue* – международный каталог винограда, содержащий информацию более чем о 1500 сортах. Из всех баз данных последняя описывает сорта наиболее полно, характеристики разделены на функциональные группы: виды, родословная, данные по селекции и генетике, паспортные данные, микросателлитные данные, информация о размещении сортов в странах, выращивающих данную культуру [5].

В Российской Федерации накоплен уникальный коллекционный фонд автохтонных, интродуцированных и стародавних сортов, а также сортов современной селекции различного видового происхождения, которые в совокупности не документировались и не изучались с учетом их реакции на специфичность условий среды разных зон выращивания и устойчивости к абиотическим факторам.

Основными центрами сбора, хранения и изучения генетических ресурсов винограда в России являются: Анапская зональная опытная станция виноградарства и виноделия – филиал Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия (г.-к. Анапа), Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия (г. Новочеркасск), Национальный институт винограда

и вина «Магарач» (г. Ялта), кафедра виноградарства Кубанского государственного аграрного университета (г. Краснодар), Крымская опытно-селекционная станция (г. Крымск), Дагестанская селекционная опытная станция виноградарства и овощеводства (г. Дербент), Абхазский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (г. Сухуми) и другие. Однако отсутствует точная и системная информация по широкому спектру адаптивности, экологической устойчивости, биологическому и продукционному потенциалам сортов и форм в разных природных, почвенно-климатических условиях географически удаленных друг от друга регионов.

Основной целью исследований являлся анализ основных характеристик сортов винограда, которые должны быть включены в базу данных с учетом реакции растений на специфичность условий среды разных зон выращивания и устойчивости к абиотическим факторам, а также разработка архитектуры электронной базы данных для документации генофонда винограда, ориентированной на характеристику его экологического потенциала.

Объекты и методы исследований. Объекты исследований – сорта винограда различного эколого-географического происхождения, представленные во Всероссийской ампелографической коллекции Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия (г.-к. Анапа), насчитывающей более 4000 сортоформ винограда, привлеченных из 30 коллекций 14 стран мира: Германии, США, Италии, Греции, Испании, Чехии, Японии, Молдавии, Украины, Узбекистана, Туркмении, Белоруссии и др. [6] Исследования проводились на основе комплексного подхода, характеризующегося использованием возможностей и методов информационных технологий, математического анализа, а также методов экологической физиологии растений, включая полевые и приборно-аналитические методы изучения растительных объектов, с использованием достижений генетики и молекулярной биологии. Методологическая база включает современные методы моделирования и информационных технологий [7-19].

Для составления баз данных использовались эмпирические данные, ранее полученные в Северо-Кавказском федеральном научном центре садоводства, виноградарства, виноделия.

Обсуждение результатов. Изучение генетических коллекций предполагает выявление образцов с интересующими признаками, проверку этих показателей, изучение наследования этих свойств в гибридных комбинациях, определение детерминации важнейших для селекции признаков на геномном уровне, инвентаризацию имеющихся доноров и источников, анализ и обобщение результатов исследований для формирования электронных баз данных.

За основу определения основных характеристик, которые должны быть включены в базу данных, были взяты требования, предъявляемые сортоведами, селекционерами, агрономами и технологами-виноделами к разрабатываемой системе.

Для сортов важны сроки созревания, их органолептическая оценка, продуктивность, наличие генов устойчивости к биотическим и абиотическим факторам и так далее. Некоторые трудности при разработке информационной системы связаны с тем, что в изучаемом генофонде винограда встречаются многочисленные межвидовые гибриды, клоны и мутантные формы. Кроме того, виноград, относящийся к роду *Vitis Vinifera*, отличается значительным генетическим полиморфизмом.

Определенную специфику в разработку информационной системы вносят и биологические особенности винограда, имеющего многолетний цикл развития, а также двухкомпонентность (подвой, привой) из-за необходимости прививать сорт на соответствующий подвой для решения ряда проблем (устойчивость к филлоксере, к извести и т.д.). При этом подвой может существенно изменять физиологию многолетнего растения, что необходимо учитывать при описании культурных форм и сортов.

В настоящее время, в связи с изменениями климата, участвующими погодно-климатическими стрессами, большое значение приобретает информация о наличии у сортов генов устойчивости к абиотическим стресс-факторам: обезвоживание, высокая температура во второй половине вегетационного периода и резкое снижение температуры до критических величин осенью, зимой, весной. В связи с этим разрабатываемая база данных сортов винограда должна обладать экологической направленностью.

В связи с вышеизложенным, помимо непосредственной разработки структуры базы данных, а также программы для работы с ней, требовалось установление физиолого-биохимических показателей, наиболее полно характеризующих устойчивость сортов винограда к абиотическим стрессам.

На основании проведенного анализа эмпирических данных, полученных по результатам многолетних исследований в анапо-таманской зоне Краснодарского края, к наиболее значимым биохимическим показателям адаптации сортов винограда к стрессорам летнего периода отнесены: содержание в листьях сахарозы, крахмала, пролина, белка, аскорбиновой кислоты, хлорофилла а+б, каротина, индолилуксусной кислот, абсцизовой кислоты, малонового диальдегида, сумма фенолкарбоновых и органических кислот.

В результате оценки зимних повреждений растений винограда, ориентированной на четыре компонента зимостойкости (устойчивость к ранним морозам, морозоустойчивость в период покоя, выход из покоя, устойчивость к весенним заморозкам) к биохимическим показателям адаптации межвидовых гибридов винограда к стрессорам зимнего периода отнесены: содержание сахарозы, крахмала, пролина, белка, абсцизовой кислоты, малонового диальдегида, сумма фенолкарбоновых кислот, сумма катионов [20].

В целом на основании обобщения требований различных потенциальных пользователей информационной системы, проведенного анализа эмпи-

рических данных и с учетом биологических особенностей культуры винограда в качестве параметров, наиболее полно удовлетворяющих потребности и описывающих признаки сортов винограда, выбрана 81 характеристика.

При проектировании базы данных хозяйственно ценных признаков сортов винограда составлен словарь данных, перечисляющий и определяющий отдельные элементы данных, которые должны храниться в базе, и содержащий информацию, которая описывает сорта наиболее полно и подробно. Определены типы данных для каждого элемента и в связи с тем, что помимо хранения данных, необходимо будет извлекать их из базы, текстовые элементы таблиц, заменены на числовые.

Данные, описывающие сорт, разделены по следующим функциональным группам:

общая характеристика сорта – включает информацию: *направление использования* («столовый», «технический», «универсальный»); *сила роста*; *стабильность плодоношения*; *масса грозди*; *форма*; *цвет*; *размер*; *окрас ягоды*; *наличие семян* («семенной», «бессемянный»); *масса ягоды* (минимальная, максимальная, среднемноголетняя; *индекс продуктивности*, *средний урожай с куста*); *фотография сорта* (ссылка на местоположение фотографии сорта);

устойчивость к био- и абиотическим факторам – информация об устойчивости/восприимчивости сорта к различным стресс-факторам среды (болезням, вредителям, температурным и водным стрессам). Включает следующие параметры – *устойчивость/восприимчивость к милдью*; *оидиуму*; *серой гнили*; *черной гнили*; *черной пятнистости*; *антракнозу*; *вирусным заболеваниям*; *филлоксере*; *хлорозу*; *известки*; *морозоустойчивость*; *засухоустойчивость*; *жаростойкость* (для всех параметров, кроме устойчивости к низким температурам указывается балл устойчивости/восприимчивости, для последнего параметра – минимально допустимая температура);

фенологические показатели – включает информацию: *продолжительность вегетации, дней* (указывается количество дней); *сокодвижение* – дата (число.месяц); *рост побегов и соцветий* – дата (число.месяц); *цветение* – дата (число.месяц); *рост ягод* – дата (число.месяц); *начало созревания* – дата (число.месяц); *полная зрелость* – дата (число.месяц).

ростовые характеристики – средняя длина однолетнего побега; число побегов на 1 кусте; число листьев на 1 кусте; число гроздей на 1 кусте; средняя площадь листовой пластинки; средний вес семян на 1 кг ягод;

агробиологическая характеристика урожая – количество глазков, побегов, плодовых побегов, гроздей, коэффициент плодоношения; коэффициент плодоносности; коэффициент распускания почек;

физико-химический состав ягод винограда – включает информацию о содержании в ягоде *витаминов – В9, С; катехинов; антоцианов; лейкоантоцианов; содержании сахара и другие; кислотность; глюкоацидометрический показатель;*

дегустационные оценки – для столовых сортов содержит информацию: *органолептические показатели* – описание вкуса ягод; *дегустационные баллы винограда; винограда сушеного; виноградного сока.* Для технических сортов – дегустационные баллы *вина сухого; сухого молодого; сухого выдержанного; сухого марочного; сухого коллекционного; десертного молодого; десертного; десертного выдержанного; десертного марочного; десертного коллекционного;*

донорство – информация о том, может ли сорт быть донором устойчивости к биотическим факторам: *милдью, оидиуму, серой гнили, черной гнили, черной пятнистости, антракнозу, вирусным заболеваниям, филлоксере, хлорозу и др., устойчивости к абиотическим факторам, в том числе к низким температурам, указывается минимальная температура; устойчивости к извести; донором крупной ягоды («да», «нет»); мускатного аромата («да», «нет»); сроков созревания («да», «нет»); уровня урожайности («да», «нет»); качества урожая («да», «нет»); донора наличия семян («да», «нет»);*

правовая основа – информация о происхождении сорта (в том числе генетическом), времени его создания и внесения в Государственный реестр. Содержит следующие параметры: *генетическое происхождение* – информация о генотипах, использованных для создания данного сорта; *происхождение (вид)*; *год создания*; *год внесения в Госреестр*; *автор(ы)*; *наличие патента*; *обладатель прав*, информация об авторе сорта и обладателе прав на этот сорт.

На следующем этапе проведено логическое проектирование базы данных на основе реляционной модели данных, описывающей как организовать данные в таблицах и как определить связи между ними.

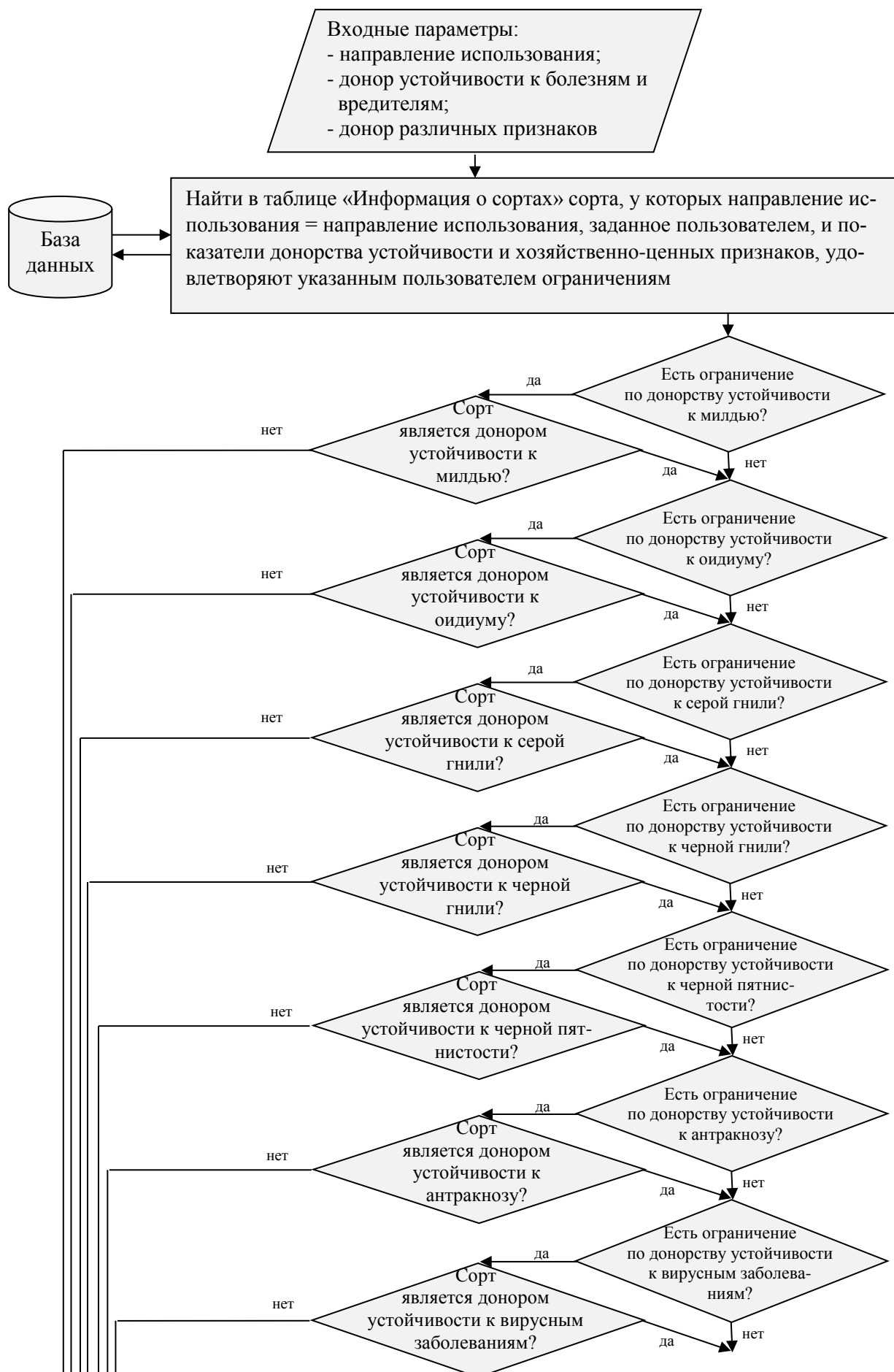
С целью осуществления контроля над целостностью и достоверностью данных проведено физическое проектирование базы данных, разработана система управления базой данных с детальным описанием ее работы.

Одной из основных задач проектируемой базы данных с СУБД является информационная поддержка селекционного процесса. Целью выведения новых сортоформ является сортоулучшение, обеспечивающее наличие высокоурожайного сортимента, устойчивого к био- и абиотическим факторам среды. Для этого необходим отбор сортов, которые могут являться донорами генов.

Особенно важными наследуемыми признаками при создании новых сортоформ являются: высокая продуктивность и качество винограда, устойчивость к температурным стрессам, устойчивость к филлоксере, устойчивость к болезням, бессемянность, ранний срок созревания, мускатный аромат, крупная ягода.

В проектируемой информационной системе входными параметрами при подборе являются направление использования сорта и способность сорта быть донором определенных хозяйственно ценных признаков. Обязательными параметрами для отбора может быть как один, так и несколько наследуемых признаков, передаваемых донорами при создании нового сорта.

Алгоритм подбора сортов для создания сортоформ приведен на рис. 1.



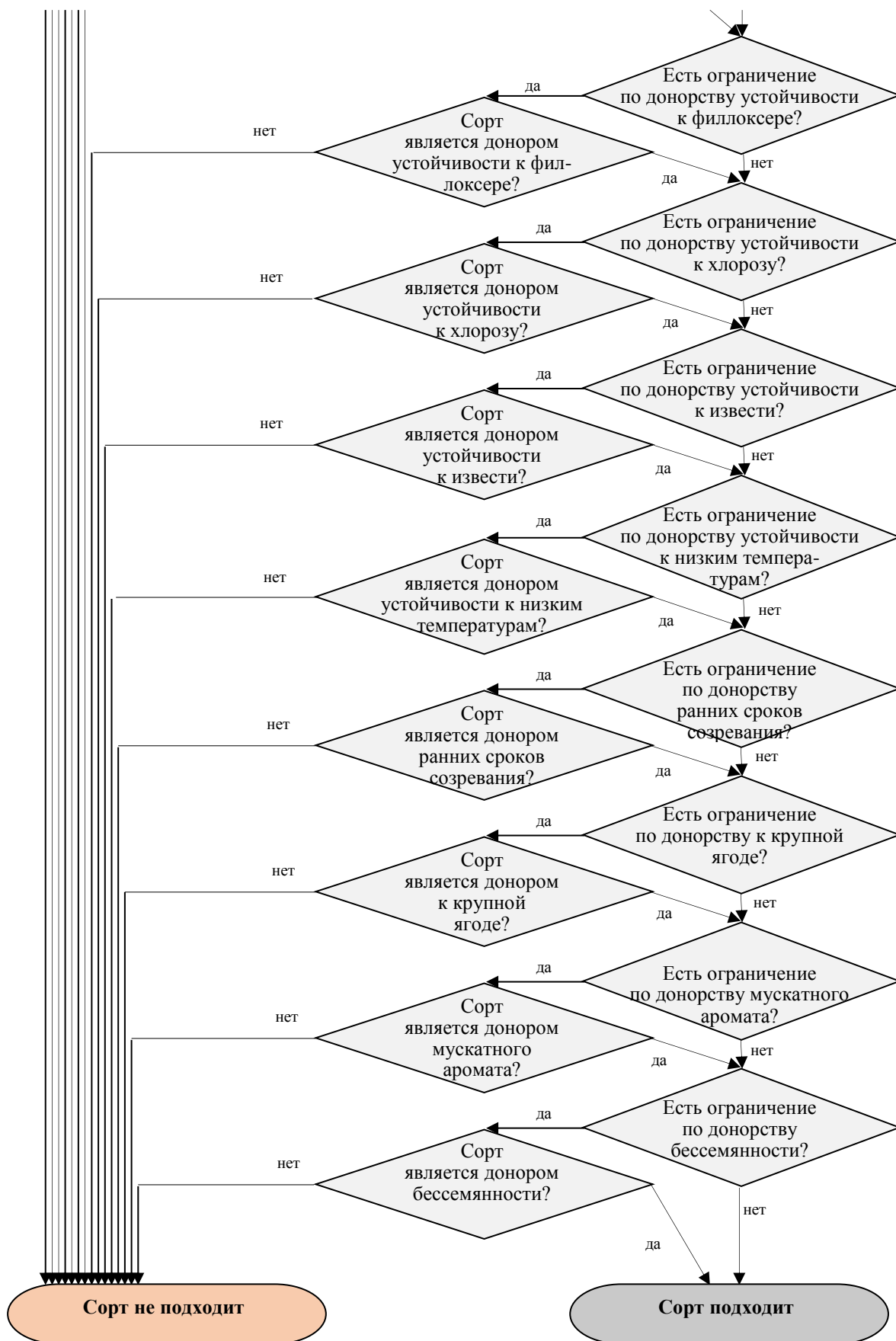


Рис. 1. Алгоритм подбора сортов винограда для селекции

Для реализации задачи подбора сортов по заданным критериям практически реализовано три варианта алгоритма в зависимости от вида и требований пользователей к подбираемым сортам:

- подбор сортов для создания новых сортоформ с заданными целевыми признаками;
- подбор сортов для формирования сортового конвейера;
- подбор сортов для качественного виноделия.

Ниже приведены виды информации, запрашиваемые программой, в зависимости от вида и требований пользователей к подбираемым сортам.

В первом варианте в качестве входных параметров **подбора сортов для селекции новых сортоформ** селекционером вводятся запросы по направлению использования и донорству требуемых хозяйственно ценных признаков и генов устойчивости к определенным болезням или вредителям (рис. 2).

Подбор сортов для селекции

Направление использования сорта

столовый

технический

универсальный

Донор устойчивости:

к антракнозу		к черной пятнистости		к хлорозу	
к оидиуму		к антракнозу		к известке	
к серой гнили		к вирусной заболеваемости		к низким температурам	
к черной гнили		к филоксере			

Донор ранних сроков созревания

Донор крупной ягоды

Донор мускатного аромата

Донор бессемянности

Рис. 2. Входные параметры подбора сортов для селекции новых сортоформ

В результате селекционер получает перечень сортов, указанного направления использования и являющихся донорами устойчивости к конкретному заболеванию и требуемых хозяйственно-ценных признаков.

При подборе сортов *для сортового конвейера* запрашивается диапазон созревания ягод (обязательно), а также направление использования и диапазон периода вегетации (данные параметры могут не задаваться, тогда эти условия не будут учитываться при формировании запроса к базе) (рис. 3).

Рис. 3. Запрос диапазона созревания ягод

Перед началом реализации алгоритма проводится проверка корректности внесенной информации о диапазоне сроков созревания и периоде вегетации, чтобы параметры «от» не были больше параметров «до».

В результате ПЭВМ выдает перечень сортов, созревающих в указанный период, а также удовлетворяющих дополнительным ограничениям, если они внесены на странице ввода (рис. 4).

Сорта для сортового конвейера										
Сорт	Направление использования	Цвет ягоды	Стабильность плодоношения	Продолжительность вегетации, дн	Фенологические периоды					
					Сокодвижение	Рост побегов и соцветий	Цветение	Рост ягод	Начало созревания	Полная зрелость
Алиготе	технический	зеленовато-белый	стабильный	145	середина марта	конец апреля	начало июня		начало августа	начало августа
Каберне Сохильон	технический	темно-синий	стабильный	143	конец марта	конец апреля	начало июня		начало августа	начало августа

Рис. 4. Перечень сортов, созревающих в указанный период

При подборе сортов *для качественного виноделия* запрашивается информация о диапазоне содержания сахара и кислоты в ягоде у подбираемых сортов (рис. 5).

Рис. 5. Запрос сведений о содержании сахара и кислоты в ягодах

Результатом подбора является перечень сортов, удовлетворяющих указанным диапазонам, и показатели их дегустационных оценок (рис. 6).

Сорта для качественного виноделия											
Сорт	Цвет ягоды	Органолептика	Дегустационные оценки								
			Сок	Вино сухое				Вино десертное			
				молодое	без выдержки	выдержанное	марочное	коллекционное	молодое	без выдержки	выдержанное
Алиготе	зеленоваго-белый			7.70	8.00	7.90					
Бьянка	янтарно-белый		7.80	7.70	8.00				7.60	7.90	

Рис. 6. Перечень сортов, удовлетворяющих введенным данным.

Разработанный алгоритм подбора сортов по заданным критериям идентичен для всех вариантов запросов, но критерии отбора и характеристики сортов, выдаваемые вместе с результатом отбора разные. В зависимости от цели подбора сорта характеристики и параметры, которые необходимо выбрать из базы, будут разными.

Ввиду того, что в настоящее время актуализировался вопрос адаптивности сорта к лимитирующим факторам среды, алгоритм подбора сортов винограда для селекции дополнен «экологическим блоком», учитывающим признаки устойчивости генотипов к абиотическим стрессам.

С целью определения степени устойчивости образца к лимитирующим факторам среды с наибольшей точностью подобраны аналитические методы таким образом, что получаемые с их помощью показатели дополняют и/или корректируют друг друга. Так, например, переход от экологического к продукционному блоку алгоритмов приходится на метод, оценивающий устойчивость пигментного аппарата к стрессам. Подобная последовательность методов позволяет получать системную характеристику изучаемого объекта.

Помимо диагностики степени устойчивости винограда к абиотическим стресс-факторам требуется качественная оценка фотосинтетического потенциала. Фотосинтез тесно связан с продуктивностью растений, поэтому выявление образцов с выдающимися характеристиками фотосинтетического аппарата позволяет повысить эффективность использования генетических ресурсов винограда в селекции и производстве.

Разработан специальный алгоритм, связанный с оценкой качественных показателей фотосинтетического аппарата, косвенно характеризующих потенциальную продуктивность растений, что повышает ценность базы данных для решения практических задач, особенно в селекции. Оценка качественных показателей фотосинтетического аппарата построена по тем же принципам, что и алгоритм устойчивости. Связующим звеном между двумя алгоритмами является определение степени устойчивости пигментов к обезвоживанию и высокой температуре.

Для оценки каждого типа устойчивости по блокам алгоритма сформирована шкала сортов-тестеров или эталонов, позволяющая ранжировать изучаемые образцы. Необходимость в тестерах обусловлена также сравнительным, а не абсолютным характером устойчивости растений к стрессам. Для шкалы тестеров подобраны районированные, широко распространенные сорта, поэтому если оцениваемый сорт лучше, то он потенциально может войти в новый сортимент.

В разрабатываемой базе данных результаты физиолого-биохимической оценки заносятся в «Дополнительный» дескрипторный лист, а результаты полевых наблюдений, включая оценку устойчивости (балл) образцов к болезням и вредителям, в экологический дескриптор. Данный методологический подход позволяет не только дифференцировать информацию об образце, но и применять результаты отдельно.

Выводы. На основе проведенных исследований разработана архитектура базы данных системы документации генофонда винограда, ориентированная на характеристику его экологического потенциала, сформированы алгоритмы и сопутствующие элементы, которые позволяют создать концептуальную модель системы принятия решений по оценке стрессоустойчивости образцов винограда, их использованию в различных климатических зонах, а также выбору доноров для селекции новых высокоустойчивых к стресс-факторам среды генотипов.

Особенности информационной системы, определяемые ее концептуальной направленностью, позволяют сформировать новые методологические принципы изучения, документации и систематизации генофонда винограда. Использование алгоритмов создает предпосылки для многопланового анализа защитно-приспособительных реакций, а также процессов, связанных с продуктивностью растений, что увеличивает объем информации и позволяет наряду с документацией генофонда проводить исследования в области изучения взаимодействий «генотип-среда».

Литература

1. Петров В.С. Потенциал хозяйственной продуктивности винограда, его реализация в условиях умеренно континентального климата юга России // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2016. № 1. С. 20-22.
2. Егоров Е.А. Петров В.С. Создание устойчивых саморегулирующихся агроценозов винограда в условиях умеренно-континентального климата юга России // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 5. С. 51-54.

3. Егоров Е.А., Воробьева Т.Н., Ветер Ю.А. Продуктивный потенциал промышленных виноградников // *Аграрная наука*. 2007. № 1. С. 18-21.
4. Попова Д. В., Ильина И. А., Петров В. С., Соколова В. В. Системная архитектура компьютерной модели управления ампелоценозами [Электронный ресурс] // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2019. № 60(6). С. 124–135. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/19/06/13.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2019-6-60-124-135 (дата обращения: 12.05.2021).
5. V. Daux et al.: An open-access database of grape harvest dates for climate research // *Clim. Past*. 2012. № 8. P. 1403–1418.
6. Анапская ампелографическая коллекция (биологические растительные ресурсы): монография / Е.А. Егоров [и др.] Краснодар: ФГБНУ Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, 2018. 194 с.
7. Березюк А.Т., Приходько С.А. Выбор и конфигурирование комплекса технических средств информационной системы. Хабаровск, 2010. 122 с.
8. Бурмистров А.В., Белов Ю.С. Недостатки реляционных баз данных // *Электронный журнал: наука, техника и образование*. 2015. № 3 (3). С. 25-34.
9. Петухов И.С. Алгоритм определения необходимых индексов для оптимизации запросов с соединением двух таблиц в СУБД MYSQL (INNODB) // *Научный вестник ГосНИИ ГА*. 2017. № 16. С. 98-107.
10. Панченко И. PostgreSQL: вчера, сегодня, завтра // *Открытые системы. СУБД*. 2015. № 3. С. 34-37.
11. MySQL. Справочник по языку / Компания MySQL AB. М.: Вильямс, 2005. 432 с.
12. Гутманс Э., Баккен С., Ретанс Дю PHP 5. Профессиональное программирование. С.-Пб.: Символ-Плюс, 2006. 704 с.
13. AJAX и PHP. Разработка динамических веб-приложений / К. Дари [и др.]. С.-Пб.: Символ-Плюс, 2009. 336 с.
14. Abdelhak M. Z., Robert D. I. Bootstrap Techniques for Signal Processing. Cambridge: University Press, 2004. - 232 с .
15. Мюллер, Р.Д. Проектирование баз данных и UML; Пер. с англ. Е.Н. Молодцова. М.: Лори, 2013. 420 с.
16. Грэй П. Логика, алгебра и базы данных. М.: Машиностроение. 2015. 368 с.
17. Энсор Стивенсон Дейв Йен Oracle проектирование баз данных. М.: ВНУ Киев, 2000. 560 с.
18. Kroenke David David Auer Database Processing: Fundamentals, Design, and Implementation. Pearson; 14th edition, 2015. 640 p.
19. Hoffer Jeffrey, Heikki Topi, Ramesh Venkataraman Essentials of Database Management. Pearson, 2013. 416 p.
20. Nenko N.I., Ilina I.A., Zaporozhets N.M., Kiseleva G.K., Skhalyakho T.V. Studying of the resistance to winter stresses of grapevine varieties of different ecological and geographical origin // *BIO Web of Conferences*. Federal State Budgetary Scientific Institution North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture and Viticulture. – 2020. P. 02015. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202502015>.

References

1. Petrov V.S. Potencial hozyajstvennoj produktivnosti vinograda, ego realizaciya v usloviyah umerenno kontinental'nogo klimata yuga Rossii // *Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie*. 2016. № 1. S. 20-22.

2. Egorov E.A. Petrov V.S. Sozdanie ustojchivyh samoreguliruyushchihsysya agro-cenozov vinograda v usloviyah umerenno-kontinental'nogo klimata yuga Rossii // Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2017. № 5. S. 51-54.
3. Egorov E.A., Vorob'eva T.N., Veter Yu.A. Produktivnyj potencial promyshlennyh vinogradnikov // Agrarnaya nauka. 2007. № 1. S. 18-21.
4. Popova D.V., Il'ina I.A., Petrov V.S., Sokolova V.V. Sistemnaya arhitektura komp'yuternoj modeli upravleniya ampelocenozami [Elektronnyj resurs] // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2019. № 60(6). S. 124-135. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/19/06/13.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2019-6-60-124-135 (data obrashcheniya: 12.05.2021).
5. V. Daux et al.: An open-access database of grape harvest dates for climate research // Clim. Past. 2012. № 8. R. 1403–1418.
6. Anapskaya ampelograficheskaya kollekcija (biologicheskie rastitel'nye resursy): monografiya / E.A. Egorov [i dr.] Krasnodar: FGBNU Severo-Kavkazskij federal'nyj nauchnyj centr sadovodstva, vinogradarstva, vinodeliya, 2018. 194 s.
7. Berezyuk A.T., Prihod'ko S.A. Vybor i konfigurirovanie kompleksa tekhnicheskikh sredstv informacionnoj sistemy. Habarovsk, 2010. 122 s.
8. Burmistrov A.V., Belov Yu.S. Nedostatki relyacionnyh baz dannyh // Elektronnyj zhurnal: nauka, tekhnika i obrazovanie. 2015. № 3 (3). S. 25-34.
9. Petuhov I.S. Algoritm opredeleniya neobhodimyh indeksov dlya optimizacii zaprosov s soedineniem dvuh tablic v SUBD MYSQL (INNODB) // Nauchnyj vestnik GosNII GA. 2017. № 16. S. 98-107.
10. Panchenko I. PostgreSQL: vchera, segodnya, zavtra // Otkrytye sistemy. SUBD. 2015. № 3. S. 34-37.
11. MySQL. Spravochnik po yazyku / Kompaniya MySQL AB. M.: Vil'yams, 2005. 432 s.
12. Gutmans E., Bakken C., Retans Dyu PHP 5. Professional'noe programmirovaniye. S.-Pb.: Simvol-Plyus, 2006. 704 s.
13. AJAX i PHP. Razrabotka dinamicheskikh veb-prilozhenij / K. Dari [i dr.]. S.-Pb.: Simvol-Plyus, 2009. 336 s.
14. Abdelhak M. Z., Robert D. I. Bootstrap Techniques for Signal Processing. Cambridge: University Press, 2004. - 232 c .
15. Myuller, R.D. Proektirovanie baz dannyh i UML; Per. s angl. E.N. Molodcova. M.: Lori, 2013. 420 c.
16. Grej P. Logika, algebra i bazy dannyh. M.: Mashinostroenie. 2015. 368 c.
17. Ensor Stivenson Dejv Jen Oracle proektirovanie baz dannyh. M.: BHV Kiev, 2000. 560 c.
18. Kroenke David David Auer Database Processing: Fundamentals, Design, and Implementation. Pearson; 14th edition, 2015. 640 r.
19. Hoffer Jeffrey, Heikki Topi, Ramesh Venkataraman Essentials of Database Management. Pearson, 2013. 416 r.
20. Nenko N.I., Ilina I.A., Zaporozhets N.M., Kiseleva G.K., Skhalyakho T.V. Studying of the resistance to winter stresses of grapevine varieties of different ecological and geographical origin // BIO Web of Conferences. Federal State Budgetary Scientific Institution North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture and Viticulture. – 2020. R. 02015. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202502015>.