

## **АДАПТАЦИЯ И ВЕРИФИКАЦИЯ ЛИССОЗ К УСЛОВИЯМ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ ЧЕРНОЗЁМОВ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Бузылёв Алексей Вячеславович, старший преподаватель кафедры экологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Руденский Алексей Игоревич, - генеральный директор АО «Башмаковский хлеб»*

**Аннотация.** Экологическая информационно-справочная система оптимизации земледелия проходит стадии адаптации и верификации к условиям выщелоченных чернозёмов Пензенской области. На основе компьютерного моделирования в полевых условиях была достигнута высокая рентабельность производства ячменя сорта «Эйфель» при чётком соблюдении всех экологических нормативов.

**Ключевые слова:** экологизация, растениеводство, информатизация, агротехнологии.

В связи с повсеместно введённым карантинном информатизация, цифровизация и возможность удалённой обработки данных во всех отраслях народного хозяйства показала свою острую необходимость и получила наивысшую актуальность в текущем году.

В Российской Федерации на сегодняшний день крайне мало программных продуктов, приходящих на помощь сельхозтоваропроизводителям при планировании растениеводства и проведении оперативных прогнозных расчётов в дистанционном формате. Агрономические информационно-справочные системы, представленные на рынке, имеют ограниченный набор функций и направлены прежде всего на текущий контроль за состоянием посевов, проводимыми технологическими операциями и всевозможным планированием без учёта экологических функций с упором исключительно на экономическую составляющую.

В рамках проекта «Научные центры мирового уровня» «Развитие и внедрение IoT систем оперативного мониторинга эффективного плодородия и экологических функций почв» проходит стадии адаптации и верификации разработанная под руководством проф. И.И. Васенева рамочная Локальная Информационно-Справочная Система Оптимизации Земледелия и землепользования в хозяйстве (ЛИССОЗ) нацелена прежде всего на экологизацию растениеводства при сохранении высокой рентабельности производства.

В текущем году ЛИССОЗ проходила адаптацию к условиям выщелоченных чернозёмов Пензенской области на полях Башмаковского района. Первичные моделирования программным продуктом, настроенным к условиям ЦЧР показали значительные отклонения от практических значений агроэкологических и экономических показателей растениеводства. В ходе

адаптации были выявлены лимитирующие факторы плодородия на конкретных полях АО «Башмаковский хлеб» и доработаны базы данных поправочных характеристик [1] к лимитирующим факторам, а также значения базовых параметров выщелоченного чернозёма, применяемые в алгоритмических расчётах программы.

Значительный объём данных так же был обработан при корректировке применяемых в программе агроклиматических параметров. Была составлена база среднемноголетних данных по осадкам, активной температуре и температурным переходам. Посуточные данные за 15 лет были получены из архивных онлайн-источников метеостанции Земетчино с применением портала погода-сервис и сведены в программе Statistica. Анализ ключевых значений исходной базы данных, разработанной в 2000 году и актуальной среднемноголетней информации показал повышение среднемноголетней температуры на 2°C и количества атмосферных осадков на бмм.

Апробацию возделывания ярового ячменя сорта «Эйфель» проводили на поле ШП-19 АО «Башмаковский хлеб». Основные параметры агроэкологические параметры поля и его метрические характеристики указаны на рисунке 1.

The screenshot displays two windows from a software application. The left window, titled 'Просмотр поля хозяйства', shows field characteristics and fertilizer doses. The right window, titled 'Фар, влагообеспеченность, климатические условия', shows calculations for potential yield and fertilizer norms.

Наименования	Размеры	Значения
Площадь поля	га	100
Длина гона	км	0,8
Удаление от склада ГСМ	км	21
Удаление от склада урожая	км	21
Удаление от склада удобрений	км	21
Кривизна склонов	град	2
Плотность сложения	г/куб.см	1,28
Экспозиция склонов (сев.южн.)		южн.

Наименования	Размеры	Значения
Кислотность (рН солевой)	рН	4,7
Гидролит. кислотность	мг-экв/100г	6,8
Содержание гумуса	%	6,4
Мощность гум. горизонта	см	87
Содерж. фосфора (по Чирикovej)	мг/100г	198,2
Содерж. калия (по Чирикovej)	мг/100г	103,3
Содерж. азота (по Корндфиццу)	мг/100г	121,8
Сумма поглощенных оснований	мг-экв/100г	32,5

Год\Вид	Органич., т/га	Извещ., т/га	Азотные, кг/га	Фосфор, кг/га
2020	0	0	67	32
2019	0	0	110	30
2018	0	0	0	0
2017	0	0	110	30
2016	0	0	50	39

Годы	Культура	Урожай, ц/га
2020	Ячмень	55,93
2019	Озимая пшеница	35,47
2018	Чистый пар	

январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
56	52	49	43	49	56	57	63	71	59	66	71

Вариант расчета	Приход ФАР на поле	Производительной влагой	Приход ФАР и агроклиматическими условиями
По средним	89,17 ц/га	47,34 ц/га	66,49 ц/га
По заданным	89,17 ц/га	45,84 ц/га	55,99 ц/га

всего	азот	фосфор	калий
99,00	67,00	32,00	0,00

Рис. 1. База данных модельного поля хозяйства и проведённые расчёты потенциальной урожайности и доз внесения удобрений под планируемую урожайность

Исходное моделирование проводилось на урожайности 42, 56 и 68 ц/га, которые ранее достигались на соседних полях с применением различных технологий возделывания. Результаты моделирования показали, что при планируемой урожайности 42 ц/га на поле не потребуются применение минеральных удобрений. При планируемой урожайности 68 ц/га количество внесённых удобрений значительно повысит содержание тяжёлых металлов в почве, что может негативно сказаться на их накоплении в пахотном горизонте и последующем переходе в товарную часть пропашных культур. Так же чрезмерные дозы внесения минеральных удобрений негативно скажутся на физико-химических свойствах почвы [2].

Смоделированное среднее значение урожайности требовало внесения всего 70 кг/га азотных удобрений и 35 кг/га по действующему веществу фосфорных удобрений. Удобрения распределили как предпосевное внесение и подкормка при посеве.

Проведённый в ЛИССОЗ экспресс-анализ затрат показал, что для возделывания ячменя на 100га минимально необходимо 225 т. руб. Практически полученные затраты составили 230 т. руб, что входит в стандартную погрешность расчётов.

Сводная таблица затрат на урожай 56.0 ц/га при возделывании с/х культуры - "Ячмень" по интенсивной технологии на поле "ШГ-19" площадью = 100 га					
Статьи	Единицы	Количество	Цена (руб)	Затраты на 1 га	Затраты на поля
1.Зарплата механизатора	ч/час	9.96	97.0	966.1	96612.0
2.Зарплата рабочего	ч/час	5.59	60.0	335.4	33540.0
3.Начисления на зарплату	%	27.80	* 1301.5	361.8	36182.3
4.Семяна -Ячмень	кг	240.00	6.5	1560.0	156000.0
5.Горючее	кг	52.45	37.0	1940.7	194065.0
6.Смазочные масла	кг	2.62	230.0	603.2	60317.5
7.Азотные удобрения	кг д.в.	40.00	14.0	560.0	56000.0
8.Фосфорные удобрения	кг д.в.	50.00	14.0	700.0	70000.0
9.Калийных удобрения	кг д.в.	50.00	14.0	700.0	70000.0
10.Гербициды	кг	3.00	135.0	405.0	40500.0
11.Инсекцитиды	кг	0.00	80.0	0.0	0.0
12.Фунгициды	кг	0.60	77.0	46.2	4620.0
13.Электроэнергия	квт/час	7.80	2.5	19.5	1950.0
14.Амортизация	усл. га	6.39	14.9	95.2	9521.1
15.Текущий ремонт	усл. га	6.39	55.5	354.6	35464.5
16.Прочие расходы	%	13.80	* 8647.7	1193.4	119338.6
17.Общепроизводственные расходы	%	7.10	* 8647.7	614.0	61398.8
18.Общехозяйственные расходы	%	7.80	* 8647.7	674.5	67452.2
ИТОГО:				11129.6	1112962.0
Прибыль 1 га = 5670.4 руб. Прибыль с поля = 567038.0 руб. Рентабельность = 50.9 %					
Значком * помечены : заработная плата и общие затраты в рублях на 1га.					

Рис. 2. Моделирование затрат на возделывание ячменя

Сводная таблица затрат (рис. 2) показала высокую прибыль с поля и рентабельность производства. Максимальные затраты пошли на горючее, а максимальная экономия – на закупке семян, так как в хозяйстве производят свой семенной материал. При условии закупки у стороннего производителя рентабельность производства снижается до 23%.

В результате повторного моделирования по завершению уборки сельскохозяйственной культуры были полностью подтверждены агротехнологические расчёты. Экологические аспекты выбора агротехнологии на данный момент находятся на стадии подтверждения зависимостей.

## Библиографический список

1. Бузылёв А.В. Агроэкологическая оценка высоко окультуренных пахотных угодий на выщелоченных чернозёмах башмаковского района пензенской области / Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию А.В. Леонтовича. – М.: Издательство Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева. – 2019. – стр. 108-110.

2. Тихонова М.В. / Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 160-летию В.А. Михельсона. – М.: Издательство Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева. – 2020. – 528 с.

УДК 519 : 631.58

### **РАЗВИТИЕ IoT СИСТЕМ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ОПТИМИЗАЦИИ ВЫБОРА СОРТОВ И АГРОТЕХНОЛОГИЙ**

*Васенев Иван Иванович, заведующий кафедрой экологии, ФБГОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Ярославцев Алексей Михайлович, доцент кафедры экологии, ФБГОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Валентини Риккардо, профессор департамента инноваций в биологических, агропромышленных и лесных системах, Университет Тушия*

*Курашов Михаил Юрьевич, менеджер, Barilla Rus LLC*

*Сильвестри Марко, менеджер по исследованиям и развитию, BARILLA G. e R. FRATELLI – Societa' per Azioni Socio Unico*

*Аннотация.* Разработаны методология и принципиальное техническое решение развития IoT систем мониторинга агроэкологического состояния посевов и почв для оперативного информационного обеспечения регионально адаптируемых систем поддержки принятия решений по оптимизации выбора сортов и агротехнологий с минимизацией неопределенности планирования в условиях глобальных изменений климата и повышенной неоднородности земель.

*Ключевые слова:* агроэкологический мониторинг, посевы, IoT системы мониторинга, системы поддержки принятия решений, оптимизация выбора сортов, корректировка агротехнологий, твердая пшеница.

Экспортный сельскохозяйственный потенциал России будет укрепляться благодаря нарастающему увеличению высокорентабельного производства товарной продукции растениеводства высокого технологического качества, традиционно востребованной на мировом рынке и внутри страны. В условиях характерных для XXI века быстрых глобальных