

УДК 635:631.14

КОНЦЕПЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ «САДОВОДСТВО БУДУЩЕГО»

Ю.В. Трунов, д.с.-х.н., А.А. Завражнов, к.т.н., Мичуринский ГАУ,

И.М. Куликов, ак. РАН, ВСТИСП,

А.И. Завражнов, ак. РАН, Мичуринский ГАУ

393760, Тамбовская обл., г. Мичуринск, 101, 8(47545) 9-45-01; 9-45-45; e-mail: info@mgau.ru

Сохранение продовольственной безопасности государства невозможно без высокоразвитого сельского хозяйства. Садоводство является одной из важнейших отраслей сельского хозяйства, обеспечивающей население плодами и ягодами – незаменимыми источниками биологически активных соединений. Снабжение населения в течение круглого года свежими плодами и ягодами, высококачественными продуктами переработки актуально при решении проблемы повышения качества жизни человека, его физического здоровья и здоровья нации в целом.

Ключевые слова: садоводство, импортозамещение, конвергентные технологии, цифровая экономика, «умный сад», локальный мониторинг, «локальный сад».

DOI: 10.25680/S19948603.2019.106.16

Известно, что продукция отечественного садоводства (в силу эколого-географических особенностей и национальных садоводческих традиций) значительно богаче биологически активными, особенно антиоксидантными, соединениями по сравнению с импортной. В то же время население России испытывает острый дефицит свежих плодов и ягод, в первую очередь вследствие низкой эффективности Российского садоводства. Таким образом, на современном этапе садоводство России претерпевает сложный период из-за объективных и субъективных причин, в частности [10]:

- неблагоприятных природно-климатических условий на значительной территории России и способности многолетних растений накапливать негативные последствия воздействия стрессоров;
- устаревшей и сильно изношенной материально-технической базы большинства прежних садоводческих хозяйств;
- устаревших технологий возделывания существующих многолетних насаждений.

В условиях импортозамещения в России обострилась необходимость решения следующих первоочередных проблем [17]:

- создание технологических систем производства оздоровленного посадочного материала садовых растений на основе мониторинга и управления фитосанитарным состоянием насаждений в контролируемых и естественных условиях;
- формирование управляемых адаптивных агроценозов на принципах интенсивного агроландшафтного и биологического земледелия с применением геоинформационного микрозонирования, экологически устойчивого сортимента, дифференцированных прецизионных технологических систем;
- стабилизация продуктивности и повышение урожайности насаждений на основе управления продукционными процессами растений на всех этапах органогенеза;
- управление функциональным состоянием плодов как в предуборочный, так и в послеуборочный период;

ды, создание систем длительного хранения продукции и доведение ее до потребителя без потери качества;

- разработка машинных и автоматизированных технологий в садоводстве.

В связи с этим в Мичуринском государственном аграрном университете предложена концепция научного обеспечения садоводства - «Садоводство будущего».

Цель проекта - разработать научные основы управления процессами создания динамических систем производства продукции садоводства с использованием цифровых и интеллектуальных технологий.

Основные задачи проекта и пути их решения:

- создание и агроландшафтная адаптация экологически устойчивых сортов и подвоев на основе эколого-физиологического моделирования и направленной генной селекции [8];
- разработка моделей репродукционного материала садовых культур и создание технологических систем производства посадочного материала на основе управления процессами мультипликации растений в контролируемых и естественных условиях [4];
- создание динамических моделей плодовых растений на основе управления функциональным состоянием и продукционным процессом садовых растений [12];
- создание динамических моделей агрофитоценоза, агроэкосистемы сада на основе агроэкологического и эколого-физиологического мониторинга территорий [5-7];
- разработка новейших послеуборочных технологий в садоводстве на основе создания физиологической модели плода и управления функциональными процессами в условиях длительного хранения продукции и доведения ее до потребителя;
- эколого-экономическое обоснование оптимального размещения производства плодов и ягод, оптимизация породно-сортового состава садов и ягодников по регионам России;
- автоматизация и роботизация процессов в садоводстве на основе информационного моделирования машинных технологий и системы регионального сельхозмашиностроения [11, 14];

- организационное, экономическое и территориальное моделирование отрасли садоводства и управление производством сельхозпродукции на основе социально-экономических, эколого-географических и маркетинговых исследований;

- управление кадровым потенциалом АПК за счет моделирования образовательной системы, внедрения программы агробизнесобразования, повышение экономической и социальной привлекательности аграрных профессий.

В связи с вышеизложенным, садоводческой науке необходим новый подход к созданию агротехнологий, основанных на объединении различных областей знаний, накопленных человечеством – т.е. создание *конвергентных технологий* [9].

Конвергентные технологии – это продукт слияния информационно-коммуникационных технологий, биотехнологий, нанотехнологий и когнитивных технологий. В данном проекте указанные компоненты включают следующие направления:

- в области нано- и биотехнологий: управление растительными биосистемами на генном, клеточном, организменном и ценозном уровнях;

- в области информационно-коммуникационных технологий: моделирование процессов жизнедеятельности растительных биосистем; моделирование агрофитоценозов и агротехнологий; автоматизация управления жизнедеятельностью агрофитоценозов;

- в области когнитивных технологий: изучение взаимодействия биосистем, биоценозов, агроценозов и создание информационных баз и банков знаний.

Концепция научных исследований в области садоводства предполагает разработку садоводческих технологических систем на уровне растительного организма (молекулярный, геномный, цитологический и гистологический), на уровне агроэкосистемы и на уровне отрасли (рис.). Данный подход подразумевает сближение и взаимопроникновение различных областей знаний для создания управляемой системы садоводства с прогнозируемым развитием. Для эффективного управления всеми этими компонентами требуются междисциплинарные методы и инструменты, обеспечивающие гармонизацию и интеграцию понятий и категорий промышленного садоводства и «высоких» и «прорывных» технологий [1].

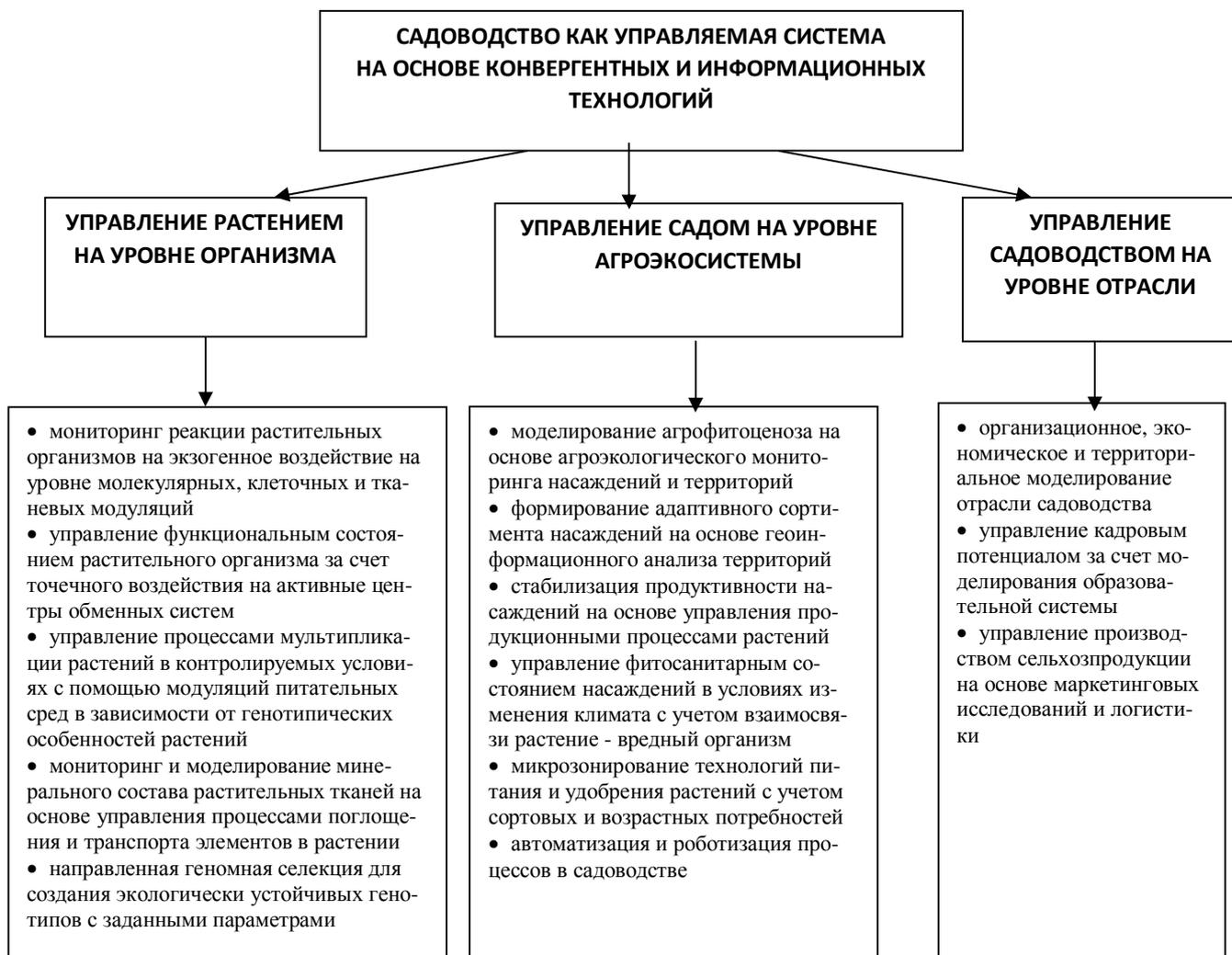


Рис. Разработка садоводческих технологических систем на трех уровнях: растительного организма (молекулярный, геномный, цитологический), агроэкосистемы и отрасли

Новыми для отрасли промышленного садоводства являются следующие технологии: сквозные, информационные, цифровые и др. [3].

Содержание и использование этих технологий регламентированы в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом

Президента РФ от 01.12.2016 г. за № 642; в Программе «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденной распоряжением Правительства РФ от 28.07.2018 г. за № 1632-р и Постановлением Правительства от 18.04.2018 г. за № 317 «О реализации Национальной технологической инициативы».

Программы Национальной технологической инициативы (НТИ) и Цифровой экономики (ЦЭ) определяют основные сквозные технологии научно-технологического развития РФ, включающие: «большие данные»; нейротехнологии и искусственный интеллект; системы распределенного реестра; квантовые технологии; новые производственные технологии; промышленный интернет; компоненты робототехники и сенсорики; технологии беспроводной связи; технологии виртуальной и дополненной реальности. Также Программами предусмотрено изменение перечня таких технологий по мере появления и развития новых технологий. Возможности и условия применения этих технологий в конкретных отраслях требуют глубокого научного анализа.

Развитие концепции «умного» сельского хозяйства и ее эффективная реализация не возможны без глубокого осмысления данного направления [2]. В настоящее время в научных публикациях по научно-технологическому развитию и цифровой трансформации отрасли сельского хозяйства – термин «умный» является обязательным атрибутом [13].

«Умная» среда – это наличие (оснащение) сенсорного и информационного инструментария, позволяющего оперативно (моментально) собирать, передавать и аккумулировать информацию об окружающей действительности (среде).

«Интеллектуальная» среда – это возможность анализа и принятия решения в управляющих процедурах изменения окружающей действительности (среды).

«Цифровая» трансформация – это создание новых бизнес-моделей, определяющих переход от политики реализации собственных интересов к политике приоритета интересов потребителя.

Сельскохозяйственная наука и практика уже давно используют элементы «высоких» технологий: в растениеводстве – это системы «точного земледелия». До последнего времени использование таких систем ограничивалось их стоимостью и сложностью обслуживания. В настоящее время практика имеет дешевую и доступную сенсорную, «интернет вещей», технологии «больших данных» и «облачных» вычислений, мобильные компьютеры, кибер-физические системы (мехатронные и роботизированные комплексы), космические системы слежения, разветвленные информационно-коммуникационные сети, цифровые платформы, программные комплексы CALS и бизнес-технологий и др.

До настоящего времени основной вклад в рост эффективности и продуктивности промышленного садоводства был связан с применением узкоспециализированных агротехнологий, специальной сельскохозяйственной техники (разработанной и изготовленной по традиционным технологиям), удобрений и гербицидов направленного действия и др. [16]. Сегодня прорывы в сфере промышленного садоводства сопряжены с реализацией компетенций, обеспечивающих Цифровую трансформацию (по терминологии ЦЭ) и внедрение Передовых Производственных Технологий (по терминологии НТИ), в которых широко используется «ум-

ное» оснащение, интегрированное с «интеллектуальной» системой управления и принятия решений [15]. Такой подход создает производственно-технологическую систему, сочетающую в себе преимущества массового производства и, в то же время гибко настроенную на необходимый в данный момент объем выпуска, и обладающую высокой степенью кастомизации (персонализации) с целью быстрого реагирования на потребности рынка. И самое главное, адаптированную и настроенную на преодоление проблем и вызовы промышленного садоводства на современном этапе.

Однако реализация промышленного садоводства как высокотехнологичной индустриальной отрасли сдерживается рядом причин:

- продолжительными жизненными циклами вегетационных, технологических и производственных процессов. Так, жизненные циклы плодов и плодовой продукции в целом (от процессов «индукции» и «инициации» генеративных почек до процессов уборки, хранения и реализации качественной готовой продукции) имеют продолжительность до 2 лет, а жизненные циклы промышленных садов – до 40-50 лет для экстенсивных садов и до 15 лет для интенсивных и суперинтенсивных садов;

- спецификой инженерного обеспечения, определяющей весьма широкий ассортимент машин и оборудования для выполнения технологических процессов и операций. При этом потребный парк машин ограничивается их небольшим количеством (зачастую – единственным экземпляром), что снижает заинтересованность больших высокотехнологичных предприятий-изготовителей в производстве высокоэффективной техники для промышленного садоводства;

- историческими и национальными особенностями отечественного садоводства, определяющего парадигму развития промышленного садоводства, как нечто, связанное, главным образом, с агробιοлогическими, агротехнологическими и производственными особенностями садов;

- демографической и кадровой ситуацией, определяющей острую нехватку квалифицированных сотрудников, имеющих знания и опыт работы в сфере передовых производственных технологий.

Указанные объективные причины привели к тому, что в настоящий период отечественное садоводство по своей сути является весьма консервативной областью растениеводства, менее всего восприимчивой/адаптированной к внедрению инноваций в сфере инженерного обеспечения и технологизации. Это предопределяет значительный разрыв между традиционными схемами производственной и технологической деятельности в отечественном промышленном садоводстве и стремительно развивающимися передовыми производственными технологиями в наукоемких отраслях.

В основе «цифровой трансформации» и использования сквозных технологий в любой отрасли лежат «цифровые технологии», определяющие способ и средства передачи информации.

По определению, «цифровые технологии» (Digital technology) основаны, в отличие от аналоговой системы (где информационный сигнал транслируется в виде непрерывного спектра), на представлении сигналов дискретными (цифровыми «0» и «1» или логическими «Да» и «Нет») значениями.

Среди преимуществ цифровых схем, по сравнению с аналоговыми, - их высокая помехоустойчивость и возможность компьютерного управления путем простого обновления программного обеспечения (проведение имитационного моделирования на основе виртуальных моделей). Данные преимущества и определяют прорывное развитие технологий НТИ и ЦЭ, которые являются «сквозными» и «инвариантными», т. е. применимыми во всех отраслях высокотехнологичной промышленности.

Непосредственно для цифровой трансформации промышленного садоводства нами определен первоначальный перечень мероприятий, позволяющих сформировать атрибуты и разработать исходные концепты категории «Умный сад»:

1. Формирование садовой агроэкосистемы и создание цифровой платформы «Садоводство будущего».

2. Разработка комплексных технологических решений, обеспечивающих в кратчайшие сроки производство глобально конкурентоспособной плодово-ягодной продукции и сертифицированного посадочного материала.

В терминологии «Садоводство будущего» данные решения обозначены как «Умный сад», «Цифровой сад», «Виртуальный сад» (по аналогии разработки высокотехнологичных машиностроительных отраслей в рамках дорожной карты «ТехНет» НТИ).

3. Реализация (например, в рамках «Мичуринской долины» и не только) испытательных тест-полигонов для генерации технико-технологических решений в формате «Умного сада», «Цифрового сада» и «Виртуального сада».

Целями реализации тест-полигонов являются отбор, тестирование и практическая реализация лучших мировых и собственных технико-технологических решений с последующим тиражированием и внедрением в садоводческих хозяйствах России.

4. Разработка и практическая реализация прорывных новаций в области агротехнологических, производственных и производственных процессов в рамках направления «Садоводство будущего», а именно:

- система локального мониторинга, обеспечивающего диагностику функционального состояния плодовых растений на протяжении всего жизненного цикла (паспорт дерева);

- система «Дерево-робот» с использованием вживленных чипов, обеспечивающих самоуправление производственными процессами плодового дерева;

- система «Безлюдных» технологий с использованием робототехнических и мехатронных агрегатов на трудоемких операциях;

- система глобального агрологистического мониторинга в пределах территорий и регионов;

- система управления и принятия решений в рамках «Садоводства будущего» с использованием искусственного интеллекта;

- система «Умного моделирования» производственных процессов и кортежи сценариев развития в зависимости от климатических изменений и др.

Практическая реализация предложенных информационных и цифровых новаций в формате «Умного сада» создаст производственно-технологическую систему промышленного садоводства, сочетающую в себе преимущества классического садоводства и, в то же время, гибко настроенную на необходимый в данный момент

производственный сценарий и обладающую высокой степенью кастомизации (персонализации) с целью быстрого реагирования на потребности рынка.

В итоге предлагаются исходные принципы и концепты категории «Умный сад»:

1. Известно, что в основе «умного»/«интеллектуального» производства лежат разветвленные сенсорные сети. Для растениеводства в общем и садоводства в частности – это система комплексного мониторинга, оснащенная датчиками и анализаторами контактного и безконтактного действия.

2. В основе модели «умного» производства в садоводстве принята концепция использования микроскопических сенсоров (датчиков и чипов) контактного действия и лазерно-оптических сенсоров безконтактного действия, которые обеспечат проведение непрерывного комплексного мониторинга на локальном уровне.

3. Локальный уровень мониторинга и фитодиагностики позволит контролировать состояние каждого плодового растения (саженца или дерева) в отдельности, учитывать его потребность во влаге, элементах питания, знать наличие патогенов и вирусов, заболеваемость на всем протяжении его жизненного цикла.

4. Новая система локального мониторинга определяет методику 3D-сканирования всего плодового растения путем размещения или позиционирования датчиков в его различных частях (в диапазоне корневой системы, штамба и разных участков кроны).

5. Принцип локального мониторинга также распространяется на периоды «индукции», «инициации» и «дифференциации» почек плодового растения и позволяет проводить мониторинг соотношения вегетативной массы и плодов, что в итоге позволит управлять периодичностью плодоношения.

6. Локальные сенсорные технологии подразумевают широкое использование роботизированных мобильных платформ и манипуляторов. Следует отметить, что современный интенсивный сад позволяет полностью использовать данное оборудование со значительным энергосбережением путем использования уже установленных шпалер.

7. Использование «шпалерной инфраструктуры» при применении роботизированных систем позволяет перейти к «безлюдным технологиям» на большинстве технологических операций в промышленном садоводстве.

8. В отличие от сенсорных технологий «точного земледелия», получивших наибольшее распространение в полеводстве и анализирующих участки в диапазоне от 0,3 до 30 га, технология локального мониторинга оперирует с каждым плодовым растением индивидуально в линейных диапазонах от 0,001 до 1 м, что значительно повышает точность и эффективность управления его производственными и биологическими процессами.

9. Модель (сценарий) развития систем локального мониторинга подразумевает:

- использование мобильных роботизированных платформ (роботов-разведчиков) с системой датчиков и анализаторов, установленных на роботы-манипуляторы для локального мониторинга в пределах плодового квартала (сада) или 3D сканирования каждого плодового растения в отдельности;

- использование шпалер-сенсоров с мультидатчиками, установленными в разных частях плодового квартала (сада);

• использование вживленных датчиков-чипов в различных частях плодового растения, что позволит в будущем перейти к технологиям «самомониторинга/самодиагностики плодовых растений», «интернету деревьев» и автоматизированному интеллектуальному управлению фитосостояния каждого плодового растения в отдельности.

10. Применение технологий локального мониторинга с использованием элементов робототехники обозначено как «Умный сад».

11. Анализ и интеллектуальное управление производственными, технологическими и производственными процессами «Умного сада» осуществляются на основе цифровой и виртуальной моделей, обозначенных как «Цифровой сад» и «Виртуальный сад».

12. Модель «Цифрового сада» определяет кортежи цифровых аналогов плодовых кварталов (садов) и непосредственно цифровых аналогов плодового растения на всех этапах жизненного цикла.

13. Модель «Виртуального сада» определяет объединение в единую сеть всех этапов технологических и производственных процессов. Продуктом «Виртуального сада» является виртуальная модель всех производственных, технологических, производственных, организационных и логистических процессов производства и реализации плодовой продукции.

Данные положения являются прорывными, и их успешная реализация в сочетании с бизнес-технологиями выведет отечественное промышленное садоводство на новый технологический уровень и обеспечит конкурентоспособность и импортонезависимость.

Литература

1. Бабушкин В.А., Завражнов А.И., Трунов Ю.В. Промышленное садоводство как управляемая информационно-технологическая система // Достижения науки и техники АПК. - 2016. - №7. - Т.30. - С. 110-112.
2. Завражнов А.А., Завражнов А.И., Ланцев В.Ю., Муромцев Д.Ю., Елизаров И.А. Концепция «умного» сельского хозяйства на примере отрасли промышленного садоводства / Цифровизация агропромышленного комплекса [Электронный ресурс]: сборник научных статей I Международной научно-практической конференции. – Тамбов, 10-12 октября 2018 г. – Тамбов: Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2018. – Т.2. – С. 12-17.
3. Завражнов А.А., Завражнов А.И., Ланцев В.Ю. Интенсивное садоводство: от агротехнологического мировоззрения к индустриальным информационным технологиям / Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: материалы VII Междунар. науч.-

практ. конф. («ИнформАгро-2014»). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – С. 53-61.

4. Куликов И.М., Трунов Ю.В., Соловьев А.В., Борисова А.А. и др. Основы инновационного развития питомниководства России / Под ред. И.М. Куликова, Ю.В. Трунова. – М.: ФГБНУ ВСТИСП; Саратов: Амирит, 2018. – 188 с.

5. Савин И.Ю., Кирьянова Е.Ю., Трунов Ю.В., Цуканова Е.М., Соловьев А.В. Геоинформационный анализ рельефа Тамбовской области // Вестник РАСХН. – 2013. – № 6. – С. 36-37.

6. Савин И.Ю., Трунов Ю.В., Цуканова Е.М., Соловьев А.В., Овечкин С.В. Геоинформационный анализ почвенного покрова Тамбовской области // Доклады РАСХН. – 2014. – № 1. – С. 47-50.

7. Савич В.И., Трунов Ю.В., Наумов В.Д., Никиточкин Д.Н. Информационная оценка моделей плодородия дерново-подзолистых почв и черноземов под яблоню с учетом почвообразовательных процессов // Плодородие. – 2014. – № 4(79). – С. 26-28.

8. Трунов Ю.В. Эколого-генетические основы современных технологий возделывания яблони в России // Адаптивное кормопроизводство. – 2017. – № 1. – С. 94-98.

9. Трунов Ю.В. Садоводство России как управляемая система с прогнозируемым развитием. / Современное состояние питомниководства и инновационные основы его развития: матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. С.Н. Степанова. – Мичуринск, 2015. – С. 23-30.

10. Трунов Ю.В. Проблемы развития садоводства России как управляемой развивающейся системы // Плодоводство и ягодоводство России. – 2015. – Т. 42. – С. 297-299.

11. Трунов Ю.В., Завражнов А.А., Еремеев Д.Н. Повышение эффективности российского садоводства на основе использования интенсивных типов садов и машинных технологий их возделывания // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 4. – С. 41-43.

12. Трунов Ю.В., Цуканова Е.М., Ткачев Е.Н., Кузин А.И. Модель использования питания яблони на основании диагностики функционального состояния растений / Плодоводство Беларуси: традиции и современность: матер. междунар. науч. конф. (аг. Самохваловичи, 13-16 октября 2015 г.) / Белсад, РУП «Институт плодородия». – Самохваловичи, 2015. – С. 289-291.

13. «Умные» среды, «умные» системы, «умные» производства: серия докладов (зеленых книг) в рамках проекта «Промышленный и технологический форсайт Российской Федерации» / Коллектив авторов; Фонд «Центр стратегических разработок «Северо-Запад». – СПб., 2012. – Вып. 4. – 62 с.

14. Babushkin V.A., Zavrachnov A.A., Zavrachnov A.I. Technology and machinery for intensive / Russian Horticulture / Ecology, Environment and Conservation Paper. – Vol. 21. – Suppl. Issue, August, 2015. – PP. 11-12.

15. Zavrachnov A.I., Zavrachnov A.A., Lantsev V. Information modeling technology in industrial horticulture / Russian Journal of Horticulture, 2015. – Т.2. – №1. – PP. 5-12.

16. Zavrachnov A.I., Lantsev V.Y., Zavrachnov A.A., Trunov Y.V. Modern industrial horticulture as the managed information and technological system. - Ecology, Environment and Conservation. – Vol 22. – Dec. 2016. Suppl. issue. – PP. 173-177.

17. Trunov Y.V. The Problems and Development Course of the Russian Horticulture. – Russian Journal of Horticulture, 2015. – V.2. – № 2. – PP. 59-62.

CONCEPT OF SCIENTIFIC RESEARCH "GARDENING OF THE FUTURE"

Yu. V. Trunov¹, A.A. Zavrachnov¹, I.M. Kulikov², A.I. Zavrachnov³

¹ I.V. Michurin FSC, Michurina ul. 30, 393774 Michurinsk, Russia.

² All-Russian Horticultural Institute for Breeding, Agrotechnology and Nursery, Zagoryevskaya ul. 4, 115598 Moscow, Russia.

³ Michurinsk State Agrarian University, Internationalnaya ul. 101, 393760 Michurinsk, Russia.

Preservation of food security of the state is impossible without highly developed agriculture. Gardening is one of the most important sectors of agriculture, providing the population with fruits and berries - irreplaceable sources of biologically active compounds. The supply of the population throughout the year with fresh fruits and berries, high-quality processed products is important when solving the problem of improving the quality of human life, his physical health and the health of the nation as a whole.

Keywords: gardening, import substitution, convergent technologies, digital economy, smart garden, local monitoring, local garden..