УДК 634.1

DOI 10.30679/2219-5335-2020-2-62-46-57

**АВТОМАТИЗАЦИЯ
ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ
МНОГОЛЕТНИХ НАСАЖДЕНИЙ**

Васькевич Стэфан Витальевич
программист УНИР

Руссо Дмитрий Эдуардович
канд. с.-х. наук
старший научный сотрудник
зав. функциональным научным центром
«Виноградарство и виноделие»

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

Информационные технологии уже давно стали неотъемлемой частью нашей повседневной жизни. Программное обеспечение при корректном его применении позволяет: экономить время (наш основной ресурс) и, как следствие, деньги; совершать меньше ошибок; выполнять принципиально новые операции, которые сложно сделать без компьютера. Точно такое же значение приобретает программное обеспечение и для сельского хозяйства. Компьютерные программы для растениеводства позволяют структурировать информацию, производить ее оперативную обработку, формировать отчёты и задания, обеспечивают информационную поддержку для принятия управленческих решений и делают управление сельскохозяйственным производством более удобным и эффективным. В области сельского хозяйства существует довольно широкий ряд программ, которые конкурируют между собой, не добиваясь при этом абсолютного лидерства. У каждой из них есть свои преимущества и недостатки. Цель создания таких программ вызвана практической необходимостью автоматизации процесса расчёта при разработке

UDC 634.1

DOI 10.30679/2219-5335-2020-2-62-46-57

**AUTOMATION
OF THE DESIGN PROCESS
OF PERENNIAL PLANTINGS**

Vaskevich Stefan Vitalievich
UNIR Programmer

Russo Dmitriy Eduardovich
Cand. Agr. Sci.
Research Associate
Head of the Functional Scientific Center
of «Viticulture and Wine-making»

*Federal State Budget
Scientific Institution
«North Caucasian Federal
Scientific Center of Horticulture,
Viticulture, Wine-making»,
Krasnodar, Russia*

Information technology long time ago an integral part of our daily lives. Software when used correctly allows you to save time (our main resource) and, as a result, money; make fewer mistakes; perform fundamentally new operations that are difficult to do without a computer. Software for agriculture also has the same importance. Computer programs for crop production allow you to structure information, perform its operational processing, generate reports and tasks, provide information support for management decisions and make management of agricultural production more convenient and effective. In the field of agriculture, there is a fairly wide range of programs that compete with each other without achieving absolute leadership. Each of them has some advantages and disadvantages. The purpose of the creation of such programs is caused by the practical need to automate the calculation process in the development of design

проектно-сметной документации при закладке многолетних насаждений, а также задачей повышения производительности труда за счёт сокращения временных издержек. В разработанном программном обеспечении используется пошаговый алгоритм введения данных для минимизации возникновения ошибки при расчете проектной документации. Выходными данными является файл в формате Microsoft Excel с готовыми таблицами для печати документа. Аналогичные программные продукты в различных отраслях зачастую не являются полноценным решением и имеют большое количество недостатков. Наш программный продукт разработан на объектно-ориентированных языках программирования с использованием баз данных для получения закрытого для пользователя исходного кода и исключения стороннего вмешательства.

Ключевые слова: ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ МНОГОЛЕТНИХ НАСАЖДЕНИЙ, САДОВОДСТВО, ВИНОГРАДАРСТВО, АВТОМАТИЗАЦИЯ

and estimate documentation for laying the long-term plantations, as well as increasing labor productivity by reducing time costs. The developed software uses a step-by-step data entry algorithm to minimize errors in the calculation of project documentation. The output data is a file in Microsoft Excel format with ready tables for printing the document. Similar software products in various industries are often not a complete solution and have a large number of disadvantages. Our software product is developed using the object-oriented programming languages and also using the databases to get the source code closed to the user and avoid third-party interference.

Key words: DIGITAL TECHNOLOGIES, DESIGN OF PERENNIAL PLANTINGS, GARDENING, VITICULTURE, AUTOMATION

Введение. Инновационные технологии все глубже проникают во все сферы нашей жизни. Идея программных продуктов для автоматизации расчётов и вычислений в садоводстве и виноградарстве не является новой [1, 2]. Когда рассуждения заходят об уровне автоматизации в России и зарубежных странах, обычно приводятся цифры о количестве сельхозтехники на гектар, и они на первый взгляд удручают. Так, по последним данным Росстата, в России на тысячу гектаров пашни приходится 3,1 трактора и два комбайна, тогда как в США этот показатель составляет 25,9 тракторов и 17,9 комбайнов, а, скажем, в Германии – 65 тракторов и 11,5 комбайнов.

Но прежде, чем сетовать на низкий уровень оснащённости техникой, необходимо вспомнить, что сама структура российского агросектора принципиально отличается от западной. У нас принципиально разные категории производителей: в России это, в основном, агрохолдинги, на Западе – фермерские хозяйства, малый и средний бизнес. Это приводит к тому, что за

рубежом даже в самом маленьком хозяйстве присутствует техника, полностью закрывающая все технологические сезонные операции, и в целом количество сельхозтехники на гектар на порядок выше [3, 4].

Максимальная цифровизация и автоматизация всех процессов в сельском хозяйстве на правах осознанной необходимости входит в стратегии развития крупнейших агропромышленных и машиностроительных компаний в мире. Ускорить рост продуктивности сельского хозяйства, обеспечить стабильный результат внедрения инноваций и повысить конкурентоспособность предприятий в локальном и мировом масштабе позволяют, в первую очередь, огромные объемы собранной информации и продвинутые системы управления данными (data science и data management). Кроме того, с помощью систем автоматизированного управления сельским хозяйством можно контролировать 2/3 факторов, приводящих к потерям урожая [5].

Первые программные продукты для садоводства и виноградарства в Российской Федерации увидели свет благодаря производителям бухгалтерского программного обеспечения. Одним из известных разработчиков на отечественном рынке является 1С [6-7]. К сожалению, дальше оптимизации работы с бухгалтерским учётом дело не пошло. На отечественном рынке нет примеров успешных коммерческих продуктов для автоматизации проектирования закладки насаждений, устройства тепличных комплексов, закладки виноградников и многолетних насаждений.

До недавнего времени для крупных производителей садоводческой продукции, потенциальных пользователей программного обеспечения, самым важным было стабилизировать своё положение на рынке и повысить экономическую эффективность производства [8-11]. Несмотря на интерес государства к отрасли *нельзя сказать наверняка*, что кризис ликвидирован. Кроме этого, есть и другие факторы – устаревшие стандарты для составления сметных проектов, которые в свою очередь являются неотъемлемым документом для получения субсидирования в аграрной промышленности [12].

В свою очередь, более развитые страны, такие как США, Канада, Индия, Китай, Израиль, уже давно используют подобные программы для агропромышленности, что обеспечивает колоссальное сокращение временных издержек и увеличивает точность вычислений, что является немаловажной частью [13, 14].

Вопрос автоматизации агропромышленных процессов с каждым годом становится все более актуальным и привлекает все больше инвестиций. Сформировался новый инвестиционный сегмент AgroTech (Агротех), который в 2014 году обогнал FinTech (Финтех). Длинная цепочка создания стоимости агропромышленных продуктов и большое количество нерешенных в отрасли задач, которые могут быть решены с помощью ИТ и автоматизации, является одним из главных доводов в пользу инвестиционной привлекательности отрасли [15].

Объекты и методы исследований. В период с 2016 по 2018 была проведена исследовательская работа и анализ деятельности проектно-изыскательского технологического и конструкторского бюро (далее ПИТКБ) структурного подразделения ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», основной деятельностью которого является разработка проектно-сметной документации для закладки многолетних насаждений – садов и виноградников [16-18].

Во время проведения исследований установлен порядок и методика расчетов необходимых разделов проектно-сметной документации, нормативы и др. Особое внимание было уделено разработке алгоритмов применения поправочных коэффициентов, таких как высота над уровнем моря, уклон местности, почвенные условия, обязательных при проектировании и влияющих на итоговую стоимость видов работ и расценок.

Благодаря содействию руководства удалось в полной мере ознакомиться с литературой, описывающей стандарты и методологию, применяемую при расчётах, и сборниками строительных норм и правил (СНиП) [19, 20].

Обсуждение результатов. Анализ деятельности ПИТКБ показал следующее:

- при расчётах на всех этапах (от составления калькуляций до сводных сметных расчётов) предпочтение отдаётся использованию ручных способов вычисления с минимальным внедрением систем автоматизации;

- необходимая литература (справочники расценок и поправочных коэффициентов в большинстве своём хранится на бумажных носителях в ограниченных экземплярах);

- чётко определены функциональные обязанности для каждого специалиста, обязывающие его иметь максимальную компетенцию в назначенной для него области ответственности.

Следствием вышеперечисленных условий деятельности является:

- большое количество погрешностей в расчётах на разных этапах, требующее неоднократной ручной проверки и корректировки, и, как следствие, существенный рост временных издержек на проект;

- общая трудоёмкость процесса формирования проектно-сметной документации – формирование полного пакета документов занимает до 50 часов рабочего времени;

- отсутствие оцифрованных справочников и используемой в расчётах литературы также влияет на точность проводимых вычислений, поскольку считывание сотрудником информации с носителя требует максимальной внимательности, что не всегда возможно, ссылаясь на человеческий фактор, и по итогу понижая общее качество вводимых исходных данных;

- отсутствие универсального сотрудника, равно компетентного на всех этапах разработки проектной документации, порой делает невозможным работу над проектом без определённого специалиста, отсутствующего по каким-либо причинам.

Исходя из вышеизложенного, очевидна необходимость в модернизации методов составления проектной документации, что подтолкнуло нас

к разработке программного обеспечения, способного решить задачу уменьшения погрешности в вычислениях и оптимизировать затрачиваемые временные ресурсы [21, 22].

В первую очередь необходимо было усовершенствовать существующие и разработать новые алгоритмы расчётов, предусмотреть их конвертацию в логическую последовательность для дальнейшего использования в программном коде. Работа была успешно проделана в течение одного квартала – логические цепочки для программы и алгоритмы были готовы для тестирования в программной среде (рис. 1).

Рис.1. Общий алгоритм разрабатываемого программного продукта

Следующим этапом предполагалось создание прототипа программного обеспечения, но переход к нему затруднялся отсутствием в оцифрованном виде необходимых при вычислениях параметров – расценок, поправочных коэффициентов и видов работ. Приоритеты были смещены в пользу оцифровки данных и составления единой базы данных, которая была готова

Рис. 2. Часть оцифрованных данных базы поправочных коэффициентов

Параллельно с разработкой прототипа программы велось создание графического интерфейса, который должен был решить одну из ключевых проблем – повышение качества вводимых данных и скорость их ввода. Главным критерием, на который был сделан акцент при разработке, было решение следующих задач: интуитивно понятная навигация между этапами, призванная обеспечить комфортную работу специалиста; возможность легко

перемещаться между этапами и редактировать исходные данные; опции сохранения проектов, опции загрузки проектов, над которыми работали другие специалисты, и выгрузки; оптимизированная система ввода исходных данных – списки с готовыми вариантами, переключатели нужных опции и прочие схожие по назначению элементы интерфейса (рис. 3).

Мастер проектов

Шаг 1. Площадь участка, схема посадки и прочее:

Площадь участка : 340 га, в т.ч. дороги : 23 га

Тип насаждений на участке : [выпадающий список]

Схема посадки : [] x [] в метрах

Длина гона : [] в метрах

Уклон : [200, 300, 400, 600, 1000, более 1000] в градусах

Тип почв : []

Высота над ур. моря : [] в метрах

☐ Выполнение работ на террасах

☐ Обработка почвы на каменистых участках

Каменистость : [] метров кубических на гектар

Ремонт насаждений по годам :

1 год : 0 % 2 год : 0 % 3 год : 0 %

4 год : 0 % 5 год : 0 % 6 год : 0 %

Стоимость саженцев (за ед.) : [] руб. Вес (ед.) : 0,35 кг

Запас саженцев при подвозе : 5 %

Продолжить

Рис. 3. Форма интерфейса со списками исходных данных и переключателями нужных опций

Запланированные работы по созданию прототипа программного обеспечения и его графической оболочки были успешно завершены по окончании второго года проведения исследовательской работы. Продуктом работы исполняемой программы являлся файл MS Excel содержащий в себе все составляющие проект документы, подготовленные для печати: локальные и объектные сметы, сводный сметный расчёт, калькуляция и другие необходимые расчёты (рис. 4).

Сводный сметный расчет на закладку и уход за многолетними насаждениями для на закладку и уход за многолетними насаждениями для							
Номер	Наименование работ и затрат	Сметная стоимость, тыс. руб. (в ценах 1994 года)					Пересчет общей сметной стоимости в цены на III квартал 2015 г., тыс. руб.
		Строительные работы	Монтажные работы	Оборудование	Прочие затраты	Общая сметная стоимость	
1	2	3	4	5	6	7	8
Глава 1. Подготовка территории							
1	Объемная смета МРТ	Подготовка почвы	8,13	0,0	0,0	0,0	8,13
2		Итого по главе 1:	8,13	0,0	0,0	0,0	8,13
Глава 2. Основные объекты строительства							
3	Объемная смета МРТ	Посадка кассонов	11,56	0	0	0	11,56
3	Объемная смета МРТ	Уход за насаждениями	30,05	0	0	0	30,05
4		Итого по главе 2:	116,21	0	0	0	116,21
5		Итого по главам 1-2:	116,34	0	0	0	116,34

Рис.4. Сводный сметный расчёт в общем проекте, подготовленный для печати

Практическую значимость разработки подтвердили сотрудники ПИТКБ, которые провели ее функциональное тестирование при расчётах в реальных проектах. В ходе испытаний были замечены погрешности в вычислениях, вызванные ошибками программного кода, но благодаря гибкой среде разработки их устранение и отладка производилась практически моментально.

По итогу тестирования работы прототипа нам удалось:

- разработать единый алгоритм обработки исходных данных при подготовке выходной отчётности;
- повысить качество результатов вычислений за счёт использования максимально возможного количества входных данных, влияющих на конечный результат вычислений;
- сократить временные затраты специалистов при формировании проектно-сметной документации с 40-50 до 6-8 рабочих часов за счёт переноса промежуточных вычислений на готовые алгоритмы ЭВМ, исключая человеческий фактор (ошибки) в вычислениях.

По окончании тестирования и внесения правок в исходный код программы была подана заявка и получено свидетельство на программу ЭВМ.

Заключение. В рамках реализации исследовательского проекта УМНИК "Программное обеспечения для автоматизированного расчёта проектно-сметной документации при закладке многолетних насаждений" автоматизирован процесс проектирования многолетних насаждений. Успешное испытание прототипа программы свидетельствует о необходимости данного продукта на рынке. Следующим этапом планируется разработка полноценного программного продукта для его дальнейшей коммерциализации.

Литература

1. Петров В.С., Попова Д.В., Ильина И.А., Соколова В.В. Компьютерная модель создания и управления продукционным потенциалом ампелоценозов // Научные труды СКФНЦСВВ. Т. 24. Краснодар: СКФНЦСВВ, 2019. С. 7-18.
2. Алейникова Г.Ю., Руссо Д.Э. Цифровизация сельского хозяйства и элементы цифровых технологий для проектирования виноградных агроценозов // Научные труды СКФНЦСВВ. Т. 24. Краснодар: СКФНЦСВВ, 2019. С. 59-66.
3. Медведева А. 2018 Автоматизация российского агросектора: реалии и перспективы. Статья. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agroxxi.ru/selhoztehnika/stati/avtomatizacija-rossiiskogo-agrosektora-realii-i-perspektivy.html>
4. Лазеев В., Сафонов А. Пути автоматизации сельского хозяйства / [Электронный ресурс]. URL: <https://controlengrussia.com/otraslevye-resheniya/selskoe-hozyajstvo/zelenaja-revoljucija/>
5. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в виноградарстве и виноделии // Научные труды СКФНЦСВВ. Т. 24. Краснодар: СКФНЦСВВ, 2019. С. 99-105.
6. Обзор учётных программ для СХТ. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.klerk.ru/blogs/buhcrimea/487799/>
7. 1С:Бухгалтерия СХТ, статья на сайте Отраслевые и специализированные решения. [Электронный ресурс]. URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/buhSNT/features>
8. Папахин Н.В. Современное садоводство России и перспективы развития отрасли // Современное садоводство [Электронный журнал]. Орел: ФГБНУ ВНИИСПК, 2013. – № 2. – С. 1-9. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sadovodstvo-rossii-i-perspektivy-razvitiya-otrasli/viewer>
9. M.Chisili, M.Rapcea, S.Chisili. Aprecierea ecologica-economica a eficacitatii utilizarii teritoriului. Teze ale conferintei stiintifice Internationale „Aspecte inovative in viticultura si vinificatie” V Institutul National pentru Viticultura si Vinificatie, Chisinau, 2005, P. 196.
10. Hamid El Bilali, Mohammad Sadegh Allahyari Transition towards sustainability in agriculture and food systems: role of information and communication technologies – Information Processing in Agriculture, Available online 2 July 2018 P. 456-464

11. Yanbo H. Agricultural remote sensing big data: Management and applications/ Yanbo Huang, Zhong-xin CHEN, Tao YU, Xiang-zhi HUANG, Xing-fa GU // Journal of Integrative Agriculture, Volume 17, Issue 9, September 2018, Pages 1915-1931, (17)61859-8 DOI: 10.1016/S2095-3119
12. Приказ от 25 мая 2017 года N 108 О предоставлении за счёт средств краевого бюджета субсидий на возмещение части затрат на закладку и уход за виноградниками / [Электронный ресурс]. <http://docs.cntd.ru/document/537821986>
13. Li.J. Study on the Demands for Agricultural and Rural Informationization in China and Its Strategic Option /C. Zhao, X. Qin1, G. Liu / National Engineering Research Center of Information Technology in Agriculture, Beijing, P.R. China. P. 580-591.
14. Casadesús Jaume. A general algorithm for automated scheduling of drip irrigation in tree crops / Jaume Casadesús, Mercè Mata, Jordi Marsal, Joan Girona // Computers and Electronics in Agriculture. - 2012. - Vol. 83. - p. 11-20
15. ИТ в агропромышленном комплексе России. Статья. [Электронный ресурс]. URL: www.tadviser.ru/index.php/Статья:ИТ_в_агропромышленном_комплексе_России
16. Уокенбах Дж. Excel 2013: профессиональное программирование на VBA. Москва: «Диалектика», 2017. 960 с.
17. J. Sulecki. Five Trends in Horticulture Technology [Электронный ресурс]. URL: <https://agfundernews.com/five-trends-horticulture-technology.html>.
18. Xuan Pham, Martin Stack How data analytics is transforming agriculture//Business Horizons, Volume 61, Issue 1, January-February 2018, Pages 125-133, DOI: 10.1016/j.bushor.2017.09.011
19. Сборник №48 (СНИП IV-5-82) раздела 3 «Многолетние насаждения». [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003373>
20. Дополнение к сборнику ЕРЕР (СНИП IV-5-82) выпуск 2 (СНИП IV-82 часть 1 гл.4), [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200001693>
21. Thomas Weise. Global Optimization Algorithms – Theory and Application. P. 254-256 2017
22. Zhongxin Chen Chapter and other 7 - Agricultural Remote Sensing and Data Science in China/ Zhongxin Chen, Haizhu Pan, Changan Liu, Zhiwei Jiang//Transforming Government and Agricultural Policy Using Artificial Intelligence, 2018, Pages 95-108 DOI: 10.1016/B978-0-12-812443-7.00007-7

References

1. Petrov V.S., Popova D.V., Il'ina I.A., Sokolova V.V. Komp'yuternaya model' sozdaniya i upravleniya produkcionnym potencialom ampelocenzov // Nauchnye trudy SKFNCSVV. T. 24. Krasnodar: SKFNCSVV, 2019. S. 7-18.
2. Alejnikova G.YU., Russo D.E. Cifrovizaciya sel'skogo hozyajstva i elementy cifrovyyh tekhnologij dlya proektirovaniya vinogradnyh agrocenzov // Nauchnye trudy SKFNCSVV. T. 24. Krasnodar: SKFNCSVV, 2019. S. 59-66.
3. Medvedeva A. 2018 Avtomatizaciya rossijskogo agropektora: realii i perspektivy. Stat'ya. [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.agroxxi.ru/selhoztehnika/stati/avtomatizaciya-rossijskogo-agropektora-realii-i-perspektivy.html>
4. Lazeev V., Safonov A. Puti avtomatizacii sel'skogo hozyajstva / [Elektronnyj resurs]. URL: <https://controlengrussia.com/otraslevye-resheniya/selskoe-hozyajstvo/zelenaja-revoljucija/>
5. Lucenko E.V. Avtomatizirovannyj sistemno-kognitivnyj analiz v vinogradarstve i vinodelii // Nauchnye trudy SKFNCSVV. T. 24. Krasnodar: SKFNCSVV, 2019. S. 99-105.
6. Obzor uchyotnyh programm dlya SNT. [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.klerk.ru/blogs/buhcrimea/487799/>

7. 1S:Buhgalteriya SNT, stat'ya na sajte Otrasleye i specializirovannye resheniya. [Elektronnyj resurs]. URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/buhSNT/features>
8. Papahin N.V. Sovremennoe sadovodstvo Rossii i perspektivy razvitiya otrasli //Sovremennoe sadovodstvo [Elektronnyj zhurnal].– Orel: FGBNU VNIISPK, 2013. – № 2. – S. 1-9. – Rezhim dostupa: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sadovodstvo-rossii-i-perspektivy-razvitiya-otrasli/viewer>
9. M.Chisili, M.Rapcea, S.Chisili. Aprecierea ecologica-economica a eficacitatii utilizarii teritoriului. Teze ale conferintei stiintifice Internationale „Aspecte inovative in viticulture si vinificatie”V Institutul National pentru Viticultura si Vinificatie, Chisinau, 2005, P. 196.
10. Hamid El Bilali, Mohammad Sadegh Allahyari Transition towards sustainability in agriculture and food systems: role of information and communication technologies – Information Processing in Agriculture, Available online 2 July 2018 P. 456-464
11. Yanbo H. Agricultural remote sensing big data: Management and applications/ Yanbo Huang, Zhong-xin CHEN, Tao YU, Xiang-zhi HUANG, Xing-fa GU //Journal of Integrative Agriculture, Volume 17, Issue 9, September 2018, Pages 1915-1931, (17)61859-8 DOI: 10.1016/S2095-3119
12. Prikaz ot 25 maya 2017 goda N 108 O predostavlenii za schet sredstv kraevogo byudzheta subsidij na vozmeshchenie chasti zatrat na zakladku i uhod za vinogradnikami / [Elektronnyj resurs]. <http://docs.cntd.ru/document/537821986>
13. Li.J. Study on the Demands for Agricultural and Rural Informationization in China and Its Strategic Option /C. Zhao, H. Qin1, G. Liu / National Engineering Research Center of Information Technology in Agriculture, Beijing, P.R. China. R. 580-591.
14. Casadesús Jaume. A general algorithm for automated scheduling of drip irrigation in tree crops / Jaume Casadesús, Mercè Mata, Jordi Mar-sal, Joan Girona // Computers and Electronics in Agriculture. - 2012. - Vol. 83. - p. 11-20
15. IT v agropromyshlennom komplekse Rossii. Stat'ya. [Elektronnyj resurs]. URL: [www.tadviser.ru/index.php/Stat'ya: IT_v_agropromyshlennom_komplekse_Rossii](http://www.tadviser.ru/index.php/Stat'ya:IT_v_agropromyshlennom_komplekse_Rossii)
16. Uokenbah Dzh. Excel 2013: professional'noe programmirovaniye na VBA. Moskva: «Dialektika», 2017. 960 s.
17. J. Sulecki. Five Trends in Horticulture Technology [Elektronnyj resurs]. URL: <https://agfundernews.com/five-trends-horticulture-technology.html>.
18. Xuan Pham, Martin Stack How data analytics is transforming agriculture//Business Horizons, Volume 61, Issue 1, January-February 2018, Pages 125-133, DOI: 10.1016/j.bushor.2017.09.011
19. Sbornik №48 (SNIP IV-5-82) razdela 3 «Mnogoletnie nasazhdeniya». [Elektronnyj resurs]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003373>
20. Dopolnenie k sborniku ERER (SNIP IV-5-82) vypusk 2 (SNIP IV-82 chast' 1 gl.4), [Elektronnyj resurs]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200001693>
21. Thomas Weise. Global Optimization Algorithms – Theory and Application. R. 254-256 2017
22. Zhongxin Chen Chapter and other 7 - Agricultural Remote Sensing and Data Science in China/ Zhongxin Chen, Haizhu Pan, Changan Liu, Zhiwei Jiang//Transforming Government and Agricultural Policy Using Artificial Intelligence, 2018, Pages 95-108 DOI: 10.1016/B978-0-12-812443-7.00007-7