в капитальных вложениях выше: на 46,1 % – для УЗМ-30/15С, на 85,7 % – для МЗК-7С.

Минимальные удельные эксплуатационные затраты денежных средств получены при работе УЗМ-30/15 (35 руб./т). При использовании двух других зерноочистительных машин эксплуатационные затраты значительно выше: на 30,5 % при работе УЗМ-30/15С, в 2,2 раза – при работе МЗК-7С.

Таким образом, по критериям минимума капитальных вложений и минимума эксплуатационных затрат денежных средств на операции «Первичная очистка» наиболее эффективной из трех машин зерноочистительных является УЗМ-30/15.

Разработанные сборники обеспечивают системное представление, анализ и доведение результатов испытаний сельскохозяйственных машин и орудий до сельхозтоваропроизводителей и предназначены для руководителей, специалистов агропромышленного комплекса, научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов сельскохозяйственных вузов. Их применение будет способствовать увеличению уровня информационного обеспечения сельхозтоваропроизводителей, а также содействовать повышению эффективности перевооружения АПК РФ новейшими образцами высокопроизводительной с.-х. техники отечественного производства.

Ознакомиться со сборниками можно на официальном сайте ФГБНУ «Росинформагротех» в разделе «Электронные копии изданий» по ссылке: <https://rosinformagrotech.ru/data/elektronnye-kopii-izdaniy>.

Использованные источники:

1. Кулагина Н.А. Роль экономической безопасности АПК в обеспечении национальной безопасности страны / Н.А. Кулагина // Актуальные вопросы экономических наук. – Новосибирск: ООО «Центр развития научного сотрудничества». 2010. – № 16-1. – С. 53-58.
2. Указ № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <http://static.kremlin.ru>. (дата обращения: 01.09.2021).
3. Постановление Правительства РФ от 27 декабря 2012 г. N 1432 «Об утверждении Правил предоставления субсидий производителям сельскохозяйственной техники» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru>. (дата обращения: 01.09.2021).
4. Утверждена программа субсидирования скидок на сельскохозяйственную технику [Электронный ресурс]. URL: <http://minpromtorg.gov.ru>. (дата обращения: 21.09.2021).
5. Федоренко В.Ф., Мишуrow Н.П., Дробин Г.В., Скорляков В.И., Петухов Д.А., Свиридова С.А., Пронина А.С., Юзенко Ю.А., Воронин Е.С., Слесарев В.Н., Горячева И.С. Результаты анализа эффективности субсидируемой сельскохозяйственной техники: информ. издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 240 с.
6. Мишуrow Н.П., Федоренко В.Ф., Петухов Д.А., Свиридова С.А., Назаров А.Н., Иванов А.Б., Чумак Е.В., Князева А.А. Результаты анализа эффективности применения субсидируемой сельскохозяйственной техники: информ. издание. – М.: Росинформагротех, 2020. – 208 с.
7. Мишуrow Н.П., Петухов Д.А., Свиридова С.А., Назаров А.Н., Юрченко Т.В., Чумак Е.В., Горячева И.С. Эффективность применения субсидируемой сельскохозяйственной техники. Вып. 2: информ. издание. – М.: Росинформагротех, 2020. – 152 с.
8. Свиридова С.А., Петухов Д.А. Эффективность применения приспособлений для очистки зерна // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Мичуринск: Мичуринский ГАУ, 2020. – 16 с.

УДК 631.3:004.04

DOI: 10.26898/agroinfo-2021-104-107

*Риксен В.С., Лужных Т.А., Каличкин В.К.,
СФНЦА РАН, Новосибирская обл., р.п. Краснообск*

СОЗДАНИЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ ПРИМЕНЕНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУРАХ

Одним из наиболее перспективных направлений повышения эффективности планирования сельскохозяйственного производства является использование интеллектуальных технологий для систематизации агротехнологических знаний, путем создания специализированного программного комплекса по хранению и представле-

нию знаний в области растениеводства. В статье рассмотрены актуальные вопросы создания базы знаний интеллектуальной системы, предназначенной для информационной поддержки деятельности оператора по внесению минеральных удобрений. Актуальность этого направления связана с возросшими требованиями к современному земледелию в целом, которое должно быть ресурсосберегающим и экологически безопасным. Для построения базы знаний было выбрано программное обеспечение LogicGem, простой в использовании инструмент для создания, редактирования, проверки и компиляции логики таблицы решений.

Ключевые слова: база знаний, азотные удобрения, экспертная система, поддержка решений.

Цифровые технологии прочно вошли в жизнь общества, включая производственные и непроизводственные сферы экономики. Не стало исключением и сельское хозяйство, которое сталкивается с множеством трудностей и проблем. В основе модернизации аграрного сектора лежит переход к «интеллектуальному» сельскому хозяйству, основанному, в том числе, на использовании автоматизированных экспертных систем принятия решений [1, 4].

На результаты сельскохозяйственного производства аграрного предприятия влияет множество неопределенных факторов, таких как погодные условия, экстремальные природные события, нашествие вредителей растений и т. д. Непредсказуем и рынок сельхозпродукции. В таких неопределенных условиях производства, характерных для сельского хозяйства, традиционные методы решения задач для планирования выпуска продукции и принятия управленческих решений зачастую малоэффективны. При этом системы, основанные на знаниях – экспертные системы и системы искусственного интеллекта, позволяют выявлять закономерности и правила в развитии процессов, недоступные для обнаружения формальными способами исследований.

Важнейшей частью экспертной системы являются базы знаний как модели поведения экспертов в определенной области знаний с использованием процедур логического вывода и принятия решений, иными словами, базы знаний – совокупность моделей, правил и фактов (данных), позволяющих провести анализ и сделать выводы при решении сложных интеллектуальных задач в некоторой предметной области [2, 5].

Основой баз знаний являются таблицы решений. Таблица решений – это карта, представляющая отношения комбинаций условий к комбинациям действий. Данные в записях условий вместе с данными в записях действий читаются сверху вниз по столбцам. Данные, сгруппированные в каждом столбце, называются правилом. В разрабатываемой базе представление знаний осуществляется при помощи правил продукционной модели, то есть определяются посылки «если» и заключения «то» [3].

Создание базы знаний поможет транслировать опыт и знания лучших специалистов в области агрохимии. Знания не хранятся в головах опытных сотрудников, а принадлежат отрасли, накапливаются и передаются. Помимо этого, сокращаются временные ресурсы на всевозможные объяснения и обучение сотрудников [6, 7].

Цель настоящей работы заключается в апробации подхода к созданию экспертных систем поддержки принятия управленческих решений (СППР) через базы знаний (БЗ).

В процессе исследования были применены методы проектирования информационных систем, в том числе базы знаний, методы имитационного моделирования и статистической обработки данных. Материалы включают в себя производственно-экономические показатели деятельности сельскохозяйственных товаропроизводителей и экспериментальные данные по агрохимии азота в системе почва-растение-удобрение и др.

Программный инструмент логического процессора LogicGem разработан, чтобы предоставить простой в использовании способ создания, редактирования, проверки и компиляции логики таблицы решений.

Таблицы решений, также известные как логические таблицы, веками использовались для представления логики в табличной форме. Они по-прежнему являются предпочтительным методом обработки, поскольку обеспечивают быстрый и простой способ чтения, понимания и выполнения процедур.

На рисунке 1 показаны компоненты таблицы решений. Данная база знаний содержит следующие условия: «предшественник пар?», «предшественник зерновая культура?», «обес-

печенность азотом низкая?», «обеспеченность азотом средняя?», «обеспеченность азотом высокая?», «почвы дерново-подзолистые?», «почвы черноземные?», «уровень интенсификации производства экстенсивный?», «уровень интенсификации производства ординарный?», «уровень интенсификации производства интенсивный?». Таблица действия содержит градации доз азотных удобрений и урожайности зерновых культур.

Rule:		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
C1	Предшественник пар?	y	y	y	n	n	n	y	y	y	n	n	n	y	y	y	y	y	y
C2	Предшественник зерновая культура?	n	n	n	y	y	y	n	n	y	y	y	n	n	n	n	n	n	n
C3	Обеспеченность азотом низкая (1-10 мг/кг)?	n	n	n	y	y	y	n	n	n	y	y	n	y	y	y	y	y	y
C4	Обеспеченность азотом средняя (10-15 мг/кг)?	y	y	y	n	n	n	y	n	n	n	n	y	n	n	n	n	n	n
C5	Обеспеченность азотом высокая (более 15 мг/кг)?	n	n	n	n	n	n	n	y	y	y	n	n	n	n	n	n	n	n
C6	Почвы дерново-подзолистые?	y	y	y	y	y	y	n	n	n	n	n	n	y	y	y	n	y	y
C7	Почвы черноземные?	n	n	n	n	n	n	y	y	y	y	y	y	n	n	n	y	y	y
C8	Уровень интенсификации производства экстенсивный?	y	n	n	y	n	n	y	n	n	y	n	n	y	n	n	y	n	n
C9	Уровень интенсификации производства ординарный?	n	y	n	n	y	n	n	y	n	n	y	n	n	y	n	n	y	n
C10	Уровень интенсификации производства интенсивный?	n	n	y	n	n	y	n	n	y	n	n	y	n	n	y	n	n	y
*																			
A1	Дозы удобрений 0 кг д.в/га							1	1	1									
A2	Дозы удобрений 8-10 кг д.в/га		1		1						1				1		1	1	
A3	Дозы удобрений 10-20 кг д.в/га					1						1							
A4	Дозы удобрений 20-30 кг д.в/га												1		1				
A5	Дозы удобрений 30-40 кг д.в/га													1					
A6	Дозы удобрений 40-60 кг д.в/га																		1
A7	Дозы удобрений 60-80 кг д.в/га				1		1									1			
A8	Урожайность зерновых 7-16 ц/га	2			2	2		2			2			2		2		2	
A9	Урожайность зерновых 17-20 ц/га		2						2			2			2			2	
A10	Урожайность зерновых 21-40 ц/га			2			2			2			2			2			2
*																			

Рисунок 1. Таблица решений по выбору дозы азотных удобрений для зерновых культур

Первая комбинация условий и действий читается сверху вниз из столбца правил следующим образом: если условие 1 истинно, а условие 2 ложно и условие 3 ложно, условие 4 истинно, условие 5 ложно, условие 6 истинно, условие 7 ложно, условие 8 истинно, условие 9 ложно, условие 10 ложно, то необходимо выполнить действие 1, затем действие 8. Всего в таблице решений содержится восемнадцать правил.

Рисунок 2. Программный код сгенерированный LogicGem на языке java

После составления таблицы решений нужно выполнить определенные операции проверки. Функции логической обработки, доступные из меню «Логика», – это компоненты, которые предоставляют средства для проверки структурной логики таблицы решений. Эти функции выявляют и исправляют повторяющиеся, противоречивые или неоднозначные правила. Кроме того, эти функции служат для создания, анализа и доведения логической таблицы до совершенства. Вышеупомянутая таблица решений применения азотных удобрений прошла проверку на двусмысленность, устранение неоднозначности и является логически совершенной.

Завершающим процессом создания базы знаний является компилятор, который завершает процесс таблицы решений путем кодирования готовой таблицы на одном из поддерживаемых языков программирования. Сгенерированный программный код можно скопировать и вставить в редактор программирования и скомпилировать в исполняемый код для целевой вычислительной среды. На рисунке 2 показан сгенерированный программный код на языке java, в дальнейшем данный код будет использован для разработки экспертной системы.

В дальнейшем планируется пополнение базы знаний данными по применению средств защиты растений на зерновых культурах, агротехнических приемов и др. В результате будет построена экспертная система по поддержке сельхозтоваропроизводителей Западной Сибири.

Использованные источники:

1. Алферьев Д.А. Искусственный интеллект в сельском хозяйстве // АгроЗooТехника. – 2018. – Т. 1. – № 4. – С. 5.
2. Бендик Н.В. Разработка базы знаний для сельскохозяйственных товаропроизводителей Иркутской области// Цифровые технологии и системы в сельском хозяйстве: материалы междунар. научно-практ. конф. – Иркутск, 2019. – С. 30-36.
3. Димитров В.П., Борисова Л.В., Нурутдинова И.Н. Формирование базы знаний интеллектуальной системы для технологической регулировки зерноуборочного комбайна // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2018. – № 3 (19). – С. 3-14.
4. Коптелов А., Оситнянко О. Информационные технологии в сельском хозяйстве // Агробизнес: информатика – оборудование – технологии. – 2010. – № 12. – С. 60–64.
5. Курзаева Л.В. К вопросу об актуальности разработки базы знаний интеллектуальной системы поддержки управления требованиями к результатам обучения ИТ-специалистов // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 12-3. – С. 513-517.
6. Borisova L.V., Nurutdinova I.N., Dimitrov V.P. Fuzzy Logic Inference of Technological Parameters of the Combine-Harvester, WSEAS TRANSACTION on SYSTEMS. – 2015. – V.14., pp. 278-285.
7. Krakovsky Yu. M. Cyberattack intensity forecasting on informatization objects of critical infrastructures // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 481 (2019) p.

УДК 631.3:004.04

DOI: 10.26898/agroinfo-2021-107-109

*Риксен В.С., Лужных Т.А.,
СФНЦА РАН, Новосибирская обл., р.п. Краснообск*

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВЫБОРА СОРТА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Потребность в инструментах, способствующих научно обоснованному выбору адаптивных сортов и гибридов, учитывающих агротехнологические и почвенно-климатические особенности, обусловлена тенденциями современного высокотехнологичного аграрного производства. Их внедрение в сельское хозяйство будет способствовать получению стабильных и рентабельных урожаев зерновой продукции. В статье представлена программа, позволяющая на основании выбранных критериальных позиций, произвести научно-обоснованный выбор сорта или гибрида 5 зерновых культур, включенных в Реестр селекционных достижений и допущенных к возделыванию на территории Российской Федерации. Данное программное обеспечение способствует адаптивному подбору сорта на основании данных, полученных на госсортоучастках ФГБУ «Госсорткомиссия», и информации, предоставленной оригинаторами (патентообладателями).

Ключевые слова: зерновые культуры, сорт, гибрид, программное обеспечение.