

УДК 004.65:631.17:633.1

## СТРУКТУРА НОРМАТИВНО-СПРАВОЧНОЙ БАЗЫ ДАННЫХ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ СЕЛЬХОЗТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПО РАЦИОНАЛЬНОМУ ВЫБОРУ ВЫСОКОРЕНТАБЕЛЬНЫХ АДАПТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

<sup>1</sup>Гостев А.В., <sup>2</sup>Пыхтин А.И.

<sup>1</sup>*ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии, Курск, e-mail: gav33@list.ru;*

<sup>2</sup>*ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск, e-mail: aipykhtin@swsu.ru*

В настоящее время развитие адаптивно-ландшафтной системы земледелия наряду с точным земледелием является одним из самых перспективных направлений совершенствования производства растениеводческой продукции во всем мире. В то же время дальнейшее совершенствование систем земледелия должно базироваться не только на новейших достижениях традиционных областей агрономической науки, но и с привлечением междисциплинарных исследований, позволяющих более эффективно использовать результаты современных научных исследований. В данной статье приводятся результаты научного исследования по разработке структуры нормативно-справочной базы данных системы поддержки сельхозтоваропроизводителей по рациональному выбору высокорентабельных адаптивных технологий возделывания зерновых культур с учетом современных тенденций в развитии отечественного земледелия, включающие перечень необходимых технологических приемов с учетом условий их эффективного использования, целесообразных сельскохозяйственных агрегатов, орудий и машин, а также сортов и гибридов зерновых культур. В результате анализа и систематизации обширных экспериментальных данных по оптимизации и ресурсосбережению агротехнологий в различных природно-климатических условиях Европейской части Российской Федерации получено принципиально новое решение выбора рациональной технологии возделывания зерновых культур, позволяющее специалистам-аграриям избежать ошибочных решений и, соответственно, максимально эффективно использовать имеющиеся в хозяйстве природные и материальные ресурсы. Структура разработанной нормативно-справочной базы данных включает в себя три блока: блок данных исходной (вводимой) информации, блок данных нормативной информации, блок данных расчетных алгоритмов. В дальнейшем, на основе разработанной базы данных, будет создана программа для ЭВМ «Система поддержки сельхозтоваропроизводителей по рациональному выбору высокорентабельных адаптивных технологий возделывания зерновых культур», позволяющая в диалоговом режиме на основе введенной исходной информации дать обоснованную рекомендацию по использованию конкретной агротехнологии с целью получения устойчивого и высокорентабельного производства растениеводческой продукции заданного количества и качества.

**Ключевые слова:** база данных, агротехнологии, рентабельность, адаптивность, зерновые культуры

## NORMATIVE-REFERENCE DATABASE STRUCTURE FOR AGRICULTURAL MANUFACTURERS SUPPORT SYSTEM AND RATIONAL CHOICE OF COST-EFFECTIVE ADAPTIVE TECHNOLOGIES FOR GRAIN CROPS CULTIVATION

<sup>1</sup>Gostev A.V., <sup>2</sup>Pykhtin A.I.

<sup>1</sup>*All-Russia Research Institute of Arable Farming and Soil Erosion Control RAAS, Kursk, e-mail: gav33@list.ru;*

<sup>2</sup>*Southwest State University, Kursk, e-mail: aipykhtin@swsu.ru*

Nowadays, landscape specific agriculture development, along with precision farming, is one of the most promising areas for improving crop production worldwide. At the same time, further farming systems improvement should be based not only on the latest achievements of traditional fields of agronomical science, but on some of the interdisciplinary researches, that make good use of the results of modern scientific research. The study addresses the results of the scientific study on the development of the normative-reference database structure for agricultural manufacturers support system and rational choice of cost-effective technologies for grain crops cultivation, taking into account the current trends in the development of native agriculture, including a list of the necessary technological methods and the conditions for their smart use, aggregates, tools and machines, as well as varieties and hybrids of grain crops. As a result of the analysis and categorization of extensive experimental data on optimization and resource saving of agrotechnologies in different natural and climatic conditions of the European part of the Russian Federation, there has been made out an essentially new scheme of choosing a rational technology for cultivating grain crops, which allows agrarians to avoid wrong decisions and to make full use of environmental and physical assets. The normative-reference database structure includes three blocks: the initial (input) data block, the normative information block, the computational algorithms data block. From this point on, on the bedrock of the developed database, there will be developed a computer program «System for the agricultural manufactures support for the rational choice of cost-effective technologies for grain crops cultivation,» which, using the baseline information, interactively allows providing best practice advice in a certain agrotechnology usage for the purpose of getting stable and highly remunerative production of plant products of specified quantity and quality.

**Keywords** database, agrotechnologies, economic feasibility, adaptability, grain crops

Неотъемлемой частью системы хозяйствования на земле стало использование передовых разработок в области информатики и техники как на уровне внедре-

ния автоматизации сельского хозяйства (бортовые датчики, системы позиционирования, навигации и т.п.), так и на уровне специализированного программного обе-

спечения, в том числе и в виде разнообразных систем поддержки принятия решений. Программное наполнение, создание и совершенствование специализированных баз знаний, генерация, оптимизация и реализация агротехнических решений с учетом вариабельности природно-климатических условий при возделывании различных сельскохозяйственных культур представляют обширный потенциал для дальнейшего развития аграрной науки. Решающую роль в процессе развития земледелия будут играть исследования по совершенствованию информационного обеспечения методов принятия решений (моделей, алгоритмов, баз данных и экспертных систем).

Неслучайно в настоящее время вектор направленности научных исследований и разработок переместился в область обобщения и анализа информации, получаемой из различных источников, создания новых и адаптации имеющихся моделей продукционного процесса сельскохозяйственных культур, совершенствования методов выработки решений на основе моделей и баз данных. Этой тематике посвящены как российские [1, 2], так и зарубежные [3–5] исследования.

Существующий информационно-технический потенциал современной науки позволяет, в частности, разработать и создать компьютерную систему по выработке максимально эффективной и вместе с тем экологически безопасной адаптивной агротехнологии для каждого поля с учётом вариабельности природных условий и экономических ограничений в конкретном хозяйстве. Решение этой задачи, в свою очередь, связано с необходимостью представления, формализации и чёткого синтеза научных знаний и информации, накопленной в агрономии [6].

Целью проведенных исследований являлась разработка нормативно-справочной базы данных системы поддержки сельхозтоваропроизводителей по рациональному выбору высокорентабельных адаптивных технологий возделывания зерновых культур.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- на основе анализа и обобщения научных публикаций по вопросу научно обоснованного применения технологий возделывания зерновых культур определены наиболее эффективные условия применения агротехнологических приемов адаптивных агротехнологий;

- обоснованы региональные условия эффективного применения таких техноло-

гий, способствующие повышению рентабельности производства;

- подобран состав сортов и гибридов зерновых культур, а также сельскохозяйственной техники отечественного и импортного производства для обеспечения адаптивных агротехнологий;

- сформирована структура базы данных системы поддержки сельхозтоваропроизводителей по рациональному выбору высокорентабельных адаптивных технологий возделывания зерновых культур.

Исследования проводились на основе анализа, оптимизированного обобщения и систематизации существующих экспериментальных данных по применению технологий возделывания зерновых культур различного уровня интенсивности (в том числе и собственных) за период с 2000 по 2017 гг. с использованием системного подхода, структурно-функционального метода, метода экспертных оценок, метода прогнозирования, оценки адекватности, логического и математического анализа. Данное исследование соответствует мировому уровню, область применения – земледелие. Результаты исследования предназначены для сельхозтоваропроизводителей, научных сотрудников и студентов. Предполагается их внедрение на площади более 10 млн га.

База данных – организованная структура, предназначенная для хранения информации [7]. В состав концептуальной структуры разработанной проблемно-ориентированной базы данных (рис. 1) входят следующие блоки: блок данных исходной (вводимой) информации, блок данных нормативной информации, блок данных расчетных алгоритмов.

В процессе адаптации агротехнологий к сложившимся природно-климатическим особенностям ландшафта необходимо четко дифференцировать каждый агротехнологический прием по целесообразности его применения к текущим условиям [8]. Поэтому очень важно достоверно заполнить блок данных исходной информации, так как на базе данных показателей при использовании блока данных нормативной информации и происходит формирование адаптивной агротехнологии. Причем блок агроклиматических показателей используется в первую очередь для оценки соответствия сложившихся природных условий для комфортного произрастания сельскохозяйственных культур, а, например, природно-климатическая зона, экспозиция склона и содержание гумуса – для определения уровня базисной урожайности агротехнологии.

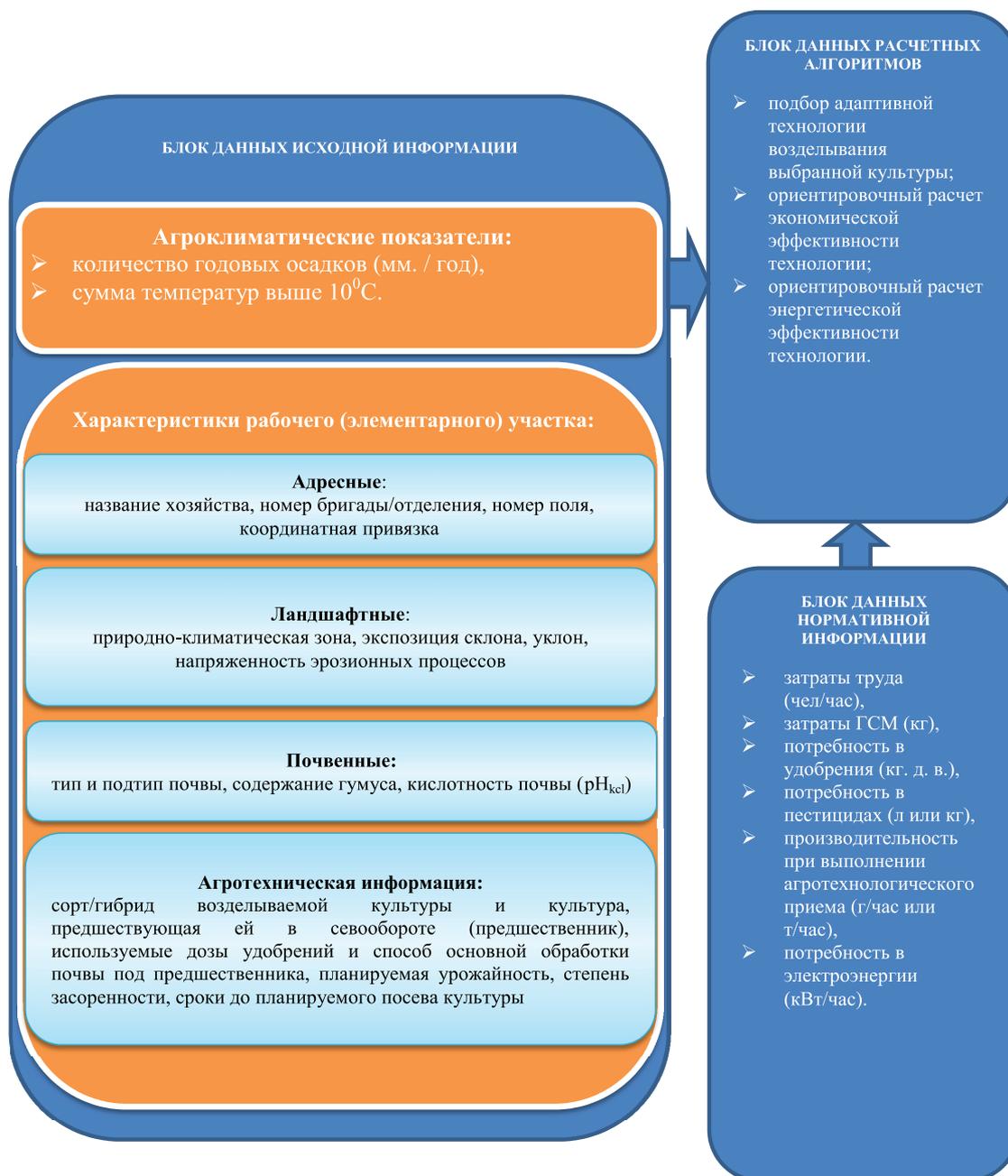


Рис. 1. Концептуальная структура нормативно-справочной базы данных системы поддержки сельхозтоваропроизводителей по рациональному выбору высококоротельных адаптивных технологий возделывания зерновых культур

В свою очередь, для расчета потребности в ресурсах для обеспечения предлагаемой агротехнологии, а также для выявления наиболее высококоротельного варианта, в базе данных предполагается наличие нормативной информации по каждой затратной позиции. Подобная нормативная информация подразумевает наличие обширной справочной информации (банка данных), работа по формированию которого уже ведется

в рамках выполнения текущих задач данной научной работы [9].

Подбор адаптивной технологии возделывания выбранной культуры должен вестись поэтапно: в первую очередь необходимо определиться с сортом/гибридом выбранной культуры, определить целесообразность возделывания данной культуры исходя из информации о предшественнике, выявить назначение выходной продукции,



– управляющие информационные системы (MIS), которые позволяют решать вопросы планирования и управления, используя структурные информационные потоки;

– системы поддержки принятия управленческих решений (DSS), которые способствуют принятию управленческих решений, синтезируя данные, сложные аналитические модели и удобное для пользователя программное обеспечение в единую мощную систему, которая способна поддерживать слабоструктурированное или неструктурированное принятие решений.

Последняя группа особо значима, так как ее программные продукты обладают наибольшими функциональными возможностями в области моделирования и прогнозирования. К сожалению подобные продукты, несмотря на их колоссальные преимущества, до сих пор не получили широкого распространения на отечественных сельскохозяйственных предприятиях. Основные причины – высокая стоимость подобных продуктов, а также сложность разработки, включающей в себя этапы по сбору и обработке имеющихся данных, анализу и проектированию моделей разрабатываемой информационной системы и непосредственно созданию алгоритма и готового программного продукта с последующей апробацией.

Для программной реализации нормативно-справочной базы данных системы поддержки принятия решений необходимо спроектировать соответствующую структуру компьютерной базы данных, инфологическая модель «сущность – связь» которой представлена на рис. 2 [9].

Модель содержит следующие основные взаимосвязанные сущности: «Стор» – сельскохозяйственная культура (с учетом сорта), «Predecessor» – предшественник, «Crop predecessors» – соответствие культур и предшественников, «Parameter» – показатель блока данных исходной и (или) нормативной информации, «Parameter type» – тип показателя (например, числовой, выбор из списка и т.д.), «Parameter level» – возможный уровень значения показателя, «Parameter level compliance» – соответствие показателей и их возможных уровней, «Technology» – технология возделывания культуры, «Best technology» – адаптивная технология возделывания культуры, «Compliance level» – возможный уровень соответствия определенного уровня показателя определенной технологии для заданной культуры и предшественника, «Technology compliance» – соответствие значение показателя определенной технологии для заданной культуры и предшественника, «Register» – регистр технологий, «Machinery» – сельскохозяйственная техника. Ука-

занная модель спроектирована с использованием технологии IDEF1X, и на ее основе может быть создана конкретная реализация программной базы данных с использованием любой табличной СУБД.

Таким образом, применение приведенной структуры нормативно-справочной базы данных системы поддержки сельхозтоваропроизводителей по рациональному выбору высокорентабельных адаптивных технологий возделывания зерновых культур позволяет избежать неверных решений при выборе адаптивной к сложившимся природно-климатическим условиям агротехнологии, подойти к этому процессу с позиции научной обоснованности и экономической целесообразности. Дальнейшее создание на основе сформированной базы данных математической модели и алгоритма выбора высокорентабельной адаптивной агротехнологии позволит разработать программу для ЭВМ, способную в автоматизированном режиме по результатам введенной информации рекомендовать к использованию наиболее целесообразную агротехнологию выбранной сельскохозяйственной культуры.

*Работа выполнена в рамках Гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук № МК-1064.2018.11.*

#### Список литературы

1. Буре В.М. Методология и программно-математический инструментарий информационного обеспечения точного земледелия: автореф. дис. ... док. техн. наук. – СПб., 2009. – 42 с.
2. Якушев В.В., Телал Б.А., Часовских С.Г., Матвеевко Д.А. Аспекты формализации знаний в информационных интеллектуальных системах для растениеводства // Математические модели в теоретической экологии и земледелии: материалы междунар. семинара. – СПб., 2014. – С. 116–118.
3. Dzotsi K.A., Basso B., Jones J.W. Development, uncertainty and sensitivity analysis of the simple SALUS crop model in DSSAT // Ecological Modelling. – 2013. – № 260. – P. 62–76.
4. Hunt L.A., White J.W., Hoogenboom G. Agronomic data: advances in documentation and protocols for exchange and use // Agricultural Systems. – 2001. – № 70. – P. 477–492.
5. Paz J.O., Batchelor W.D., Tylka G.L., Hartzler R.G., Paz J.O. A modeling approach to quantifying the effects of spatial soybean yield limiting factors // Trans. ASAE. – 2001. – № 44(5). – P. 1329–1334.
6. Якушев В.В. Интеллектуальные системы управления для ресурсосберегающих технологий точного земледелия / В.В. Якушев // Экологические системы и приборы. – 2010. – № 7. – С. 26–33.
7. Михеева Е.В. Информационные технологии в профессиональной деятельности: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования. – 14-е изд. / Е.В. Михеева. – М.: Изд. центр «Академия», 2016. – 384 с.
8. Gostev A.V., Pykhtin A.I., Nitchenko L.B. The influence of technologies on productivity of grain crops in conditions of Central Region of Russia // 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017. – 2017. – vol. 17, № 32. – P. 625–630.
9. Pykhtin I.G., Gostev A.V., Pykhtin A.I. Software Decision Support in the Cultivation of Crops // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2017. – vol. 12. – P. 5338–5342.
10. Клейменов С.А. Администрирование в информационных системах / С.А. Клейменов, В.П. Мельников, А.М. Петраков. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 272 с.