УДК 634.8: 631.171

UDC 634.8: 631.171

DOI 10.30679/2219-5335-2022-1-73-14-27

DOI 10.30679/2219-5335-2022-1-73-14-27

**ЭЛЕМЕНТЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ
ВИНОГРАДНЫХ НАСАЖДЕНИЙ
НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ
СИСТЕМЫ**

**ELEMENTS OF DIGITALIZATION
OF GRAPE PLANTATIONS BASED
ON A GEOINFORMATION
SYSTEM**

Орлов Виталий Александрович
канд. с.-х. наук
старший научный сотрудник
лаборатории виноградарства
и виноделия

Orlov Vitalij Aleksandrovich
Cand. Agr. Sci.
Senior Research Associate
of Viticulture and Wine-making
Laboratory

Лукьянов Алексей Александрович
канд. с.-х. наук
старший научный сотрудник
директор АЗОСВиВ

Lukyanov Alexey Aleksandrovich
Cand. Agr. Sci.
Senior Research Associate
Chief of AZESVW

*Анапская зональная опытная станция
виноградарства и виноделия –
филиал Федерального государственного
бюджетного научного учреждения
«Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия»,
Анапа, Россия*

*Anapa Zonal Experimental Station
of Viticulture and Winemaking –
Branch of the Federal State
Budget Scientific Institution
«North Caucasian Federal
Scientific Center of Horticulture,
Viticulture, Wine-making»,
Anapa, Russia*

Опыт использования данных дистанционного зондирования и геоинформационных систем (далее ГИС) в виноградарстве других стран показал, что внедрение цифровых технологий сбора, обработки и использования данных о состоянии почв, растений и окружающей среды на разных уровнях обобщения (куст, ряд, клетка, поле, хозяйство) обеспечивает стабильность производства урожая и качества ягоды для производства вина. Концепция управления цифровизованным виноградарским хозяйством строится на применении аналитических инструментов и специализированных баз данных. В статье рассмотрены возможности ГИС Полис 5 для виноградарских хозяйств. Внедрение ГИС для цифровизации виноградных насаждений позволит решать многие задачи: определять границы виноградных участков; создавать цифровые паспорта (легенды) виноградников

The experience of using remote sensing data and geoinformation systems (next GIS) in viticulture in other countries has shown that the introduction of digital technologies for collecting, processing and using data on the conditions of soils, plants and the environment at different levels of generalization (bush, row, cell, field, farm) ensures the stability of crop production and the quality of berries for wine production. The management concept of digitalized vineyard is based on the use of analytical tools and specialized databases. The article discusses the possibilities of GIS Policy 5 for vineyards. The introduction of GIS for the digitalization of grape plantations will allow solving many tasks: determining the boundaries of grape plots; creating digital passports (legends)

на основе технологических карт с привязкой к электронной карте; получить многослойную территориальную параметрическую модель местности, в которой растет виноградник; моделировать климатические 8-11 летние циклы, вероятность заморозков, затяжной весны, засух, града и другие экстремальные проявления погоды в данной местности и в какой степени может повлиять на виноградники на разных стадиях вегетации; моделировать роль ландшафтных характеристик в формировании рельефа, климата, почв, погоды (перепады температур, промерзание почвы); моделировать гидрологический режим территории; моделировать почвенные характеристики, например, на наличие активного кальция, уровень основных элементов питания после внесения удобрений в течении 3-5 лет; разрабатывать оптимальные схемы посадок в зависимости от ландшафтно-почвенных и климатических условий по цифровым слоям. Решение этих и ряда других задач на основе цифровизации обеспечит устойчивое развитие отрасли виноградарства, стабильное получение урожая и качество продукции виноградарства в современных условиях.

Ключевые слова: ЦИФРОВИЗАЦИЯ, ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА, ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ, ДРОН, ИНДЕКС NDVI, ВИНОГРАД

of vineyards based on technological maps linked to an electronic map; obtaining a multi-layered territorial parametric model of the area in which the vineyard grows; to simulate climatic 8-11 summer cycles, the probability of frosts, prolonged spring, droughts, hail and other extreme weather events in a given area and to what extent it can affect vineyards at different stages of vegetation; to model the role of landscape characteristics in the formation of relief, climate, soils, weather (temperature changes, soil freezing); to model the hydrological regime of the territory; to model soil characteristics, for example, the presence of active calcium, the level of basic nutrients after fertilization for 3-5 years; to develop optimal planting schemes depending on landscape, soil and climatic conditions by digital layers. The solution of these and a number of other tasks based on digitalization will ensure the sustainable development of the viticulture industry, stable harvest and the quality of viticulture products in modern conditions.

Key words: DIGITALIZATION, GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM, REMOTE SENSING, DRONE, NDVI INDEX, GRAPE

Введение. Цифровизация сельского хозяйства основана на «системах сбора, хранения и обработки данных об объектах сельскохозяйственных ресурсов, сельскохозяйственном сырье и готовой продукции» [1, 2]. Для решения задач сбора данных используются технологии: дистанционное зондирование Земли, радиочастотная идентификация, интернет вещи (IoT). Для решения задач обработки данных используются инструменты, реализующие технологии BigData и распознавания образов [3]. С 1 января 2023 г. на базе существующих государственных информационных систем в сфере виноградарства и виноделия должна заработать система прослеживаемости качества сырья и товаров [4].

Обсуждение. Цифровизация виноградных насаждений ведется во многих странах на основе геоинформационных систем (ГИС) и данных дистанционного зондирования (ДДЗ). Использование ГИС за последние 2 десятилетия хорошо себя зарекомендовало у виноградарей Европы, Америки, Австралии. Территории для выращивания винограда довольно ограничены климатическими и почвенными условиями (терруарами) [5-9]. Поэтому повышение урожайности и качества плодов уже имеющихся плантаций винограда возможно только путем концептуального изменения традиционных агротехнологий.

Цифровые карты позволяют отражать процессы вегетационного развития виноградников и технологического воздействия на виноградные насаждения. Это значит, что цифровые данные о росте виноградника и технологических операциях в реальном времени могут отражаться в графическом виде на цифровых картах. В результате появляется возможность иметь информацию о состоянии виноградников в любом его масштабе – от отдельного куста до всех площадей, занятых виноградными насаждениями.

Опыт использования данных дистанционного зондирования и геоинформационных систем в виноградарстве показал, что внедрение цифровых технологий сбора, обработки и использования данных о состоянии почв, растений и окружающей среды на разных уровнях обобщения (куст, ряд, клетка, поле, насаждения) обеспечивает стабильность производства урожая и качества ягоды для производства вина [10, 11].

Концепция управления виноградными насаждениями строится на применении аналитических инструментов и специализированных баз данных. Поэтому более 90 % площадей промышленных виноградников должны быть оцифрованы в геоинформационной системе, не менее 70 % площади виноградных насаждений должны быть под постоянным мониторингом автоматизированного сбора данных, 50 % площади покрыты сетью для передачи данных, роботизация должна составлять не менее 30 % технических средств [4].

Например, использование дронов в сельском хозяйстве для оперативного сбора данных позволяет [10]:

- создавать актуальные электронные карты полей;
- вести оперативный мониторинг состояния растений;
- оценивать изреженность насаждений на больших площадях;
- точно вносить средства защиты растений;
- осуществлять ультромалообъемное опрыскивание;
- рассчитать вегетационный индекс (NDVI);
- составить ортофотоплан поля;
- определить динамику изменения в состоянии насаждений;
- спрогнозировать урожайность;
- контролировать периметр поля.

Современные технологии мониторинга подстилающей поверхности основаны на использовании информации с дронов и спутников, оснащенных мультиспектральными камерами. Камеры мультиспектральной съемки позволяют получать снимки видимого (VIR) и ближнего красного (NIR) спектра оптических волн. Максимум поглощения приходится на синий и красный свет для здоровых растений и минимум поглощения подверженных стрессу. NDVI может быть рассчитан программами обработки в автоматическом режиме на основе снимков высокого, среднего или низкого разрешения, имеющего спектральные каналы в красном (0,55-0,75 мкм) и инфракрасном диапазоне (0,75-1,0 мкм) [11, 12].

С помощью специализированных программ обработка снимков растительного покрова составляет около часа, агроном при традиционной инспекции состояния виноградников может потратить значительно больше времени при меньшем охвате территории с низким уровнем документирования. Камеры ближнего инфракрасного диапазона позволяют контролировать влажность почвы, поглощение солнечного света, зрелость ягод, болезни ви-

ноградной лозы и определять количество вредителей [13]. Совместное использование данных со снимков и наземных датчиков температуры и влажности почвы значительно повышают точность и оперативность оценки состояния жизнеспособности и продуктивности (плодоносности) виноградных насаждений. На рисунке 1 представлен исходный космический снимок виноградника 26,2 га (координаты: с.ш. 44.92, в.д. 37.36) возле хутора Просторный Анапского района. В центре показаны мультиспектральные снимки, которые выявляют аномалии на основе расчета индекса вегетации NDVI, невидимые без специальной аппаратуры [14]. Справа показан тот же контрастный снимок, после обработки специальным алгоритмом, по которому можно оценить относительную плотность фитомассы и фенологические фазы растений. Обработка данного изображения выполнена с помощью сервиса <https://app.onesoil.ai/>.

Такие снимки позволяют выявить и создать коллекцию (базу данных) паттернов виноградников – системы повторяющихся признаков по узору-текстуре и выявлять аномалии при отклонении от образца (паттерна). На основе такой БД паттернов можно обучить нейронную сеть распознавать вегетативные и фенологические периоды активности виноградников по данным дистанционного мониторинга с дронов или спутников и передавать сведения специалисту в реальном времени [15]. Современные интернет-технологии предоставляют доступ к ряду специализированных сервисов для расчета NDVI индексов на основе доступных спутниковых снимков или загружаемых пользователем изображений, полученных аэросъемкой мультиспектральными камерами. EOS – онлайн платформа по дистанционному управлению полями (<https://crop-monitoring.eos.com>) также предоставляет доступ к снимкам высокого разрешения с возможностью выделить контур поля и анализом поверхности по четырем видам вегетационного индекса – NDVI, NDRE, MSAVI, RECI, по индексу влажности –

NDMI [16, 17]. Кроме индексов на исследуемое поле даются карты высот и уклонов, графики суточного распределения температур и осадков (рис. 2).

Рис. 1. Визуализация изменений индекса NDVI в период вегетации винограда (виноградные насаждения площадью 26,2 га 2018 года посадки со спутниковой съемки, координаты 44.92°N, 37.36°E)

Рис. 2. Фрагмент технических возможностей интернет-сервиса EOS
(поле 26.2 га, координаты 44.92°N, 37.36°E)

Обработку, хранение и анализ разновременных и разноформатных данных с виноградников необходимо выполнять на единой геоинформационной платформе [18]. Специализация геоинформационной системы под задачи виноградарства предполагает ее настройку и доработку в категориях и понятиях отрасли виноградарства.

Примером такой геоинформационной системы для виноградарских хозяйств может служить отечественная платформа «Полис 5», разработанная научно-производственным объединением «Русдата» ГИС – Виноградники: Информационная система мониторинга и управления виноградниками [19].

Информационно-аналитическая система предназначена для обеспечения всех служб сельскохозяйственного предприятия достоверной и актуальной информацией о текущем состоянии и динамике развития виноградников. ГИС «Полис 5» разработана в виде программно-технологического комплекса управления базами данных на основе современных методик учёта и обработки информации и была внедрена для виноградников ООО «АБРАУ-ДЮРСО».

Интеграция электронной карты с электронными паспортами объектов виноградарства (рис. 3) позволяет автоматизировать выполнение следующих задач:

- контроль использования земельных участков;
- архив юридических документов по земельным участкам;
- архив и ведение паспортов на поле, виноградник, клетку, ряд, куст;
- сбор, обработка и визуализация агрохимического состояния почвы;
- мониторинг состояния атмосферного воздуха;
- информационное обеспечение на раскорчёвку, проектирование и закладку новых виноградников;
- автоматизированный расчёт потребностей в материалах и саженцах;
- мониторинг ведения технологических и агрохимических работ;
- контроль сроков выполнения технологических мероприятий;
- визуализация объёмов выполнения технологических работ на виноградниках;
- визуализация созревания винограда;
- планирование качества и количества урожая;
- контроль сбора урожая;
- печать всех необходимых форм отчётности.

Рис. 3. Электронная паспортизация объектов виноградарства

Система позволяет объединить географически привязанную информацию по всей территории, подконтрольной предприятию, в единой системе координат.

В качестве основы создаётся электронная карта территории (рис. 4), на которую наносится вся необходимая информация, значимая для принятия решений по производству работ. На основе цифровой карты создаются слои, отражающие различные аспекты данных по виноградникам. Данные могут быть использованы для различных форм отчётов. Система позволяет обеспечить широкий уровень детализации объектов от характеристик отдельного куста до обобщений регионального уровня (рис. 5). Уточнение и контроль границ, площадей виноградников может быть выполнено по мультиспектральным снимкам путем выделения контура в ручном или автоматизированном режиме (рис. 6). Одновременно открыв все векторные слои получаем сплошную паутину линий каждая – граница объекта или сам объект. Для формирования множества координатно-привязанных тематических карт различного наполнения и назначения.

Рис. 4. Электронная карта территории

Рис. 5. Различные уровни детализации объектов виноградников

Рис. 6. Растровые изображения виноградников и его векторный контур

Внедрение ГИС «Полис 5» для виноградных насаждений позволит хозяйствам решать следующие задачи:

- определять границы виноградных участков (реальные и мнимые);
- создавать цифровые паспорта (легенды) виноградников на основе технологических карт с привязкой к электронной карте;
- получить многослойную территориальную параметрическую модель местности, в которой растет виноградник (экосреда, лимитирующие факторы окружающей среды);
- моделировать климатические 8-11 летние циклы, вероятность экстремальных проявлений погоды в данной местности - заморозков, затяжной

весны, засухи, града и в какой степени они могут повлиять на виноградники в разной стадии вегетации;

- моделировать роль ландшафтных характеристик в формировании погодных аномалий перепада температур, промерзания почвы;
- моделировать гидрологический режим территории – выпадение осадков, распределение влаги, поверхностный сток, внутрипочвенный сток;
- моделировать почвенные характеристики, например, процесс усвоения растениями основных элементов питания в течении 3-5 лет после внесения удобрений;
- разрабатывать оптимальные схемы посадок в зависимости от ландшафтно-почвенных и климатических условий по цифровым слоям.

Заключение. Цифровизация виноградарских хозяйств является инновационной деятельностью для виноградарства и виноделия. Чтобы получить положительный результат от внедрения ГИС и интернет-ресурсов ДДЗ в виноградарстве необходимо провести обучение специалистов отрасли, по формированию у них компетенций по работе с цифровыми продуктами и цифровыми технологиями. Система интеллектуального анализа данных и прогнозирования цифровизированного виноградного насаждения включает базы данных и библиотеки алгоритмов. Для их заполнения данными и знаниями необходимо систематизировать и оцифровать значительные объемы уже накопленных экспериментальных сведений и методов их анализа. В АЗОСВиВ в этом направлении ведется научная работа по созданию паттернов и алгоритмов на основе сведений из БД «ampelos» (<http://ampelos.azosviv.info>) по многолетним наблюдениям с 2007 по 2021 года [20, 21]. Использование данных спутникового мониторинга виноградников требует проведение комплекса полевых наблюдений по сопоставлению и интерпретации данных, проверки достоверности алгоритмов обработки изображений с интернет-сервисов для виноградных насаждений.

Решение этих и ряда других задач в АЗОСВиВ на основе информационных технологий позволит цифровизировать виноградные насаждения в хозяйствах, что обеспечит стабильное развитие отрасли и повысит конкурентоспособность отечественного виноградарства.

Литература

1. О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации: Федер. Закон N 468-ФЗ от 27 декабря 2019 г. [Принят Гос. Думой 18.12.2019] // Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 48 с.
3. Цифровизация сельскохозяйственного производства России на период 2018-2025 гг. // Исследование кооперационного проекта «Германо-Российский аграрно-политический диалог». Москва/Берлин, декабрь 2018. <https://scihub.copernicus.eu>.
4. Перечень поручений по результатам проверки исполнения законодательства и решений Президента, направленных на развитие виноградарства и виноделия от 16 декабря 2021 года. <http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/67390>.
5. James A. Taylor Digital Terroirs and Precision Viticulture: Investigations into the application of information technology in Australian vineyards. – Australia: The University of Sydney. 2016.
6. Taylor J.A., Cammarano D., Prashar A. and Hamilton A. (Eds.) (2017). Precision Agriculture '17: Papers Presented at the 11th European Conference on Precision Agriculture (ECPA 2017). July 16-20, 2017, Edinburgh, UK. Cambridge University Press. ISSN 2040-4700. 728 p.
7. Naud, O., Taylor, J., Colizzi, L., Giroudeau, R., Guillaume, S., Bourreau, E., Crestey, T. and Tisseyre, B. (2020). Support to decision-making. Chapter 4 in “Agricultural Internet of Things and Decision Support for Precision Smart Farming” Eds A. Castrignano, G. Buttafuoco. R Khosla, A. Mouazen, D. Moshou and O. Naud. Academic Press.
8. Profit T., R. Bramley, D. Lamb and E. Winter. Precision viticulture: a new era in vineyard management and wine production. WineTitles, Adelaide. 2006. 90 p.
9. Brian J. Sommers The Geography of Wine: How Landscapes, Cultures, Terroir, and the Weather Make a Good Drop // Southeastern Geographer. 2014. 54(1):86-88. DOI:10.1353/sgo.2014.0004.
10. Астапов А.Ю., Пришуттов К.А., Астапова С.С. Перспективы использования беспилотных летательных аппаратов в садоводстве // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: сборник материалов международной научно-практической конференции (Мичуринск, 24-26 октября 2018 г.) / под общ. ред. В.А. Солопова. Мичуринск, 2018. С. 159-162.
11. Криволапов И.П., Астапов А.Ю., Коротков А.А. Результаты исследования вегетационного индекса NDVI на опытном поле Мичуринского ГАУ // Инженерные технологии для устойчивого развития и интеграции науки, производства и образования: сб. трудов международной научно-практической конференции, посвящённой 15-летию Ассоциации «Объединённый университет имени В.И. Вернадского» (Тамбов, 29-31 мая 2019 г.) / под общ. ред. А.В. Козачека. Тамбов, изд-во ТГТУ, 2019. С. 159-166.

12. NDVI – теория и практика. <https://gis-lab.info/qa/ndvi.html>.
13. Толоков И.Р., Токарева Л.П. Оценка экологического потенциала созревания винограда для формирования зонального сортимента // Мобилизация и сохранение генетических ресурсов винограда, совершенствование методов селекционного процесса: материалы межд. науч.-практ. конф. (Новочеркасск, 13-14 августа 2008 г.). Новочеркасск, ГНУ ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко, 2008. С. 87-91.
14. Бесплатные приложения для фермеров. <https://onesoil.ai/ru/applications>
15. Частиков А.П., Малыхина М.П., Урвачев П.М. Анализ распознавания паттернов нейросетевыми методами // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 98(04). С. 457-467. <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/43.pdf>.
16. Использование цифровых технологий для производства, оценки урожая, сбора, хранения сельскохозяйственной продукции (в т.ч. индекс NDVI). <https://apknet.ru/ispolzovanie-indeksa-ndvi/>.
17. EOS – онлайн платформа. <https://crop-monitoring.eos.com/>.
18. Terroir Concept (сервис по проектированию виноградников и оказанию агроконсалтинговых услуг для винодельческих хозяйств) кроссплатформенное решение Terroir Evaluation, представляющее собой клиент-серверное приложение. Программа Terroir Evaluation интегрирована с Google Maps с помощью Maps Javascript API.
19. ГИС – «Виноградники» Информационная система мониторинга и управления виноградниками. http://oldd.vin-souz.ru/upload_dir/0579_gisvinogradniki.pdf
20. Большаков В.А., Петров В.С. Система управления базами данных RU-VITIS // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2018661315, 05.09.2018. Заявка № 2018618280 от 03.08.2018.
21. Большаков В.А., Панкин М.И., Петров В.С., Талаш А.И., Ильницкая Е.Т., Ильяшенко О.М., Коваленко А.Г., Лукьянов А.А., Никулушкина Г.Е., Сундырева М.А., Носульчак В.А. База данных сортов винограда Анапской ампелографической коллекции: Свидетельство о регистрации базы данных RU 2018620901, 22.06.2018. Заявка № 2018620553 от 07.05.2018.

References

1. О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации: Федер. Закон N 468-FZ от 27 декабря 2019 г. [Принят Гос. Думой 18.12.2019] // Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. М.: ФГБНУ «Rosinformagrotekh», 2019. 48 с.
3. Цифровизация сельскохозяйственного производства России на период 2018-2025 гг. // Исследование кооперационного проекта «Германо-Российский аграрно-политический диалог». Москва/Берлин, декабрь 2018. <https://scihub.copernicus.eu>.
4. Расчет поручений по результатам проверки исполнения законодательства и решений Президента, направленных на развитие виноградарства и виноделия от 16 декабря 2021 года. <http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/67390>.
5. James A. Taylor Digital Terroirs and Precision Viticulture: Investigations into the application of information technology in Australian vineyards. – Australia: The University of Sydney. 2016.
6. Taylor J.A., Cammarano D., Prashar A. and Hamilton A. (Eds.) (2017). Precision Agriculture '17: Papers Presented at the 11th European Conference on Precision Agriculture (ECPA 2017). July 16-20, 2017, Edinburgh, UK. Cambridge University Press. ISSN 2040-4700. 728p.

7. Naud, O., Taylor, J., Colizzi, L., Giroudeau, R., Guillaume, S., Bourreau, E., Crestey, T. and Tisseyre, B. (2020). Support to decision-making. Chapter 4 in “Agricultural Internet of Things and Decision Support for Precision Smart Farming” Eds A. Castrignano, G. Buttafuoco, R. Khosla, A. Mouazen, D. Moshou and O. Naud. Academic Press.
8. Profit T., R. Bramley, D. Lamb and E. Winter. Precision viticulture: a new era in vineyard management and wine production. WineTitles, Adelaide. 2006. – 90 p.
9. Brian J. Sommers The Geography of Wine: How Landscapes, Cultures, Terroir, and the Weather Make a Good Drop // Southeastern Geographer. 2014. 54(1):86-88. DOI:10.1353/sgo.2014.0004.
10. Astapov A.Yu., Prishutov K.A., Astapova S.S. Perspektivy ispol'zovaniya bespilotnykh letatel'nykh apparatov v sadovodstve // Inzhenernoe obespechenie innovacionnykh tekhnologij v APK: sbornik materialov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (Michurinsk, 24-26 oktyabrya 2018 g.) / pod obshch. red. V.A. Solopova. Michurinsk, 2018. S. 159-162.
11. Krivolapov I.P., Astapov A.Yu., Korotkov A.A. Rezul'taty issledovaniya vegetacionnogo indeksa NDVI na opytном pole Michurinskogo GAU // Inzhenernye tekhnologii dlya ustojchivogo razvitiya i integracii nauki, proizvodstva i obrazovaniya: sb. trudov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchyonnoj 15-letiyu Associacii «Ob"edinyonnyj universitet imeni V.I. Vernadskogo» (Tambov, 29-31 maya 2019 g.) / pod obshch. red. A.V. Kozacheka. Tambov, izd-vo TGTU, 2019. S. 159-166.
12. NDVI – teoriya i praktika. <https://gis-lab.info/qa/ndvi.html>.
13. Tolokov I.R., Tokareva L.P. Ocenka ekologicheskogo potenciala sozrevaniya vinograda dlya formirovaniya zonal'nogo sortimenta // Mobilizaciya i sohranenie geneticheskikh resursov vinograda, sovershenstvovanie metodov selekcionnogo processa: materialy mezhd. nauch.-prakt. konfer. (Novocherkassk, 13-14 avgusta 2008 g.) Novocherkassk, GNU VNIIViV im. Ya.I. Potapenko, 2008. S. 87-91.
14. Besplatnye prilozheniya dlya fermerov. <https://onesoil.ai/ru/applications>
15. Chastikov A.P., Malyhina M.P., Urvachev P.M. Analiz raspoznavaniya patternov nejrosetevymi metodami // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2014. № 98(04). S. 457-467. <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/43.pdf>.
16. Ispol'zovanie cifrovyyh tekhnologij dlya proizvodstva, ocenki urozhaya, sбора, hraneniya sel'skohozyajstvennoj produkcii (v t.ch. indeks NDVI). <https://apknet.ru/ispol-zovanie-indeksa-ndvi/>.
17. EOS – onlajn platforma. <https://crop-monitoring.eos.com>.
18. Terroir Concept (servis po proektirovaniyu vinogradnikov i okazaniyu agrokonsaltingovykh uslug dlya vinodel'cheskikh hozyajstv) krossplatformennoe reshenie Terroir Evaluation, predstavlyayushchee soboj klient-servernoe prilozhenie. Programma Terroir Evaluation integrirovana s Google Maps s pomoshch'yu Maps Javascript API.
19. GIS – «Vinogradniki» Informacionnaya sistema monitoringa i upravleniya vinogradnikami. http://oldd.vin-souz.ru/upload_dir/0579._gisvinogradniki.pdf
20. Bol'shakov V.A., Petrov V.S. Sistema upravleniya bazami dannyh RU-VITIS // Svidetel'stvo o registracii programmy dlya EVM RU 2018661315, 05.09.2018. Zayavka № 2018618280 ot 03.08.2018.
21. Bol'shakov V.A., Pankin M.I., Petrov V.S., Talash A.I., Il'nickaya E.T., Il'yashenko O.M., Kovalenko A.G., Luk'yanov A.A., Nikulushkina G.E., Sundyreva M.A., Nosul'chak V.A. Baza dannyh sortov vinograda Anapskoj ampelograficheskoy kollekcii: Svidetel'stvo o registracii bazy dannyh RU 2018620901, 22.06.2018. Zayavka № 2018620553 ot 07.05.2018.