

В.В. Бандурин, П.А. Верник, В.А. Коршук

**Анализ научных проблем цифрового  
выращивания продукции сельского  
хозяйства**

***Рекомендуемая форма библиографической ссылки***

Бандурин В.В. Верник П.А. Коршук В.А. Анализ научных проблем цифрового выращивания продукции сельского хозяйства // Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности: труды 3-й Международной конференции (6-7 февраля 2020 г., Москва). — М.: ИПМ им. М.В.Келдыша, 2020. — С. 132-140. — <https://keldysh.ru/future/2020/11.pdf>  
<https://doi.org/10.20948/future-2020-11>

***Размещено также [видео выступления](#)***

# Анализ научных проблем цифрового выращивания продукции сельского хозяйства

В.В. Бандурин, П.А. Верник, В.А. Коршук

*АНО «Институт стратегий развития»*

**Аннотация.** В настоящей статье рассматривается применение соответствующих шестому технологическому укладу инновационных цифровых устройств нового класса «синерготрон» для проведения научных исследований по селекции, семеноводству и круглогодичному выращиванию высококачественной растительной продукции.

Проанализировано применение некоторых прорывных технологий в растениеводстве для опережающего развития России, связанных с повышением эффективности научных разработок по данному направлению. Показано, что формирование новых научных знаний в области биологии растений, раскрытие путей и способов реализации значительных потенциальных возможностей растений – основная задача научных исследований в области сельского хозяйства.

Предложен новый класс цифровых устройств – синерготрон, принципиальная новизна которого состоит в сочетании принципов цифрового программного управления с применением передовых технологий (облачные вычисления, искусственный интеллект, большие данные и др.), возможности создания закрытой программно-управляемой среды для выращивания растений, активизации факторов усиления биологического потенциала растений, модульности и масштабируемости.

**Ключевые слова:** растениеводство, селекция, семеноводство, закрытые системы, синерготрон, цифровое устройство, облачные вычисления, искусственный интеллект, программное управление, закрытая программно-управляемая среда

## Analysis of scientific problems of digital agricultural products cultivation

V.V. Bandurin, P.A. Vernik, V.A. Korshuk

*INPO “Institute for Development Strategies”*

**Abstract.** This article considers the use of innovative digital devices of a new class of “sinergotron” corresponding to the sixth technological structure for

conducting scientific research on breeding, seed production and the year-round cultivation of high-quality plant products.

The article analyzes the application of some breakthrough technologies in crop production for the advanced development of Russia, related to increasing the efficiency of scientific developments in this area. It is shown that the formation of new scientific knowledge in the field of plant biology, the disclosure of ways and ways to implement significant potential of plants – the main task of scientific research in the field of agriculture.

A new class of digital devices sinergotron is proposed, the principal novelty of which consists in combining the principles of digital software management with the use of advanced technologies (cloud computing, artificial intelligence, big data, etc.), the possibility of creating a closed software-controlled environment for growing plants, activating factors to enhance the biological potential of plants, modularity and scalability.

**Keywords:** crop production, breeding, seed production, closed systems, sinergotron, digital device, cloud computing, artificial intelligence, program management, closed program-controlled environment

Обеспечение продовольственной безопасности населения – одно из приоритетных направлений как в Российской Федерации, так и в мире в целом. По прогнозам ООН / ФАО, численность населения Земли к 2030 г. увеличится до 8,5 млрд чел., соответственно, объемы производства продуктов питания должны увеличиться не менее, чем в 2 раза, в то же время возможности дальнейшего увеличения посевных площадей в значительной мере ограничены [1,2].

По данным ООН население Земли будет возрастать и к 2050 г. достигнет значения в 9,4÷10,1 млрд чел. (в зависимости от модели прогноза). Относительное изменение посевных площадей на душу населения в период с 2000 по 2050 гг. представлено на рис. 1.

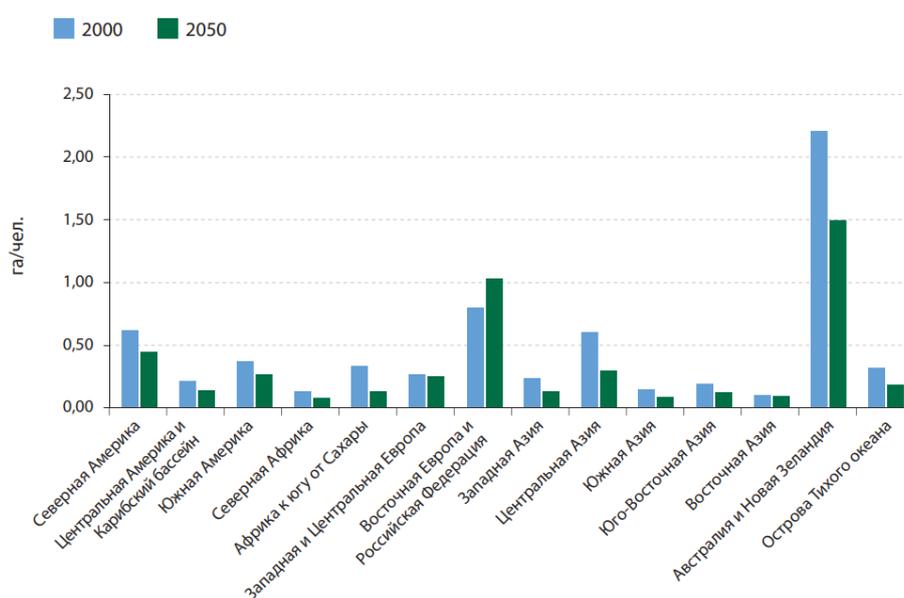


Рис. 1. Посевные площади на душу населения, 2000 и 2050 гг. [2]

В течение следующих 15-20 лет спрос на продовольствие вырастет на 35% [3]. Однако уже сейчас имеются проблемы планетарного масштаба с достаточностью продуктов. По оценкам ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН) примерно каждый девятый человек в мире страдает от недоедания. Число голодающих растет, в 2018 г. таких людей было более 821 млн [4, 5].

В настоящее время в России активно внедряется Программа развития сельского хозяйства на 2020-25 гг., разработанная в соответствии с Указом Президента РФ от 21.07.2016 №350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства» [6].

Основными целями этой Программы являются:

- обеспечение продовольственной независимости России в соответствии с Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента РФ от 30.01.2010 №120 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации»;

- повышение конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции на внутреннем и внешнем рынках;

- ускоренное импортозамещение и обеспечение стабильного роста производства высокоэффективной сельскохозяйственной продукции, полученной за счет применения семян новых отечественных (оригинальных и элитных) сортов высших категорий, цифровых технологий производства высококачественных кормов, кормовых добавок для животных и лекарственных средств для ветеринарного применения, пестицидов и агрохимикатов биологического происхождения, экспертизы генетического материала.

Анализ результатов исследований Россельхозбанка показал, что эти цели предлагается достичь за счет разработки и внедрения прорывных цифровых инновационных технологий.

Цифровизация аграрного сектора только набирает обороты, и у многих российских научных исследователей и предпринимателей пока еще недостаточно наработан опыт масштабирования бизнес-стратегий на рынках. Ускорить эти процессы в аграрном секторе способно вложение средств в научные исследования и разработки (НИР), развитие и поощрение экспериментов на государственном уровне, создание новых прорывных цифровых технологий и устройств. Отметим, что цифровизация аграрного бизнеса дает уникальные возможности для продвижения и масштабирования инноваций и изобретений в сельском хозяйстве.

Рассмотрим пять digital-идей для сельского хозяйства, которые имеют все шансы превратиться в массово применяемые технологии,

позволяющие обеспечить продовольственную безопасность населения и ускоренное развитие сельского хозяйства России на 2020-25 гг. [7]

Первая – IoT-платформы. Сети интернета вещей используются для передачи информации от датчиков в центры управления агропредприятием. Эти сети составляют конкуренцию мобильным сетям, так как могут использоваться в отдаленных районах с неустойчивым покрытием мобильной связи. Сенсоры в таких сетях работают в течение нескольких лет от одного заряда батареи. Стоимость развертывания IoT-сетей несколько ниже, чем у традиционных мобильных. А использование нелицензируемой части спектра позволяет развернуть базовую станцию IoT намного быстрее, чем сеть 2G/3G/4G. Одна такая станция может обеспечить покрытие территории в несколько десятков километров. Например, такие системы передачи данных незаменимы в крупных тепличных хозяйствах, где основную часть расходов составляют траты на отопление и важна каждая сэкономленная единица тепла. В случае применения этой технологии от датчиков в центр управления передается информация о состоянии климата внутри теплицы (температура, влажность, освещенность и пр.).

Вторая – контейнерные фермы с цифровым управлением. Рабочий модуль такой фермы – 40-футовый морской контейнер, оборудованный освещением, системой полива и запасом воды. Такую ферму можно «зарядить» семенами и отправить по железной дороге на другой конец страны, где ее подключат к сети и запустят процесс роста посадок. Всё, что нужно такому модулю, – электропитание и наличие мобильной связи, чтобы передавать оператору данные о влажности почвы, запасе воды и температуре воздуха. Такой ферме не нужна плодородная почва, ее можно ставить буквально на скалу. Ежедневное обслуживание тоже не требуется – о том, что нужно пополнить запас воды или собрать урожай, сообщит оператор, который может находиться в другом городе. Наконец, сняв урожай, контейнер можно отправить обратно, на «перезарядку». Учитывая спрос на местное производство овощей, фруктов и зелени, городские фермы будут выгодны любому ритейлеру, ресторану или сити-фермеру.

Третья – технология сверхточного расчета нужной дозы удобрений на основе данных о составе почвы. В целом эта методика не нова, но с каждым годом удобрения становятся более «точными». Уже сейчас экспресс-анализ почвы позволяет определять потребность в 12 элементах питания для 25 сельскохозяйственных культур на всех фазах роста растений, а программные алгоритмы позволяют учитывать при расчете дозы удобрения температуру воздуха и количество осадков. Подобная технология увеличивает урожайность на 30%. Осталось только сделать ее массовой и передать на аутсорсинг компании, которая занимается исключительно мониторингом состояния почвы в регионе.

Четвертая – трейдинговые платформы для оптовой продажи и закупки сельскохозяйственной продукции, оптимизирующие процесс торговли. Это, конечно, не совсем сельскохозяйственный проект. Скорее, адаптированная под нужды аграриев торговая технология, которая уже давно используется в других отраслях.

Пятая – онлайн-сервис, помогающий небольшим фермерским хозяйствам поставлять свою продукцию ресторанам и ритейлерам с помощью специальной IT-платформы. Своего рода продуктовый Uber для продавцов или агрегатор возможностей поставщиков. Технология изобретена и уже применяется в Индии. Она оптимизирует инфраструктуру поставок сельхозпродукции, напрямую соединяя фермеров с ритейлерами. Судя по индийскому опыту, платформа позволяет фермерам увеличить выручку на 20%.

Однако эти новые идеи и технологии практически не рассматривают научные проблемы производства новейших сельскохозяйственных культур, включая селекционную работу – выведение новых сортов семян и их гибридов. Особенно это важно при рассмотрении проблем очень большой импортозависимости России от их поставок для отечественного сельского хозяйства, по некоторым позициям до 70-90%. [8]

Проведенный экспертами АНО «Институт стратегий развития» анализ показывает, что обеспечение продовольственной безопасности населения России должно обязательно учитывать сложные экологические проблемы, риски и угрозы современного мира, предусматривать биологизацию производственных процессов при экономии ресурсов и повышении экологической устойчивости экосистемы Российской Федерации.

Активное внедрение прорывных цифровых технологий в селекции и растениеводстве для импортонезависимости и опережающего развития России связано с эффективностью научных разработок по данному направлению. Формирование новых научных знаний в области биологии растений, раскрытие путей и способов реализации значительных потенциальных возможностей растений – основная современная задача научных исследований в области сельского хозяйства.

Мы до настоящего времени не знаем деталей сложных биологических процессов в растениях и других биологических объектах, что затрудняет построение адекватных математических моделей и их использование в практике управления сельскохозяйственным производством. В то же время потенциальные возможности растений очень велики, хотя и не реализуются при современном уровне агротехнологий. Например, еще в 1940-60-е гг. в лаборатории светофизиологии и светокультуры в Агрофизическом институте (СПб) проф. Б.С. Мошков получал 6 урожаев томата в год ( $180 \text{ кг/м}^2$ ), и это при ограниченных технических возможностях того времени [9].

По нашему мнению, возможности получения новых научных знаний и их практическое использование связано в первую очередь с наличием современной экспериментальной базы (приборов и оборудования) [11,13].

Как уже отмечалось авторами [8,10], долгое время эксперименты с растениями проводились в основном в открытом грунте с минимальными возможностями целенаправленного воздействия (в основном способы обработки почвы, применение минеральных и органических удобрений, проверка разных регуляторов роста и биопрепаратов, эффективность средств защиты от вредителей, болезней и сорняков и т.д.). Проведение экспериментальной работы в условиях защищенного грунта (теплицы, фитотроны), по сравнению с опытами в открытом грунте, позволило проводить опыты круглогодично, а также расширить возможности влияния на процессы вегетации растений за счет искусственного освещения и применения различных почвенных субстратов по вариантам химического состава. Появилась возможность в несколько раз ускорить процесс выведения и испытания новых сортов и гибридов.

Однако новые прорывные цифровые технологии и биотехнологические методы требуют разработки и широкого использования разного рода климатических устройств с регулируемыми условиями. Важность направления разработки новых типов цифровых программно-управляемых устройств для выращивания растений в искусственных условиях для проведения селекционных исследований особо отмечают российские ученые [8]. Авторы считают необходимым внедрять инновационные технологии селекции, но для этого необходима новейшая экспериментально-техническая база.

Важную роль в современных реалиях играет фактор времени. Традиционная методика полевых исследований в сельском хозяйстве предусматривает минимум трехлетние испытания воздействия любого фактора. Это вызывается нестабильностью погодно-климатических и почвенных условий в условиях открытого грунта и неприемлемо в быстро изменяющемся современном мире. В этом смысле роль закрытых агробиотехносистем особо значима. Появляется возможность проведения экспериментов в строго контролируемых условиях, достоверность и воспроизводимость результатов опытов повышается, сроки проведения экспериментов могут быть сокращены.

В настоящее время конструкторы всего мира работают над улучшением качественных и количественных характеристик закрытых агробиотехносистем. Важным направлением является использование информационных систем, программное управление факторами роста растений. Разрабатываются устройства, позволяющие управлять этими параметрами в динамике вегетации растений и моделировать новые воздействия через управляемые компьютером технологические устройства

во взаимосвязи с физиологией развития растения и анализом этого развития в процессе эксперимента.

В рамках проводимых исследований по комплексному решению проблем обеспечения продовольственной безопасности АНО «Институт стратегий развития» создала устройство «синерготрон», которое по основным характеристикам можно отнести к новому классу цифровых устройств закрытого типа для выращивания растений и проведения научных исследований в области сельского хозяйства [10,11]. Синерготрон – это цифровое устройство закрытого типа для культивирования биологических объектов на основе программно-управляемой внутренней среды и разработанного языка описания с обратной связью по параметрам влажности, состава культивационных сред, температуры, освещения, акустических воздействий, газового состава, движения воздуха и других, вне зависимости от времени года и климатических условий, с существенной экономией ресурсов.

Принципиальная новизна синерготрона состоит в сочетании принципов цифрового программного управления с применением передовых технологий (облачные вычисления, искусственный интеллект, большие данные и др.), возможности создания программно-управляемой среды для выращивания растений, активизации факторов усиления биологического потенциала растений, модульности и масштабируемости, что позволяет без потери функций создавать установки разных масштабов – от небольших комнатных установок до промышленных фабрик по выращиванию растений. Обеспечение закрытости системы дает возможность наиболее точно регулировать микроклиматические условия выращивания.

В синерготроне отсутствуют недостатки, сопутствующие предыдущим классам и типам устройств для выращивания растений: исключено участие человека в процессах, обеспечивающих вегетацию растений; благодаря многоярусной конструкции рационально используется занимаемая площадь и имеется возможность применения внутри жилых и других помещений; энергоэффективность обеспечивается применением новейших технологий, оптимальных режимов и алгоритмов. Принципы, заложенные в синерготрон, позволяют использовать его для круглогодичных селекционно-семеноводческих работ, а также для выращивания всех типов растительной продукции, необходимой для формирования здорового рациона человека.

Синерготроны активно эксплуатируются учеными ведущих научных организаций России. Полученные в ходе экспериментов данные подтверждают эффективность конструктивных решений и принципов, заложенных в синерготрон, для селекции, семеноводства и культивирования растений. Результаты экспериментов легли в основу ряда научных трудов и изобретений. Синерготрон фактически является

универсальным многофункциональным исследовательским и производственным комплексом закрытого типа с облачной обработкой информации, позволяющим формировать интеллектуальные системы знаний о культивировании биологических объектов на основе ускоренного обмена информацией и самообучающихся нейронных сетей. Уровень получения и внедрения научных знаний соответствует шестому технологическому укладу.

Наряду с реализованными в синерготроне передовыми цифровыми технологиями, такими, как облачные вычисления, искусственный интеллект, большие данные, использование облачной системы хранения, он позволяет производить обмен информацией, в том числе о результатах экспериментов в любой точке Земли в режиме реального времени. Разработанный единый язык описания внутренних и внешних процессов культивирования биологических объектов упрощает обмен информацией о результатах экспериментов разными исследователями мира и позволяет формировать международные научные коллективы.

На базе опытного образца синерготрона и его прототипов проведен ряд экспериментов по разработке элементов технологии возделывания растений на примере салатных культур. Некоторые научные результаты и методики проведения биологических экспериментов описаны в сборнике научных трудов института «Жизненный цикл и экология растений: регуляция и управление средой обитания в агробиотехносистемах» [8].

**Выводы.** Для решения задач продовольственной безопасности, в части развития селекции и семеноводства, а также обеспечения населения качественной и безопасной пищевой продукцией, необходимо скорейшее формирование новых научных тенденций и внедрение прорывных цифровых технологий в научных исследованиях, позволяющих получить новые научные знания в области биологии растений, раскрыть пути и способы реализации значительных потенциальных возможностей растений. Получение и эффективное использование этих знаний позволит обеспечить импортнезависимость России.

В качестве одного из направлений обеспечения продовольственной безопасности можно рассматривать внедрение прорывных цифровых технологий и цифровых устройств типа «синерготрон», которые позволяют программно управлять параметрами среды в динамике вегетации растений, моделировать новые воздействия через программно управляемые компьютером технологические устройства во взаимосвязи с физиологией развития растения и анализом этого развития в процессе эксперимента.

## Литература

1. Мануков С. (2015). Прогноз ООН: человечество через 85 лет. – <https://news.rambler.ru/articles/30950999-prognoz-oon-chelovechestvo-cherez-85-let/>
2. FAO Состояние мировых земельных и водных ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. – <http://www.fao.org/3/i1688r/i1688r03.pdf>
3. Office of the Director of National Intelligence National Intelligence Council. Global Trends 2030: Alternative Worlds – [https://www.dni.gov/files/documents/Interactive\\_Le\\_Menu.pdf](https://www.dni.gov/files/documents/Interactive_Le_Menu.pdf)
4. FAO. The State of Food Security and Nutrition in the World 2019 – <http://www.fao.org/3/ca5162en/ca5162en.pdf>
5. *Bandurin V.V., Vernik P.A., Korshuk V.A.* Using innovative digital synergytron devices to solve socioeconomic problems of providing urban population with safe and high-quality plant products // THE EURASEANS: journal on global socio-economic dynamics, 2019. – С. 7-11. – <https://euraseans.com/index.php/journal/article/view/129/120>
6. Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2016 г. № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства». – <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41139>
7. Аграрная революция. Пять смелых идей. – <http://agrodigital.rbc.ru/article/3>
8. Жизненный цикл и экология растений: регуляция и управление средой обитания в агробиотехносистемах. Сборник научных трудов. Выпуск 1/ Под редакцией профессора В.Н. Зеленкова. – М.: ТЕХНОСФЕРА, АНО «Институт стратегий развития», 2018. С.208.
9. *Мошков Б.С.* Выращивание растений при искусственном освещении. – Л.: Колос, 1966. – С. 287.
10. *Зеленков В.Н., Верник П.А.* Создание замкнутых агробиотехносистем на базе цифровых технологий – новые возможности научного познания культур клеток и высших растений // Актуальная биотехнология. №3(26), 2018. С.50-55.
11. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Синерготрон>
12. *Верник П.А.* Системный подход к развитию инновационных технологий в условиях роста энергоемкости природных процессов Земли // «Ноосфера – планета разума». Материалы международной научно-практической онлайн конференции / Издание осуществлено при поддержке АНО «Институт стратегий развития». – М.: Техносфера, 2017. С.399-412.
13. *Поверин Д.И.* Новый подход к адекватному пищевому обеспечению населения планеты Земля // «Ноосфера – планета разума». Материалы международной научно-практической онлайн конференции / Издание осуществлено при поддержке АНО «Институт стратегий развития». – М.: Техносфера, 2017. С.413-429.