

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НОРМАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТЬЮ ВОСПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В МНОГОЛЕТНИХ АГРОЦЕНОЗАХ

Евгений Алексеевич Егоров, доктор экономических наук, академик РАН, профессор  
Жанна Александровна Шадрина, доктор экономических наук, профессор РАН  
Гаянэ Агоповна Кочьян, кандидат экономических наук, доцент  
ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»,  
г. Краснодар, Россия  
E-mail: gayanek@mail.ru

**Аннотация.** Обоснована необходимость формирования структурно-параметрических моделей нормативного управления устойчивостью воспроизводственных процессов в многолетних агроценозах. Рассмотрены современные методы в сложных природно-техногенных системах: когнитивный анализ и перспективные цифровые технологии. Показана модель функциональной устойчивости воспроизводственных процессов в многолетних агроценозах, представляющая иерархическую систему, которая определяет структуру связей функций и элементов, в том числе параметры этих связей. Разработан алгоритм создания структурной модели параметров устойчивости, включающий: выделение функциональных областей воздействий; формирование системы оценочных показателей; нахождение функциональных эколого-экономических, технологическо-экономических взаимосвязей и определение их размерности; оценку общесистемной и функциональной устойчивости воспроизводственных процессов; выбор критериев устойчивости и системы ограничений; эконометрическое моделирование для выявления рациональных параметров устойчивости воспроизводственных процессов. Доказана роль биотехнологий в обеспечении потенциальной устойчивости агроценозов, нивелировании негативных последствий в результате климатических и химико-техногенных воздействий на элементы агроценоза. Предложены инструменты управления биотехнологическими процессами в элементах агроценоза по критериям адаптивности, биологизации и рациональности природопользования. Разработана нормативно-параметрическая модель обеспечения устойчивости воспроизводственных процессов, цель которой — обоснование регуляторов (инструментов) приведения системы к устойчивому состоянию. Установлена эффективность корректировки агротехнологических регламентов для приведения показателей состояния агроэкосистемы к нормативному уровню устойчивости.

**Ключевые слова:** агроценозы, воспроизводственные процессы, устойчивость, модели, алгоритм, эффективность

## METHODICAL APPROACHES TO THE FORMATION OF STRUCTURAL-PARAMETRIC MODELS OF REGULATORY MANAGEMENT OF REPRODUCTION PROCESSES SUSTAINABILITY RESISTANCE IN PERENNIAL AGROCENOSSES

E.A. Egorov, *Grand PhD in Economic Sciences, Academician of the RAS, Professor*  
Zh.A. Shadrina, *Grand PhD in Economic Sciences, Professor of the RAS*  
G.A. Kochyan, *PhD in Economic Sciences, Associate Professor*  
North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making, Krasnodar, Russia  
E-mail: gayanek@mail.ru

**Abstract.** The necessity of forming structural-parametric models of normative management of the stability of reproductive processes in perennial agroecosystems is substantiated. Modern methods of managing the sustainability of reproductive processes in complex natural and man-made systems are considered: cognitive analysis and promising digital technologies. A structural model of the functional stability of reproductive processes in perennial agroecosystems has been developed, representing a hierarchical system that determines the structure of the relationships of functions and elements of reproductive processes, including the parameters of these relationships. An algorithm for the formation of a structural model of stability parameters has been developed, including the identification of functional areas of impacts; the formation of a system of evaluation indicators; the identification of functional ecological-economic and technological-economic relationships and the determination of their dimension; assessment of system-wide and functional stability of reproduction processes; determination of stability criteria and a system of restrictions; econometric modeling in order to determine the rational parameters of the stability of reproduction processes. The role of biotechnologies in ensuring the potential stability of agroecosystems, leveling the negative consequences as a result of climatic and chemical-man-made impacts on the elements of agroecosystem is substantiated. The tools of management of biotechnological processes in the elements of agroecosystem according to the criteria of adaptability, biologization and rational nature management are proposed. The normative-parametric model of ensuring the stability of reproductive processes has been developed, the main purpose of which is to substantiate the regulators (tools) of bringing the system to a stable state. The effectiveness of the adjustment of agrotechnological regulations in order to bring the indicators of the state of the agroecosystem to the normative level of stability is substantiated.

**Keywords:** agroecosystems, reproduction processes, sustainability, models, algorithm, efficiency

Воспроизводственные процессы в многолетних агроценозах представляют собой сложную циклически организованную систему, которая включает ресурсы: биологические (почвенное плодородие, растения многолетних сельскохозяйственных культур, насаждения); производительные (финансовые, материально-технические, трудовые); товарно-экономические (продукция, прибавочная стоимость, фонды).

В результате негативного влияния макроэкономических процессов формируются функциональные диспропорции, которые воздействуют на развитие реального сектора экономики и организацию воспроизводственных процессов. Эффективность производства плодовой продукции в 2022 году существенно снизилась, по сравнению с 2018 годом. Себестоимость плодовой продукции в РФ увеличилась на 60,3% (в среднем за год на 12,5%), цена реализации — 33,5% (в среднем за год на 7,5%), что обусловило снижение рентабельности производства более, чем на 25 процентных пункта, а также возрастание дефицита собственных оборотных ресурсов сельхозтоваропроизводителей для осуществления закладки многолетних насаждений и основного производственного процесса.

С учетом ожидаемых макроэкономических диспропорций минимальный прирост себестоимости плодовой продукции (яблоки) в 2023 году может составить более 13%, что требует разработки мер по обеспечению устойчивости воспроизводственных процессов в субъектах отраслевого предпринимательства.

Устойчивость многолетних агроценозов, представляющих сложные природно-техногенные системы, может быть потенциальной, определяющей его конструктивными элементами и в вегетационном периоде, предусматривающая принятие оперативных агротехнологических мер по приведению тех или иных воспроизводственных процессов в соответствие с нормативными параметрами. [1, 4]

Динамический оптимум воспроизводственных процессов регламентируется критериями, технологическими параметрами которых расчетно обосновываются многофакторным моделированием.

Обобщающие критерии функциональной и общесистемной устойчивости воспроизводственных процессов: способность природно-техногенной системы противостоять отрицательным воздействиям природного и экономического характера; расширенное воспроизводство всех используемых видов технологических и экономических ресурсов; качественное изменение параметров системы; условия последующих улучшений и предотвращение спадов производства.

Достижение необходимого уровня устойчивости и эффективности воспроизводственных процессов осуществляется методами и способами разработки, реализацией управленческих решений.

К современным методам управления устойчивостью воспроизводственных процессов в сложных природно-техногенных системах отнесены когнитивный анализ и цифровое моделирование.

Когнитивные методы анализа выявляют системные причинно-следственные связи между структурными элементами сложных систем, опре-

деляют степени взаимовлияния факторных признаков и результирующих показателей с последующим отображением информации в форме когнитивной карты.

Когнитивные карты устойчивости воспроизводственных процессов в агроэкосистемах с участием плодовых агроценозов — основа для разработки механизма и размерности инструментов обеспечения устойчивости сложных природно-техногенных систем, включая платформенные решения, основанные на современных цифровых технологиях, и позволяют дать оценку последствий, происходящих под влиянием климатических и химико-техногенных воздействий на элементы агроэкосистем.

Цифровые технологии — автоматизация оперативной выработки оптимальных регламентов технологических процессов и операций с формированием и обработкой многофункциональных баз данных, когнитивного моделирования с использованием программного и аппаратного обеспечения.

Перспективные цифровые технологии в промышленном плодоводстве — создание и внедрение аналитических инструментов и специализированных баз данных для программно-аппаратного обеспечения управления устойчивостью воспроизводственных процессов с учетом формирующихся технологических сдвигов по критериям адаптивности, биологизации и рациональности природопользования при негативном влиянии техногенных, климатических и макроэкономических факторов.

Устойчивость обеспечивается структурной организацией воспроизводства по комплексу специфических критериев, которые определяют условия организации процессов, либо устанавливают ограничения, соблюдение которых формирует устойчивость.

Выявление оптимальных параметров структурно-функциональных взаимосвязей в воспроизводственных процессах необходимо как для разработки инструментария управления устойчивостью и эффективностью, так и для установления направлений в модификации технологий в целом и ее регламентов в частности.

Структурная модель функциональной устойчивости воспроизводственных процессов в многолетних агроценозах представляет собой иерархическую систему, которая создает структуру связей функций и элементов воспроизводственных процессов, в том числе параметры этих связей (рис. 1).

Необходимость представления структурной модели функциональной устойчивости воспроизводственных процессов в многолетних агроценозах в графической форме возникает при проведении количественной оптимизации параметров элементов системы в соответствии с критериями биологизации, экологизации и ресурсосбережения.

Структурная модель функциональной устойчивости — основа для формирования структурной модели параметров устойчивости воспроизводственных процессов. Она должна основываться на среднемноголетних эмпирических данных, установленных ограничений и локальных критериях по видам устойчивости (рис. 2).

Алгоритм разработки структурной модели параметров устойчивости включает: выделение функ-

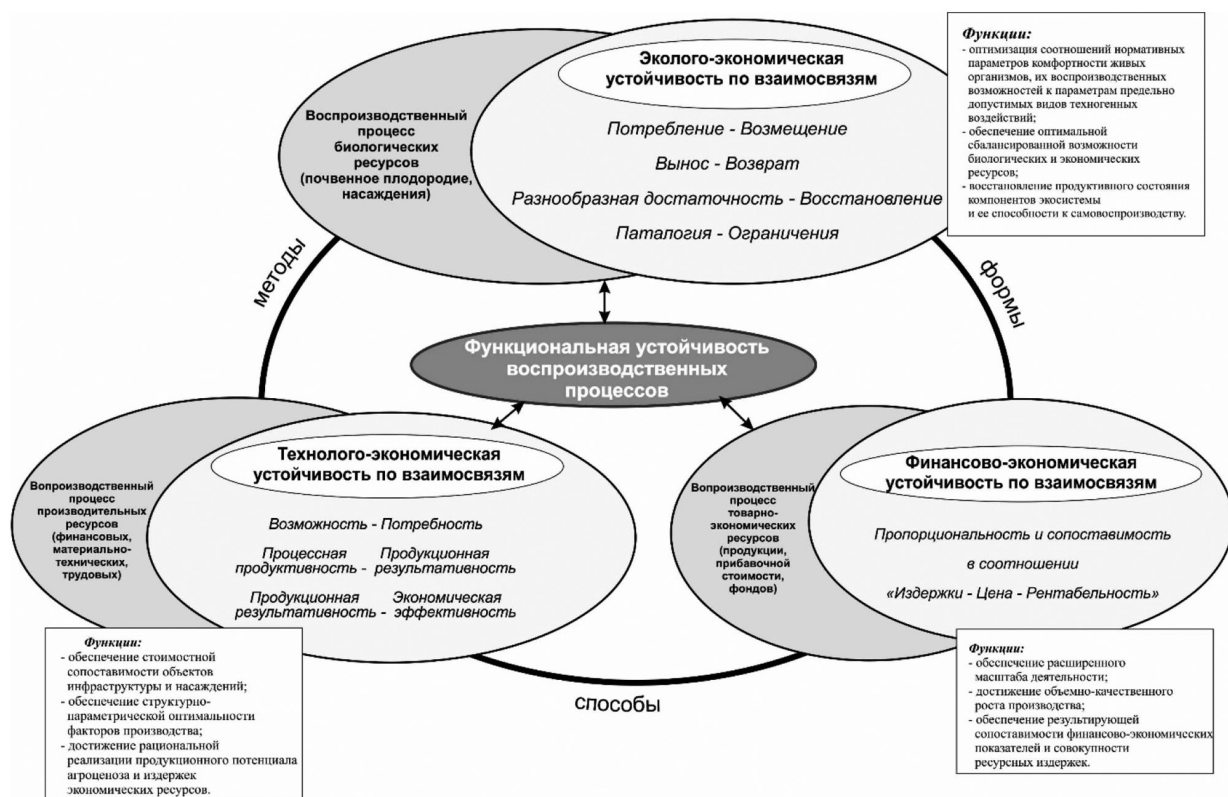


Рис. 1. Структурная модель функциональной устойчивости воспроизводственных процессов в многолетних агроценозах.

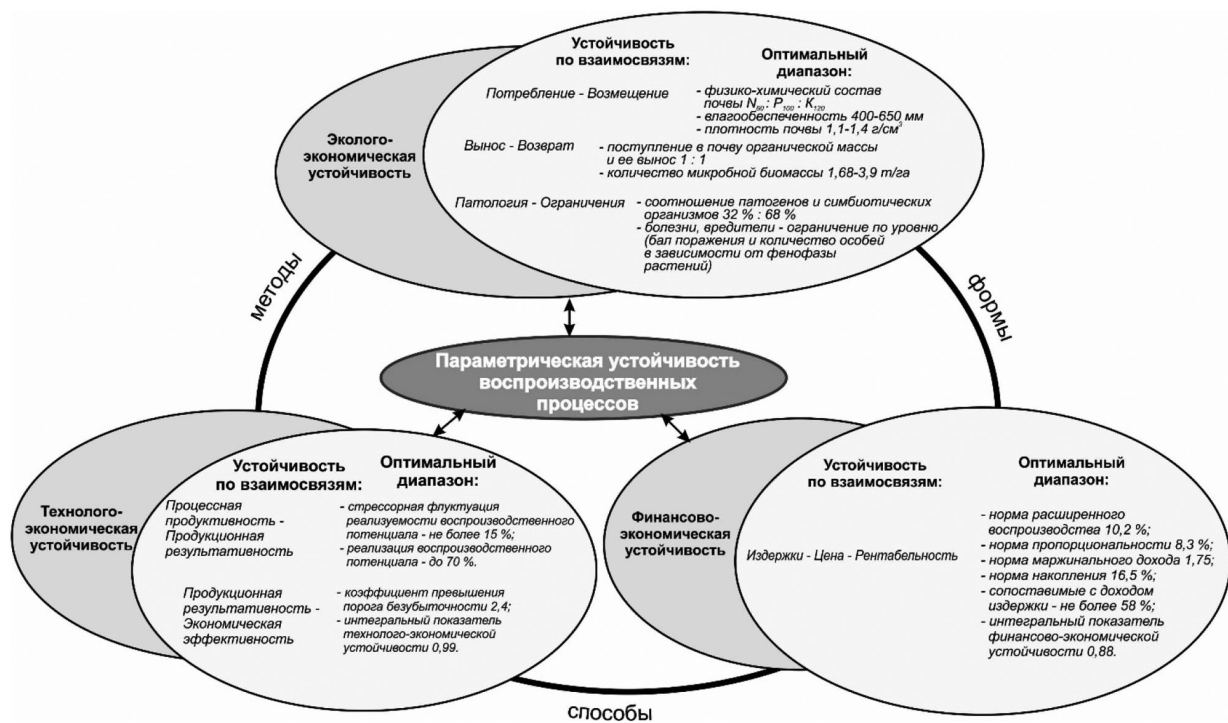


Рис. 2. Структурная модель параметров устойчивости воспроизводственных процессов.

циональных областей воздействия; формирование системы оценочных показателей; выявление функциональных эколого-экономических и технологическо-экономических взаимосвязей, определение их размерности; оценку общесистемной и функциональной устойчивости воспроизводственных процессов; выбор критериев устойчивости и системы ограни-

чений; эконометрическое моделирование для определения рациональных параметров устойчивости воспроизводственных процессов. [2, 3]

Эколого-экономическая устойчивость обуславливает потенциальное плодородие почв, почвенную микробиоту, состояние микробио-, акаро- и энто-

Технологическая экономическая устойчивость воспроизводственных процессов характеризуется рациональностью конструкции агроценоза, агротехнологических приемов, управленческих решений.

Финансово-экономическая устойчивость состоит из компонентов (рыночные, структурные, элементные) по критериям конкурентоспособности, результативности, эффективности.

Приведение параметров устойчивости воспроизводственных процессов к их оптимальному уровню осуществляется нормативно-параметрической моделью (рис. 3).

Целеполагание нормативно-параметрической модели — обоснование регуляторов (инструменты) приведения системы к устойчивому состоянию.

При негативном влиянии техногенных, климатических и макроэкономических факторов особенно важны инструменты управления биотехнологическими процессами в промышленном плодородии по критериям адаптивности, биологизации и рациональности природопользования.

В обеспечении потенциальной устойчивости агроценозов, нивелировании негативных последствий в результате климатических и химико-тех-

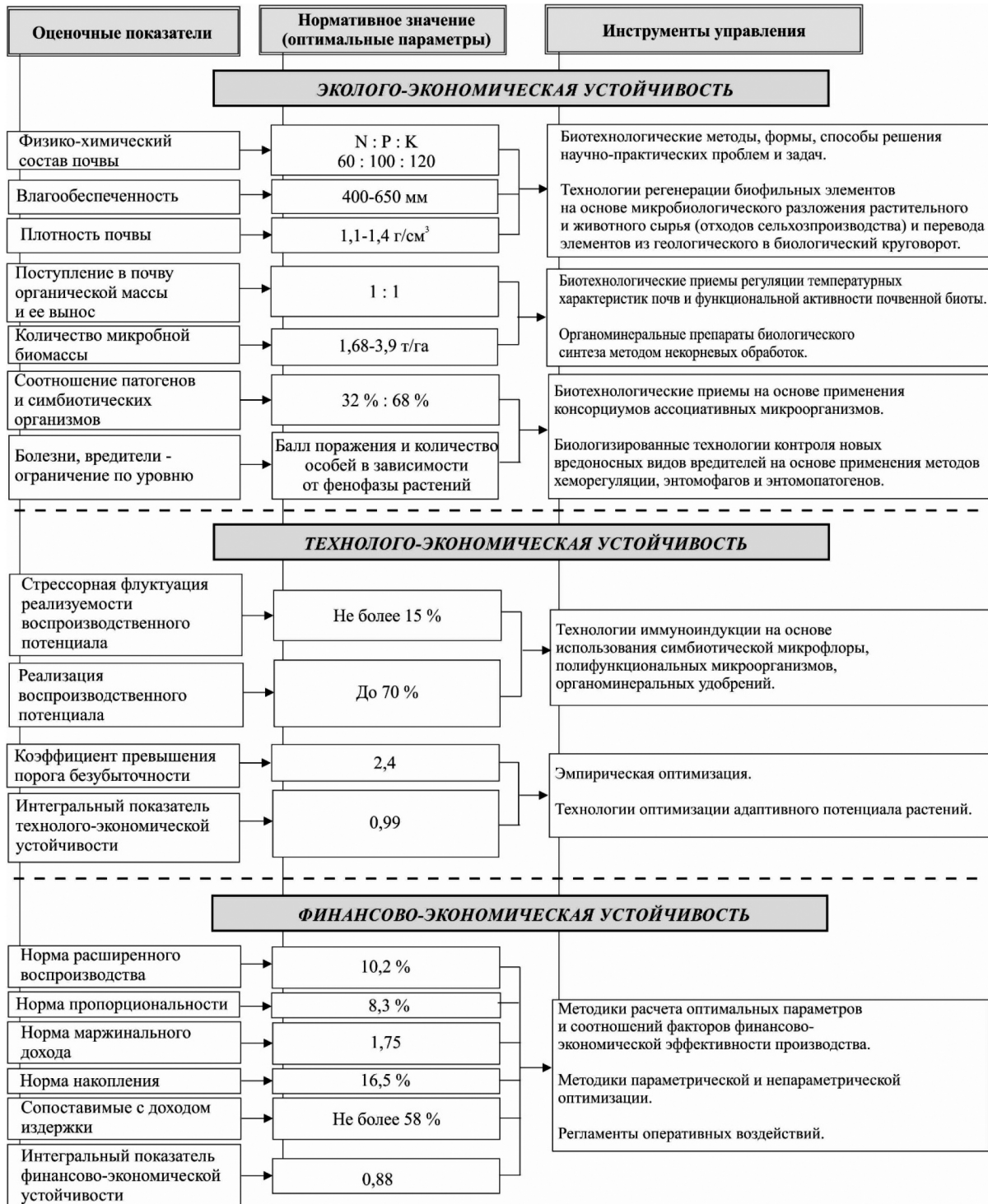


Рис. 3. Нормативно-параметрическая модель устойчивости воспроизводственных процессов.

ногенных воздействий на его элементы приоритет у биологизации, то есть наиболее полного вовлечения в воспроизводственные процессы естественных биологических ресурсов и повышения биологического потенциала самих растений посредством биотехнологий. [5]

Инструменты управления биотехнологическими процессами в элементах агроценоза: внедрение и широкое применение альтернативных химическим пестицидам современных биологических средств; применение биоагентов для сохранения и развития структур, механизмов саморегуляции; использование новых биологически активных препаратов для повышения эффективности в управлении экспрессивностью генотипа, расширения границ толерантности растений, их стрессоустойчивости; экологическое нормирование, повышение плодородия и биогенности почвы стимуляцией развития ризосферных микроорганизмов и возвратом в почву органической массы; биосинтез фунгистатичных соединений в растениях. [6]

Оптимизация параметров структурных элементов агроценоза на основе выбора варианта, соответствующего специфическим условиям и требованиям (критерии), из ряда эмпирически установленных параметров показателей, а также расчетное обоснование рациональных агротехнологических регламентов (нормирование) позволяет обеспечить устойчивость воспроизводственных процессов.

Важная роль в повышении устойчивости и эффективности воспроизводственных процессов в промышленном плодоводстве у цифровых технологий, которые основаны на автоматизации процессов оперативной выработки технологических регламентов с использованием многофункциональных баз данных, оптимизационного моделирования по критериям эффективности, биологизации и рациональности природопользования. [7, 8]

При корректировке агротехнологических регламентов для приведения показателей состояния агроэкосистемы к нормативному уровню устойчивости, существенно изменяются количественные и качественные показатели состояния воспроизводственных процессов — нормализуются физиолого-биохимические процессы, продуктивность соотносится с издержками, а эффективность производства ориентируется на оптимально возможную величину.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Егоров Е.А., Шадрина Ж.А., Кочьян Г.А. Экономические условия устойчивого развития промышленного садоводства юга России // Садоводство и виноградарство. 2012. № 1. С. 16–21.
2. Егоров Е.А., Шадрина Ж.А., Кочьян Г.А. Системная устойчивость производственно-технологических про-

цессов в промышленном плодоводстве // Наука Кубани. 2008. № 1. С. 39–42.

3. Егоров Е.А., Шадрина Ж.А., Кочьян Г.А. Методические подходы к биологизации интенсификационных процессов (на примере промышленного плодоводства) // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021. № 71(5). С. 1–22. DOI: 10.30679/2219-5335-2021-5-71-1-22.
4. Егоров Е.А., Шадрина Ж.А., Кочьян Г.А., Путилина И.Н. Актуальные направления повышения эффективности промышленного плодоводства // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2018. Т. 5. № 1. С. 28–32.
5. Казаков А.Е., Борисов А.Ю., Чеботарь В.К. Биологизация АПК — путь к устойчивому развитию // Коммерческая биотехнология. 2004. URL: <http://cbio.ru/page/43/id/860/?ysclid=l5ql0gx28u447266360>. (дата обращения 01.04.2023).
6. Кошкин Е.И., Гусейнов Г.Г. Экологическая физиология сельскохозяйственных культур. М.: РГ-Пресс, 2020. 576 с.
7. Подгорная М.Е. Фитосанитарные проблемы сада и пути их решения // Защита и карантин растений. 2021. № 9. С. 3–8. DOI: 10.47528/1026-8634\_2021\_9\_3.
8. Шумаев В.А. Теория и практика ресурсосбережения. М.: Русайнс, 2016. 234 с.

#### REFERENCES

1. Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Koch'yan G.A. Ekonomicheskie usloviya ustojchivogo razvitiya promyshlennogo sadovodstva yuga Rossii // Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2012. № 1. S. 16–21.
2. Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Koch'yan G.A. Sistemnaya ustojchivost' proizvodstvenno-tekhnologicheskikh processov v promyshlennom plodovodstve // Nauka Kubani. 2008. № 1. S. 39–42.
3. Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Koch'yan G.A. Metodicheskie podhody k biologizacii intensivnykh processov (na primere promyshlennogo plodovodstva) // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2021. № 71(5). S. 1–22. DOI: 10.30679/2219-5335-2021-5-71-1-22.
4. Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Koch'yan G.A., Putilina I.N. Aktual'nye napravleniya povysheniya effektivnosti promyshlennogo plodovodstva // Selekcija i sortorazvedenie sadovykh kul'tur. 2018. T. 5. № 1. S. 28–32.
5. Kazakov A.E., Borisov A.Yu., Chebotar' V.K. Biologizaciya APK — put' k ustojchivomu razvitiyu // Kommercheskaya biotekhnologiya. 2004. URL: <http://cbio.ru/page/43/id/860/?ysclid=l5ql0gx28u447266360>. (data obrashcheniya 01.04.2023).
6. Koshkin E.I., Gusejnov G.G. Ekologicheskaya fiziologiya sel'skhozajstvennykh kul'tur. M.: RG-Press, 2020. 576 s.
7. Podgornaya M.E. Fitosanitarnye problemy sada i puti ih resheniya // Zashchita i karantin rastenij. 2021. № 9. S. 3–8. DOI: 10.47528/1026-8634\_2021\_9\_3.
8. Shumaev V.A. Teoriya i praktika resursosberezheniya. M.: Rusajns, 2016. 234 s.

Поступила в редакцию 17.07.2023

Принята к публикации 31.07.2023