

УДК 634.1:631.54:338.43

UDC 634.1:631.54:338.43

DOI 10.30679/2219-5335-2024-2-86-1-15

DOI 10.30679/2219-5335-2024-2-86-1-15

**МНОГОФАКТОРНЫЕ МОДЕЛИ  
УПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТЬЮ  
ВОСПРОИЗВОДСТВЕННЫХ  
ПРОЦЕССОВ В МНОГОЛЕТНИХ  
АГРОЦЕНОЗАХ НА ОСНОВЕ  
КОГНИТИВНЫХ МЕТОДОВ  
АНАЛИЗА**

**MULTIFACTORIAL MODELS  
FOR MANAGING  
THE SUSTAINABILITY OF  
REPRODUCTIVE PROCESSES  
IN PERENNIAL AGROCENOSSES  
BASED ON COGNITIVE ANALYSIS  
METHODS**

Егоров Евгений Алексеевич  
д-р экон. наук, профессор  
академик РАН  
директор

Egorov Evgeniy Alekseyevich  
Dr. Sci. Econ., Professor  
Academician of the RAS  
Director

Шадрина Жанна Александровна  
д-р экон. наук, доцент  
профессор РАН  
заведующая лабораторией экономики

Shadrina Zhanna Alexandrovna  
Dr. Sci. Econ., Docent  
Professor of the RAS  
Head of the Economics Laboratory

Кочьян Гаянэ Агоповна  
канд. экон. наук, доцент  
старший научный сотрудник  
лаборатории экономики

Kochyan Gayane Agopovna  
Cand. Econ. Sci., Docent  
Senior Research Associate  
of the Economics Laboratory

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

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

Обоснована необходимость разработки многофакторных моделей управления устойчивостью воспроизводственных процессов в многолетних агроценозах с участием садовых культур и винограда. Выявлены факторы, оказывающие влияние на устойчивость и эффективность производства плодовой продукции и винограда в Краснодарском крае. Разработаны когнитивные модели управления устойчивостью воспроизводственных процессов в многолетних агроценозах по технологическим процессам элементов системы ведения садоводства и виноградарства. Модели управления

The necessity of developing multifactorial models for managing the sustainability of reproductive processes in perennial agrocenoses with the participation of orchard crops and grapes is substantiated. The factors influencing the sustainability and efficiency of the production of fruit products and grapes in the Krasnodar region have been identified. Cognitive models for managing the sustainability of reproductive processes in perennial agrocenoses based on technological processes of elements of the fruit and grape-growing management system have been developed. Models

устойчивостью воспроизводственных процессов основаны на когнитивных методах анализа и цифровых технологиях с учетом выявленных системных взаимосвязей в воспроизводственных процессах по функциональным областям воздействия по критериям эффективности; биологизации; рациональности природопользования. Когнитивные модели позволили выявить многофункциональные взаимосвязи в воспроизводственных процессах по функциональным областям воздействия, оптимизация которых является основой для разработки цифровых технологий. Результаты когнитивного моделирования будут являться основой решения прикладных задач по повышению продуктивности плодовых агроценозов, снижению уровня химико-техногенной нагрузки на их элементы и оптимизации издержек на производство отраслевой продукции. Разработана нормативно-параметрическая модель устойчивости воспроизводственных процессов в многолетних агроценозах с участием садовых культур и винограда. Предложены инструменты управления биотехнологическими процессами в элементах агроценоза.

*Ключевые слова:* МОДЕЛИ, УПРАВЛЕНИЕ, УСТОЙЧИВОСТЬ, КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КОГНИТИВНЫЕ КАРТЫ, ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ

for managing the sustainability of reproductive processes are based on cognitive methods of analysis and digital technologies, taking into account the identified systemic relationships in reproductive processes in functional areas of impact according to criteria of efficiency; biologization; environmental management. Cognitive models have made it possible to identify multifunctional relationships in reproductive processes in functional areas of influence, the optimization of which is the basis for the development of digital technologies. The results of cognitive modeling will be the basis for solving applied problems to increase the productivity of fruit agrocenoses, reduce the level of chemical and anthropogenic load on their elements and optimize the costs of production of industrial products. normative parametric model of the stability of reproductive processes in perennial agrocenoses with the participation of orchard crops and grapes has been developed. The tools for managing biotechnological processes in the elements of agrocenosis are proposed.

*Key words:* MODELS, MANAGEMENT, SUSTAINABILITY, COGNITIVE MODELING, COGNITIVE MAPS, DIGITAL TECHNOLOGIES, EFFICIENCY

**Введение.** Негативное влияние природно-климатических и макроэкономических обуславливает снижение эффективности производственно-технологических процессов в субъектах промышленного плодоводства и виноградарства, что актуализирует необходимость разработки инструментария управления эффективностью и устойчивостью воспроизводственных процессов в многолетних агроценозах с использованием комплексной цифровизации на основе когнитивных методов анализа и размерности регуляторов в целях обеспечения достоверности управленческих решений.

Инструментарий управления воспроизводственными процессами должен формироваться с учетом происходящих технологических сдвигов и современных методов управления, которые основываются на цифровом моделировании, предусматривающем формирование многофакторных математических моделей.

**Обсуждение результатов.** Основной проблемой, сдерживающей развитие садоводства, является дефицит собственных средств сельхозтоваропроизводителей на воспроизводственные процессы, что обусловлено превышением темпов роста себестоимости производимой продукции над темпами роста оптовой цены реализации, недостаточностью форм государственного регулирования.

Так, за период 2018-2023 гг. себестоимость производства семечковых плодов в Российской Федерации увеличилась на 47,0 % (в среднем в год на 8 %) – с 2977 руб./ц в 2018 году до 4 385,9 руб./ц в 2023 году, в то время как оптовая закупочная цена увеличилась только на 27,7 % (в среднем в год на 5,0 %) – с 3 797,0 руб./ц в 2018 году до 4 847,9 руб./ц в 2023 году. Данная тенденция обусловила снижение рентабельности производства с 27,5 % в 2018 году до 11 % в 2023 году (более, чем на 16 процентных пунктов). В Краснодарском крае рентабельность производства семечковых плодов снизится в 2023 году по сравнению с 2022 годом на 16 процентных пунктов и составит менее 30 %.

На рост себестоимости плодовой продукции в 2023 году существенное влияние оказала динамика макроэкономических показателей (рис. 1).

Наибольшее увеличение составило по статье «Горюче смазочные материалы» (за 2021-2023 гг. прирост составил 53,3 %), затраты на защиту насаждений за анализируемый период также увеличились на 13,6 %. Увеличение издержек на закладку многолетних насаждений и затрат на приобретение сельскохозяйственной техники обусловило прирост величины амортизационных отчислений на 11,9 %.

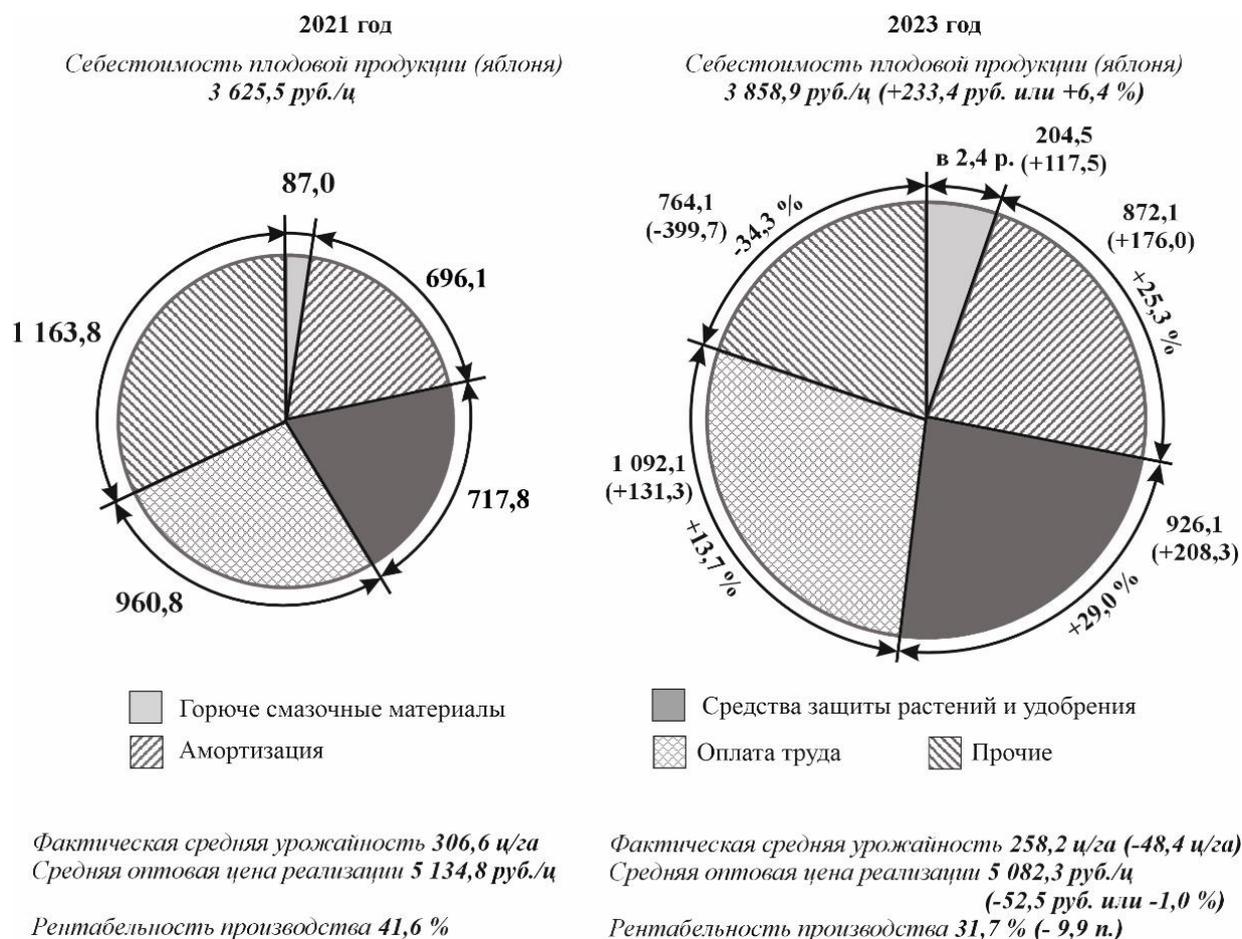


Рис. 1. Влияние факторов на устойчивость и эффективность производства плодовой продукции в Краснодарском крае

В отрасли виноградарства наблюдаются аналогичные тенденции в эффективности организации воспроизводственных процессов. С учетом формирующихся макроэкономических и технолого-экономических тенденций снижение реальной эффективности воспроизводственных процессов в отраслях садоводства и виноградарства может составить более 20 процентных пунктов – до уровня рентабельности производства менее 10 %.

Для достижения нормативного уровня доходности производства (рентабельность производства не менее 60 %) оптовая цена реализации яблок должна быть не менее 56 руб./кг, что на 17 % выше уровня 2023 года (в 2023 г. она составляет в Краснодарском крае 48-51 руб./кг), себестоимость должна составлять не более 35 руб./кг, что на 20 % ниже уровня 2023 года (фактическая в 2023 году 38-43 руб./кг) что актуализирует необходимость формирования

инструментов управления устойчивостью воспроизводственных процессов в сложных природных агросистемах – многолетних агроценозах с участием плодовых культур и винограда.

Устойчивость обеспечивается структурной организацией воспроизводства на основе многофакторных моделей (структурно-параметрические и нормативно-параметрические), которые являются иерархической системой, определяющей структуру связей функций и элементов воспроизводственных процессов, в том числе параметры этих связей, а также регуляторы (инструменты) приведения системы к сбалансированному состоянию.

Модели управления устойчивостью воспроизводственных процессов основаны на когнитивных методах анализа и цифровых технологиях с учетом выявленных системных взаимосвязей в воспроизводственных процессах по функциональным областям воздействия по критериям эффективности; биологизации; рациональности природопользования.

Разработка цифровых технологий управления устойчивостью воспроизводственных процессов осуществляется на основе когнитивных методов анализа и когнитивного моделирования.

Разработка когнитивных моделей управления устойчивостью воспроизводственных процессов в многолетних агроценозах должна осуществляться по основным производственно-технологическим процессам организации системы ведения садоводства и виноградарства (рис. 2, 3).

Формирование многолетнего агроценоза и его продукционного потенциала содержит в качестве основных элементов различные конструкционные особенности, включающие компоненты биоценоза, схему размещения, форму кроны (для плодовых насаждений) или формировку (для виноградных насаждений), сорто-подвойные или привойно-подвойные комбинации.

Технологии эксплуатации многолетнего агроценоза организуются на основе агротехнологических регламентов, нормируемых по оптимальным параметрам и корректируемых по диагностике фактических условий, обуславливающих воздействием внутренних и внешних факторов (рис. 4).

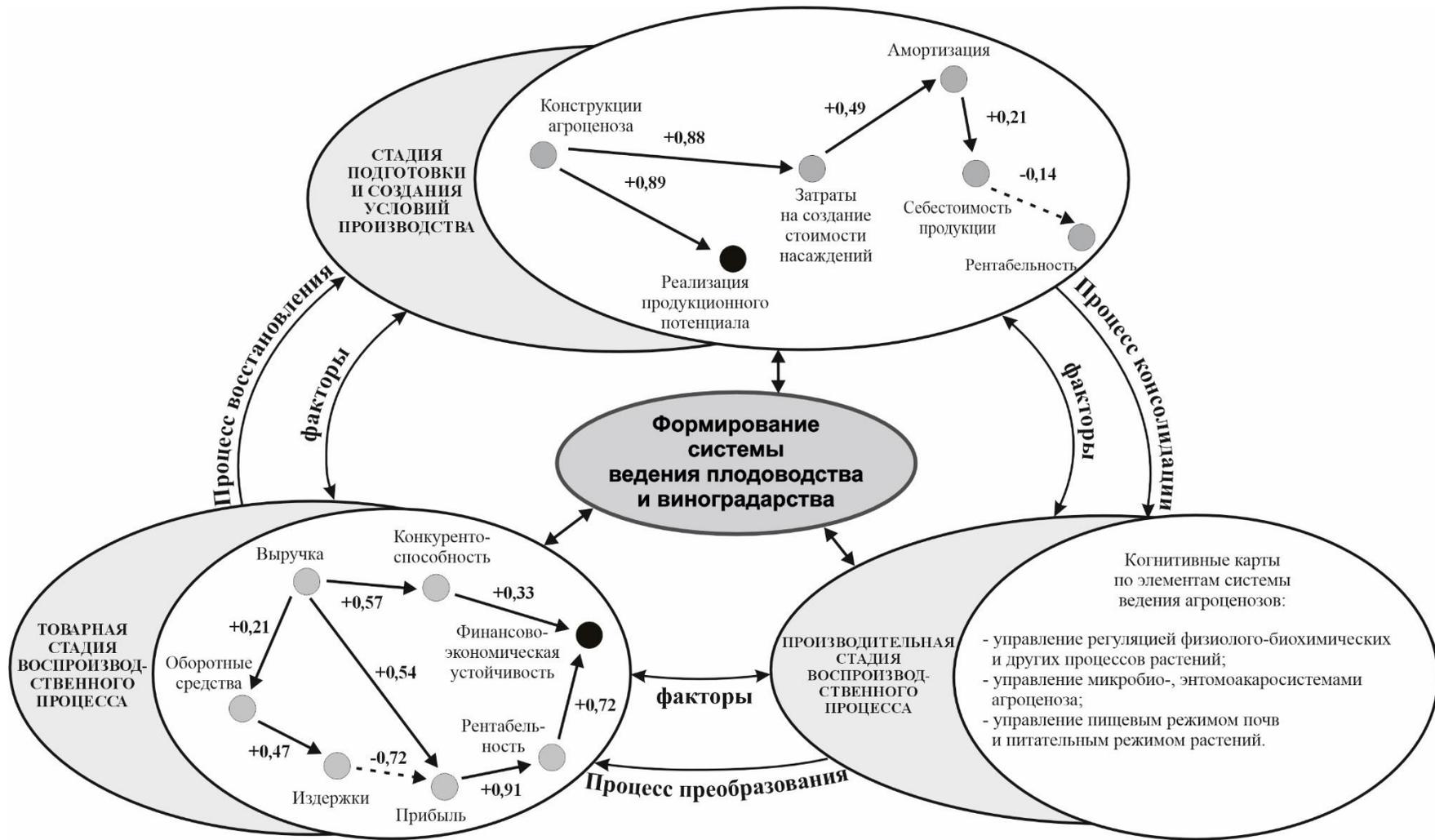


Рис. 2. Обобщающая когнитивная карта модели управления устойчивостью воспроизводственных процессов в многолетних агроценозах с участием садовых культур и винограда

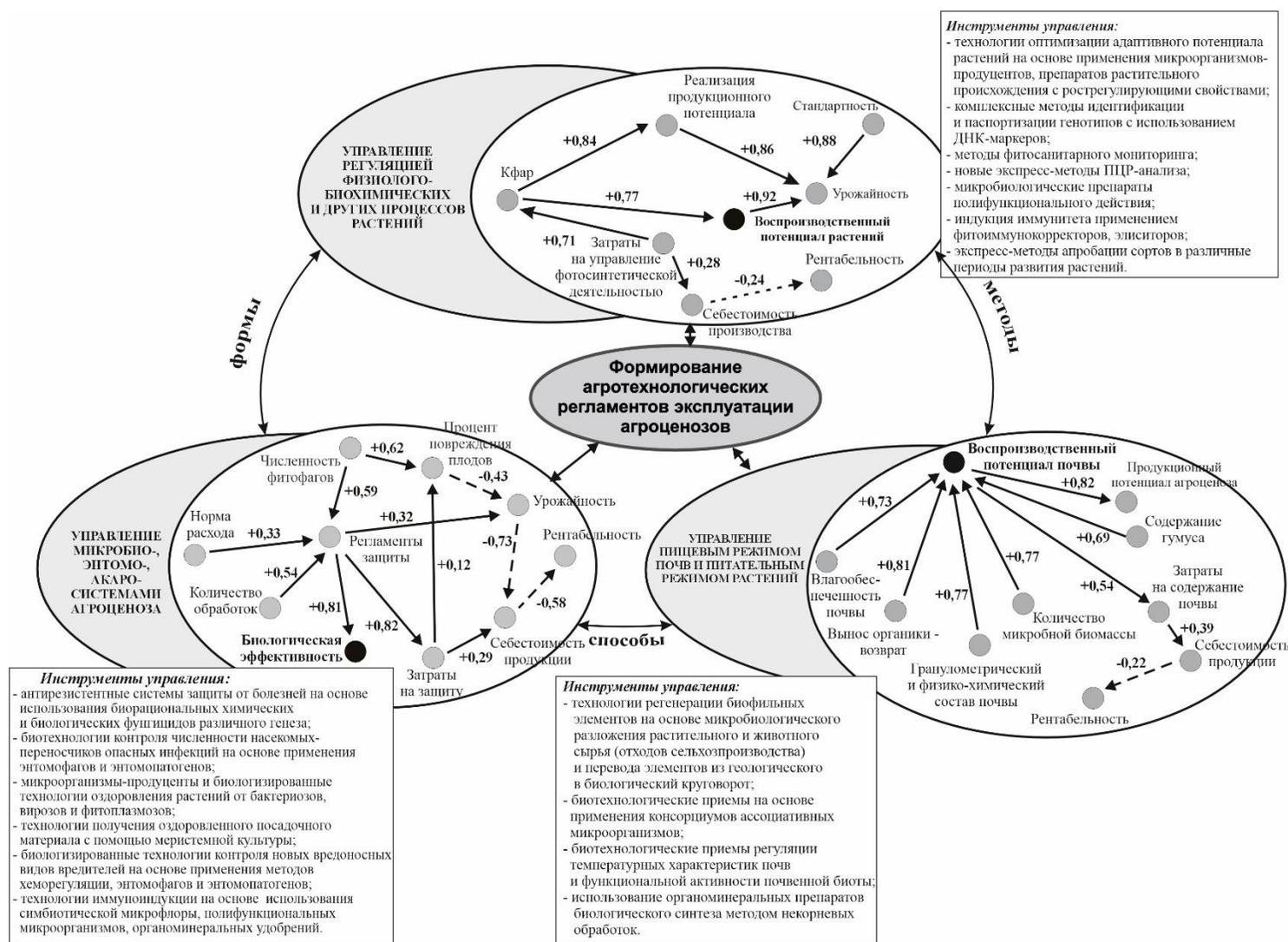


Рис. 3. Когнитивная карта модели управления агротехнологическими регламентами по элементам системы ведения многолетних агроценозов (производительная стадия воспроизводственного процесса)



Справочник: \* – плодовые насаждения, \*\* – виноградные насаждения;

$K_{хоз}$  – доля общей фитомассы, используемой на формирование урожая;

$K_{ФАР}$  – процент использования физиологически активной радиации в процессе фотосинтеза;

$Y_{opt}$  – оптимальный уровень урожайности, ц/га;

ПБ – порог безубыточности производства плодов и винограда, ц/га;

$Y_{рпп}$  – уровень реализации продукционного потенциала;

$\frac{\Sigma И}{\Sigma Д}$  – оптимальное (допустимое) соотношение размеров совокупных издержек в сопоставлении с доходом;

$\frac{ПерИ}{ПостИ}$  – оптимальное соотношение переменных (ПерИ) и постоянных (ПостИ) издержек.

Рис. 4. Базисная технологическая модель формирования и эксплуатации многолетних агроценозов

Одной из функциональных зон воспроизводственных процессов в многолетних агроценозах является элемент системы ведения садоводства и виноградарства: *управление микробио-, энтомо-, акаросистемами агроценоза*. Издержки на проведение защитных мероприятий составляют в среднем более 20 % в структуре общих затрат на производство плодовой продукции (яблоня) и винограда.

Основным целеполаганием цифровизации процессов защиты многолетних насаждений на основе когнитивных методов анализа является автоматизированное патоценотическое регулирование на основе изученной природы вредителей и болезней и их жизненных циклов.

Когнитивная модель управления процессами защиты плодовых насаждений от вредителей включает следующие элементы:

- определение влияния климатических факторов на фитосанитарную устойчивость;
- оценка влияния систем защиты насаждений от вредителей на эффективность производства отраслевой продукции;
- статистическая оценка влияния эколого-экономических факторов на биологическую эффективность.

Процесс управления защитой плодовых насаждений от вредителей должен основываться преимущественно на биотехнологических способах [1-6].

Разработка современных систем защиты насаждений и урожая плодовых культур и винограда от вредителей с применением высокоэффективных биорациональных, малотоксичных химических и биологических препаратов нового поколения в контроле численности и вредоносности фитофагов позволит снизить негативные воздействия ксенобиотиков на окружающую

среду, материальные затраты на приобретение инсектицидов при выращивании продукции и обеспечить выработку оптимальных агротехнологических решений по защите многолетних насаждений [7, 8].

В области *управления регуляцией физиолого-биохимических и других процессов растений* научно-практическими задачами являются: улучшение ростовых процессов на основе синтеза фитогормонов; разработка новых сортспецифичных методов ДНК-маркирования для идентификации различных генотипов растений; выбраковка материала на основе выявления новых экономически значимых вредных объектов при тестировании исходных форм; разработка экспресс-методов тестирования инфекции в растениях; повышение адаптивного потенциала, индукция иммунитета; повышение антиоксидантной защищенности растений, экспрессивности генотипа; управление качественными и количественными показателями производства продукции; разработка морфобиометрическо-генетических баз данных выращиваемых сортов для разработки методик апробации с помощью ДНК-маркеров в режиме реального времени [9-14].

Когнитивная модель управления регуляцией физиолого-биохимических и других процессов растений включает следующие элементы: статистическую характеристику влияния климатических факторов на фитосанитарное состояние растений; оценку влияния методов управления регуляцией растений на реализацию продукционного потенциала насаждений; статистическую оценку влияния затрат на управление регуляцией растений на экономическую эффективность производства плодовой продукции.

В области *управления пищевым режимом почв и питательным режимом растений* научно-практическими задачами являются: обеспечение бездефицитного притока органики; активация микробиологических процессов в почве, повышение нитрификационной способности; формирование устойчивых комплексов и стимуляции развития ризосферной микробиоты;

нейтрализация фитотоксинов, снижение почвоутомления; снижение температуры почвы, повышение влажностного режима, улучшение «дыхания» почвы; синтез низкомолекулярных соединений ферментов для нормализации жизнедеятельности растений [7-11].

Когнитивная модель управления пищевым режимом почв и питательным режимом растений включает следующие элементы: статистическую оценку влияния факторов химико-техногенной интенсификации на почву и почвенную микробиоту; анализ почвенного плодородия на разных типах почв в Краснодарском крае для выявления общих закономерностей в агроценозах, основанных на длительном возделывании монокультуры (многолетних насаждений); оценку влияния систем управления пищевым режимом почв и питательным режимом растений на реализацию продукционного потенциала многолетних агроценозов; статистическую оценку влияния затрат на содержание почв на экономическую эффективность производства плодовой продукции.

Когнитивные модели позволяют выявить многофункциональные взаимосвязи в воспроизводственных процессах по функциональным областям воздействия, оптимизация которых будет являться основой для разработки цифровых технологий.

Результаты когнитивного моделирования будут являться основой решения прикладных задач по повышению продуктивности плодовых агроценозов, снижению уровня химико-техногенной нагрузки на их элементы и оптимизации относительных издержек на производство продукции участвующих в процессе ресурсов на основе нормативно-параметрической модели (рис. 5).

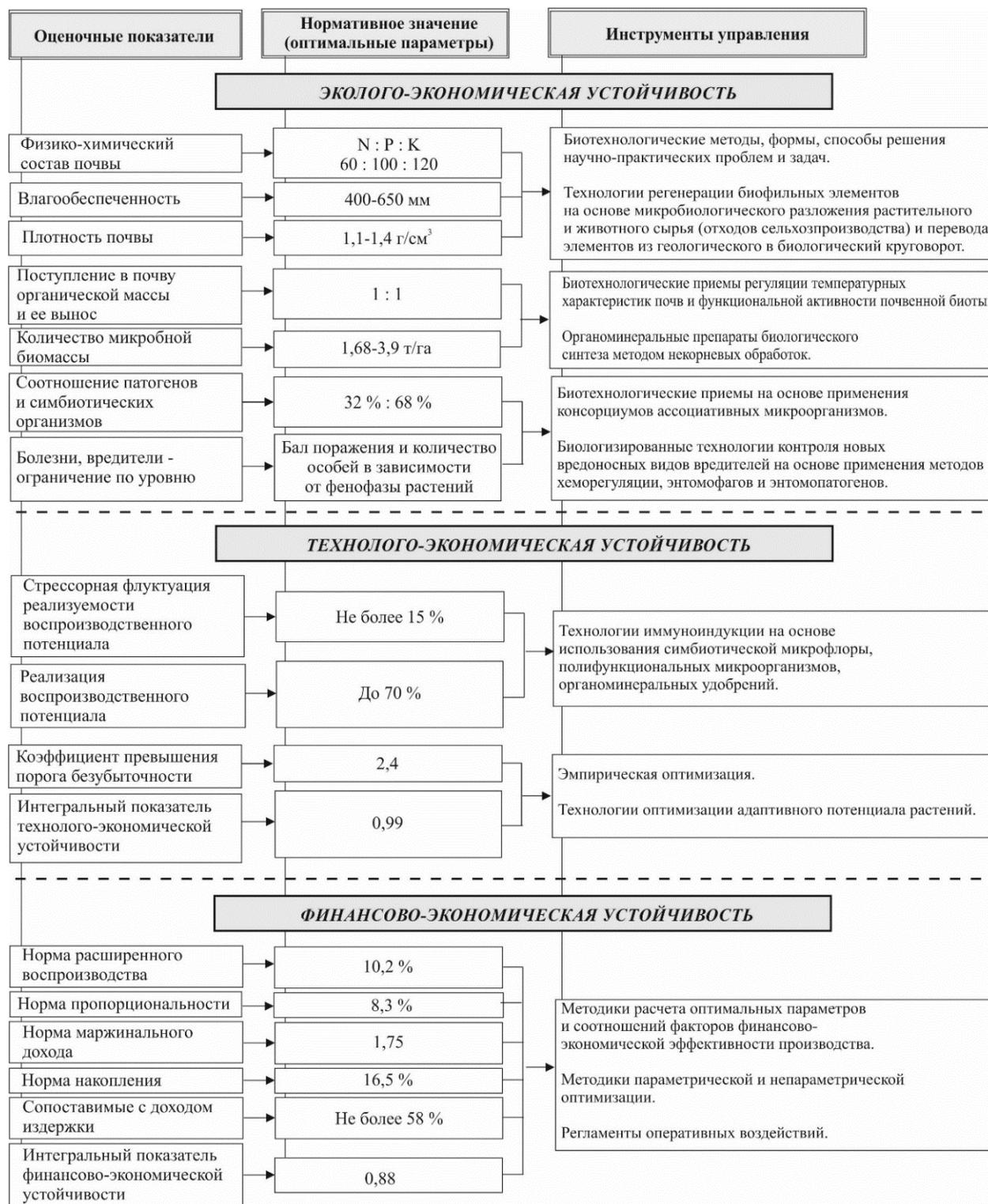


Рис. 5. Нормативно-параметрическая модель устойчивости воспроизводственных процессов

Инструментами управления биотехнологическими процессами в элементах агроценоза являются: внедрение и широкое применение современных биологических средств; применение новых биологически активных препаратов для повышения эффективности в управлении экспрессивностью генотипа, расширения границ толерантности растений, их стрессоустойчивости; экологическое нормирование, повышение плодородия и биогенности почвы; биосинтез фунгистатичных соединений в растениях.

**Выводы.** Многофакторные модели управления устойчивостью воспроизводственных процессов в многолетних агроценозах с использованием элементов цифровых технологий позволят обеспечить оптимальную организацию воспроизводственных процессов и достижение высокой экономической результативности, соответствующей уровню расширенного воспроизводства.

#### Литература

1. Система эколого-экономических показателей оценки эффективности регламентов эффективного применения биологических и биорациональных средств борьбы с вредными видами в насаждениях яблони [Электронный ресурс] / Е.А. Егоров [и др.] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022. № 78(6). С. 368-382. Режим доступа: <http://journalkubansad.ru/pdf/22/06/24.pdf> DOI: 10.30679/2219-5335-2022-6-78-368-382. (дата обращения: 13.02.2024)
2. Никонец О.Е. Модель устойчивого развития АПК // Вестник НГИЭИ. 2023. № 6 (145). С. 116-128. DOI: 10.24412/2227-9407-2023-6-116-128.
3. Роль цифровых технологий в управлении производственно-технологическими процессами в плодоводстве (защита плодовых насаждений и урожая) на примере Краснодарского края / Е.А. Егоров [и др.] // Садоводство и виноградарство. 2019. № 6. С. 42-49. DOI: 10.31676/0235-2591-2019-6-42-49.
4. Chapter 43. Cognitive Task Analysis / R.E. Clark, et al. In: J.M. Spector, M.D. Merrill, J.J.G. van Merriënboer, M.P. Driscoll (Eds.) Handbook of research on educational communications and technology (3rd ed.). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. 2008. P. 577-593.
5. Hukare V., Kumbhar V., Shah S.K. Machine Learning Methods for Crop Yield Prediction // Communications in Computer and Information Science. 2023. Vol. 1866. P. 195-209. DOI: 10.1007/978-3-031-43605-5\_15.
6. Рахимова Е.А. Развитие отечественного садоводства на основе цифровизации // АПК: Экономика, управление. 2023. № 11. С. 23-32. DOI: 10.33305/2311-23.
7. Эффективность микробиологических инсектицидов в контроле доминирующих вредителей садов и виноградников / Е.Г. Юрченко [и др.] // Научные труды СКФНЦСВВ. 2018. Т. 15. С. 91-100. DOI: 10.30679/2587-9847-2018-15-91-100.
8. Козлова Е.А. Биологизация систем защиты сельскохозяйственных культур от болезней // Вестник аграрной науки. 2022. №1 (94). С. 17-22. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2022.1.17.

9. Актуальные направления повышения эффективности промышленного плодводства / Е.А. Егоров, [и др.] // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2018. Т. 5, № 1. С. 28-32. EDN: ХТКУДЗ
10. Edge-Garza D.A., Luby J.J., Peace C. Decision support for cost-efficient and logistically feasible marker-assisted seedling selection in fruit breeding // *Molecular breeding*. 2015. Vol. 35 (12). 223. DOI: 10.1007/s11032-015-0409-z.
11. Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Kochyan G.A. Efficiency of biologization of intensification processes in industrial fruit growing // *Bio Web of Conferences*. 2021. Vol. 34. 01001. DOI: 10.1051/bioconf/20213401001.
12. Физиолого-биохимическая оценка устойчивости сортов яблони к жаре и засухе / Г.К. Киселева, [и др.] // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2023. № 53(8). С. 51-58. DOI: 10.26898/0370-8799-2023-8-6.
13. Адаптационная устойчивость яблони в условиях меняющегося климата [Электронный ресурс] / Г.К. Киселева, [и др.] // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2022. № 78(6). С. 287-300. Режим доступа: <http://journalkubansad.ru/pdf/22/06/19.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2022-6-78-287-300. (дата обращения: 13.02.2024)
14. Safeguarding Fruit Crops in the Age of Agricultural Globalization / R.C. Gergerich, et al. // *Plant disease*. 2015. Vol. 99 (2). P. 176-187. DOI: 10.1094/PDIS-07-14-0762-FE.
15. Применение ретарданта Фуrolан при возделывании яблони по интенсивной технологии в условиях Краснодарского края: метод. рекомендации / Н.И. Ненько [и др.]. Краснодар: СКФНЦСВВ, 2016. 27 с. EDN: WXUBXF
16. Dalezios N.R., Blanta A., Spyropoulos N.V., Tarquis A.M. Risk identification of agricultural drought for sustainable agroecosystems // *Natural Hazards and Earth System Science*. 2014. Vol. 14(9). P. 2435-2448. DOI: 10.5194/nhess-14-2435-2014.
17. Влияние климатических условий и агротехнологий различной интенсификации на трансформацию параметров садовых почв / В.П. Попова [и др.] // *Научные труды СКФНЦСВВ*. 2018. Т. 14. С. 59-70. DOI: 10.30679/2587-9847-2018-14-59-70.
18. Попова В.П. Анализ факторов внешней среды и разработка методов управления устойчивостью плодовых ценозов // *Научные труды СКФНЦСВВ*. 2023. Т. 36. С. 74-80. DOI: 10.30679/2587-9847-2023-36-74-80.
19. Макарова А.А., Фоменко Т.Г., Попова В.П. Совершенствование способов сохранения плодородия почв на фоне капельного орошения интенсивных насаждений яблони // *Научные труды СКФНЦСВВ*. 2022. Т. 35. С. 46-49. DOI: 10.30679/2587-9847-2022-35-46-49.
20. Макарова А.А., Фоменко Т.Г. К вопросу разработки биологизированных способов сохранения плодородия почв в интенсивных насаждениях яблони // *Научные труды СКФНЦСВВ*. 2021. Т. 33. С. 51-58. DOI: 10.30679/2587-9847-2021-33-51-58.

### References

1. The system of ecological and economic indicators for evaluating the effectiveness of regulations for the effective use of biological and biorational agents of controlling harmful species in apple plantations [Electronic resource] / Е.А. Егоров, et al. // *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2022. № 78(6). P. 368-382. Available at: <http://journalkubansad.ru/pdf/22/06/24.pdf> DOI: 10.30679/2219-5335-2022-6-78-368-382. (accessed date: 13.02.2024) (*in Russian*)
2. Nikonets O.E. The model of sustainable development of agriculture // *Bulletin of the NGIEI*. 2023. № 6 (145). P. 116-128. DOI: 10.24412/2227-9407-2023-6-116-128. (*in Russian*)
3. The role of digital technologies in the management of production and technological processes in fruit growing (protection of fruit plantations and yield) on the example of the Krasnodar Region / Е.А. Егоров, et al. // *Horticulture and viticulture*. 2019. № 6. P. 42-49. DOI: 10.31676/0235-2591-2019-6-42-49 (*in Russian*)

4. Chapter 43. Cognitive Task Analysis / R.E. Clark, et al. In: J.M. Spector, M.D. Merrill, J.J.G. van Merriënboer, M.P. Driscoll (Eds.) Handbook of research on educational communications and technology (3rd ed.). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. 2008. P. 577-593.

5. Hukare V., Kumbhar V., Shah S.K. Machine Learning Methods for Crop Yield Prediction // Communications in Computer and Information Science. 2023. Vol. 1866. P. 195-209. DOI: 10.1007/978-3-031-43605-5\_15.

6. Rakhimova E.A. Development of domestic horticulture based on digitalization // AIC: Economics, management. 2023. № 11. P. 23-32. DOI: 10.33305/2311-23. ([in Russian](#))

7. Effectiveness of microbiological insecticides in the control of dominant vermins in the gardens and vineyards / E.G. Yurchenko, et al. // Scientific works of NCF SCHVW. 2018. Vol. 15. P. 91-100. DOI: 10.30679/2587-9847-2018-15-91-100. ([in Russian](#))

8. Kozlova E.A. Biologization of the agricultural crop protection systems against diseases // Bulletin of Agrarian Science. 2022. № 1 (94). P. 17-22. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2022.1.17. ([in Russian](#))

9. Actual directions of increasing the efficiency of industrial fruit growing / E.A. Egorov, [et al.] // Selection and variety breeding of garden crops. 2018. Vol. 5, № 1. P. 28-32. EDN: XTKUDZ ([in Russian](#))

10. Edge-Garza D.A., Luby J.J., Peace C. Decision support for cost-efficient and logistically feasible marker-assisted seedling selection in fruit breeding // Molecular breeding. 2015. Vol. 35 (12). 223. DOI: 10.1007/s11032-015-0409-z.

11. Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Kochyan G.A. Efficiency of biologization of intensification processes in industrial fruit growing // Bio Web of Conferences. 2021. Vol. 34. 01001. DOI: 10.1051/bioconf/20213401001.

12. Physiological and biochemical evaluation of resistance to heat and drought in apple varieties / G.K. Kiseleva, et al. // Siberian Herald of Agricultural Science. 2023. Vol. 53(8). P. 51-58. DOI: 10.26898/0370-8799-2023-8-6 ([in Russian](#))

13. Adaptive stability of the apple tree in the conditions of a changing climate [Electronic resource] / G.K. Kiseleva, et al. // Fruit growing and viticulture of South Russia. 2022. № 78(6). P. 287-300. Available at: <http://journal.kubansad.ru/pdf/22/06/19.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2022-6-78-287-300 (accessed date: 13.02.2024) ([in Russian](#))

14. Safeguarding Fruit Crops in the Age of Agricultural Globalization / R.C. Gergerich, et al. // Plant disease. 2015. Vol. 99 (2). P. 176-187. DOI: 10.1094/PDIS-07-14-0762-FE.

15. Application of the Furofan retardant in the cultivation of apple trees using intensive technology in the conditions of the Krasnodar region: methodological recommendations / N.I. Nenko, et al. Krasnodar: NCF SCHVW, 2016. 27 p. EDN: WXUBXF ) ([in Russian](#))

16. Dalezios N.R., Blanta A., Spyropoulos N.V., Tarquis A.M. Risk identification of agricultural drought for sustainable agroecosystems // Natural Hazards and Earth System Science. 2014. Vol. 14(9). P. 2435-2448. DOI: 10.5194/nhess-14-2435-2014.

17. Influence of climate conditions and agrotechnologies of various intensification the transformation of garden soil parameters / V.P. Popova, et al. // Scientific works of NCF SCHVW. 2018. Vol. 14. P. 59-70. DOI: 10.30679/2587-9847-2018-14-59-70. ([in Russian](#))

18. Popova V.P. Analysis of environmental factors and development of methods for managing the stability of fruit cenoses // Scientific works of NCF SCHVW. 2023. Vol. 36. P. 74-80. DOI: 10.30679/2587-9847-2023-36-74-80. ([in Russian](#))

19. Makarova A.A., Fomenko T.G., Popova V.P. Improvement of methods of soil fertility preservation on the background of drip irrigation of intensive plantations of apple orchards // Scientific works of NCF SCHVW. 2022. Vol. 35. P. 46-49. DOI: 10.30679/2587-9847-2022-35-46-49. ([in Russian](#))

20. Makarova A.A., Fomenko T.G. Development of biological methods of maintaining soil fertility in intensive orchards of apple trees // Scientific works of NCF SCHVW. 2021. Vol. 33. P. 51-58. DOI: 10.30679/2587-9847-2021-33-51-58. ([in Russian](#))