

ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНАЯ WEB-СИСТЕМА ДЛЯ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОДУКТИВНОСТИ ПОЧВ МЕЛИОРИРОВАННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

В настоящее время деградация земель сельскохозяйственного назначения представляет собой одну из важнейших социально-экономических проблем, которая наносит значительный ущерб продукционному потенциалу земельного фонда страны. Данные многолетнего мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственных угодий показывают снижение содержания в них органических и основных питательных веществ, что негативно отражается на продуктивности и экономической эффективности сельскохозяйственного производства. Ежегодный вынос питательных веществ из почвы вследствие сельскохозяйственной деятельности в 3 раза превышает их возврат с вносимыми минеральными и органическими удобрениями. Для обеспечения воспроизводства органического вещества в пахотных почвах страны ежегодная потребность в органических удобрениях составляет около 840 млн. тонн [1, 3, 4, 5].

Для восполнения дефицита органического вещества и повышения продуктивности сельскохозяйственных земель перспективным направлением исследований является разработка комплексных мелиоративных приемов, основанных на использовании органоминеральных мелиорантов посредством аэробной и анаэробной переработки органических отходов [1, 4, 5].

Многолетние экспериментальные исследования по изучению эффективности применения новых органоминеральных мелиорантов, полученных на основе биокомпостов для восстановления плодородия и повышения продуктивности деградированных аллювиальной луговой среднесуглинистой и дерново-подзолистой супесчаной почв мелиорированных сельскохозяйственных земель выполнялись авторами статьи в рамках реализации государственного задания программы фундаментальных научных исследований по направлению: «Разработать научно-методический подход и новые агромелиоративные приемы восстановления плодородия деградированных мелиорированных земель, рекультивации загрязненных почв и нарушенных пастбищных территорий в Европейской части России» (№ 0573-2019-0018)». Исследования включали в себя серию вегетационных, лизиметрических и полевых опытов, поставленных на мелиорированных землях АО «Московское», ЗАО «Заборье» и стационаре Мещерского филиала ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова». Результатом работы стали новые способы восстановления плодородия деградированных мелиорированных сельскохозяйственных угодий и вовлекаемых в

сельскохозяйственный оборот малопродуктивных земель с использованием многофункциональных мелиорантов для условий южной части Нечерноземной зоны России.

После проведения исследований авторами создана информационно-справочная Web-система, включающая базу данных [2], которая содержит информацию о новых способах восстановления плодородия деградированных мелиорированных сельскохозяйственных угодий и вовлекаемых в сельскохозяйственный оборот малопродуктивных земель с использованием органоминеральных мелиорантов. Web-система позволяет вводить, хранить, находить и анализировать информацию о способах повышения плодородия почв, объектах исследований, типах почв, видах мелиорантов и сельскохозяйственной продукции; в ней содержатся сведения о поставленных экспериментах, дозы вносимых мелиорантов, величины урожайности и прибавки урожая; даны рекомендации по выращиванию различных сельскохозяйственных культур; приводятся экономическая эффективность и экспертная оценка. Это позволяет принимать научно обоснованные и своевременные решения для восстановления плодородия и повышения продуктивности почв.

Web-система основана на клиент-серверной технологии и позволяет через сеть Интернет подключаться ответственному пользователю (агроному, специалисту хозяйства, частному фермеру и другим лицам, принимающим решения) с персонального компьютера, ноутбука, смартфона или планшета. Web-система построена на базе свободно распространяемого программного обеспечения с открытым исходным кодом и включает следующие компоненты (в скобках указаны используемые версии):

- 1) Apache (2.4.43) – кроссплатформенный многофункциональный Web-сервер. В Apache реализована поддержка самых современных протоколов (IPv6, SSL/TLS и т.д.), имеются широкие возможности по конфигурированию и расширению функциональной части при помощи модулей сторонних компаний.
- 2) MySQL (5.6.48) является реляционной системой управления базами данных общего назначения с поддержкой SQL. К преимуществам можно отнести: кроссплатформенность, простоту использования, гибкость, расширяемость, производительность и масштабируемость.
- 3) Phpmyedit (5.7.1) – инструмент для создания Web-форм, которые обеспечивают автоматическую совместимость с базой данных MySQL. Phpmyedit интегрирован с широким спектром функций управления таблицами SQL.

В Web-системе реализованы такие функции, как полнотекстовый поиск, фильтрация данных и ранжирование результатов (сортировка) по возрастанию и убыванию. Предусмотрена мультиязычная поддержка, что позволяет при необходимости использовать в

тексте и при поиске не только латинские и кириллические символы, но и символы из расширенной латиницы (умлауты, лигатуры и т.д.). Обеспечена возможность подключения облачного хранилища данных (например, на базе Owncloud или Nextcloud), платформы Wiki, картографических онлайн-сервисов (Яндекс.Карты, Google Maps и др.).

Web-система имеет два интерфейса: пользовательский и административный. Пользовательский интерфейс доступен по адресу <http://www.mydomain.ru/emark/> и предоставляет доступ к базе в режиме просмотра и поиска данных. Административный интерфейс доступен по адресу <http://www.mydomain.ru/emark/admin/> только после ввода имени пользователя и пароля и позволяет добавлять, изменять и удалять информацию. Кроме того, предусмотрена возможность тонкой настройки индивидуальных прав доступа для каждого пользователя.

Главное меню Web-сервиса состоит из 11 пунктов, названия которых полностью соответствуют назначению: «Год», «Регион», «Тип почв», «Сельскохозяйственная продукция», «Мелиорант», «Доза внесения», «Урожайность», «Прибавка урожая», «Экономическая эффективность», «Связанные материалы», «Экспертная оценка» (рис. 1). После установки требуемых критериев поиска в различных пунктах меню и нажатия кнопки «Запрос» система извлекает записи из базы данных, соответствующие искомым критериям.

Поиск	Год	Регион	Тип почв	С/х продукция	Мелиорант	Доза внесения, т/га	Урожайность, г/м ²	Прибавка урожая, г/м ²	Экономическая эффективность	Связанные материалы	Экспертная оценка
<input checked="" type="radio"/>	2020	Южная часть Нечерноземной зоны	Аллювиальная луговая среднесуглинистая	Ячмень на зеленый корм	Биокомпост	5.0	200.7	21.6	высокая	Отчет НИР МФ	Существенное влияние биокомпоста на протекающие в растениях метаболические процессы, а также увеличение активности фотосинтетического аппарата и, как следствие, на урожай зеленой массы ячменя
<input type="radio"/>	2020	Южная часть Нечерноземной зоны	Аллювиальная луговая среднесуглинистая	Ячмень на зеленый корм	Биокомпост	10.0	204.5	25.4	средняя	Отчет НИР МФ	Существенное влияние биокомпоста на протекающие в растениях метаболические процессы, а также увеличение активности фотосинтетического аппарата и, как следствие, на урожай зеленой массы ячменя
<input type="radio"/>	2020	Южная часть Нечерноземной зоны	Аллювиальная луговая среднесуглинистая	Ячмень на зеленый корм	Биокомпост	20.0	220.5	41.4	средняя	Отчет НИР МФ	Существенное влияние биокомпоста на протекающие в растениях метаболические процессы, а также увеличение активности фотосинтетического аппарата и, как следствие, на урожай зеленой массы ячменя
<input type="radio"/>	2020	Южная часть Нечерноземной зоны	Аллювиальная луговая среднесуглинистая	Кукуруза на силос	Биокомпост	10.0	1200.0	595.0	высокая	Отчет НИР МФ	Существенное влияние биокомпоста на протекающие в растениях метаболические процессы, а также увеличение активности фотосинтетического аппарата и, как следствие, на урожай зеленой массы кукурузы на силос
<input type="radio"/>	2020	Южная часть Нечерноземной зоны	Аллювиальная луговая среднесуглинистая	Кукуруза на силос	Биокомпост	20.0	1400.0	795.0	средняя	Отчет НИР МФ	Существенное влияние биокомпоста на протекающие в растениях метаболические процессы, а также увеличение активности фотосинтетического аппарата и, как следствие, на урожай зеленой массы кукурузы на силос
<input type="radio"/>	2020	Южная часть Нечерноземной зоны	Дерновоподзолистая супесчаная	Однолетние травы на сено	Биокомпост	10.0	479.2	233.8	высокая	Отчет НИР МФ	Существенное влияние биокомпоста на протекающие в растениях метаболические процессы, а также увеличение активности фотосинтетического аппарата и, как следствие, на урожай однолетних трав на сено
<input type="radio"/>	2020	Южная часть Нечерноземной зоны	Дерновоподзолистая супесчаная	Однолетние травы на сено	Эффлюент	10.0	458.1	212.7	высокая	Отчет НИР МФ	Существенное влияние эффлюента на протекающие в растениях метаболические процессы, а также увеличение активности фотосинтетического аппарата и, как следствие, на урожай однолетних трав на сено

Рисунок 1 – Интерфейс информационно-справочной Web-системы

В описании каждого способа повышения продуктивности почв мелиорированных сельскохозяйственных земель представлена общая информация о научном исследовании; приведены результаты фенологических наблюдений и учета урожая сельскохозяйственной культуры; приведены фотографии лизиметрических и полевых опытов; дана экспертная оценка.

При нажатии на некоторые элементы меню, например «Год», «Доза внесения», «Урожайность», «Прибавка урожая», выполняется сортировка представленных записей в возрастающем и убывающем порядке.

При формировании запроса к Web-системе для полей «Доза внесения», «Урожайность», «Прибавка урожая» возможно использовать знаки «меньше», «меньше, либо равно», «равно», «больше, либо равно», «больше». Например, после щелчка на кнопке «Поиск» в поле "С/х продукция" вводим "Ячмень", в поле "Доза внесения" устанавливаем знак "<=" и указываем значение "10" (т/га), в поле "Экономическая эффективность" выбираем "высокая" и нажимаем кнопку «Запрос». Стоит отметить, в поисковом запросе можно использовать символ «*», который не учитывает регистр и заменяет любые символы. Так при запросе «*мень*» в выводе на экран будет «Ячмень на зеленый корм» и «Ячмень на зерно».

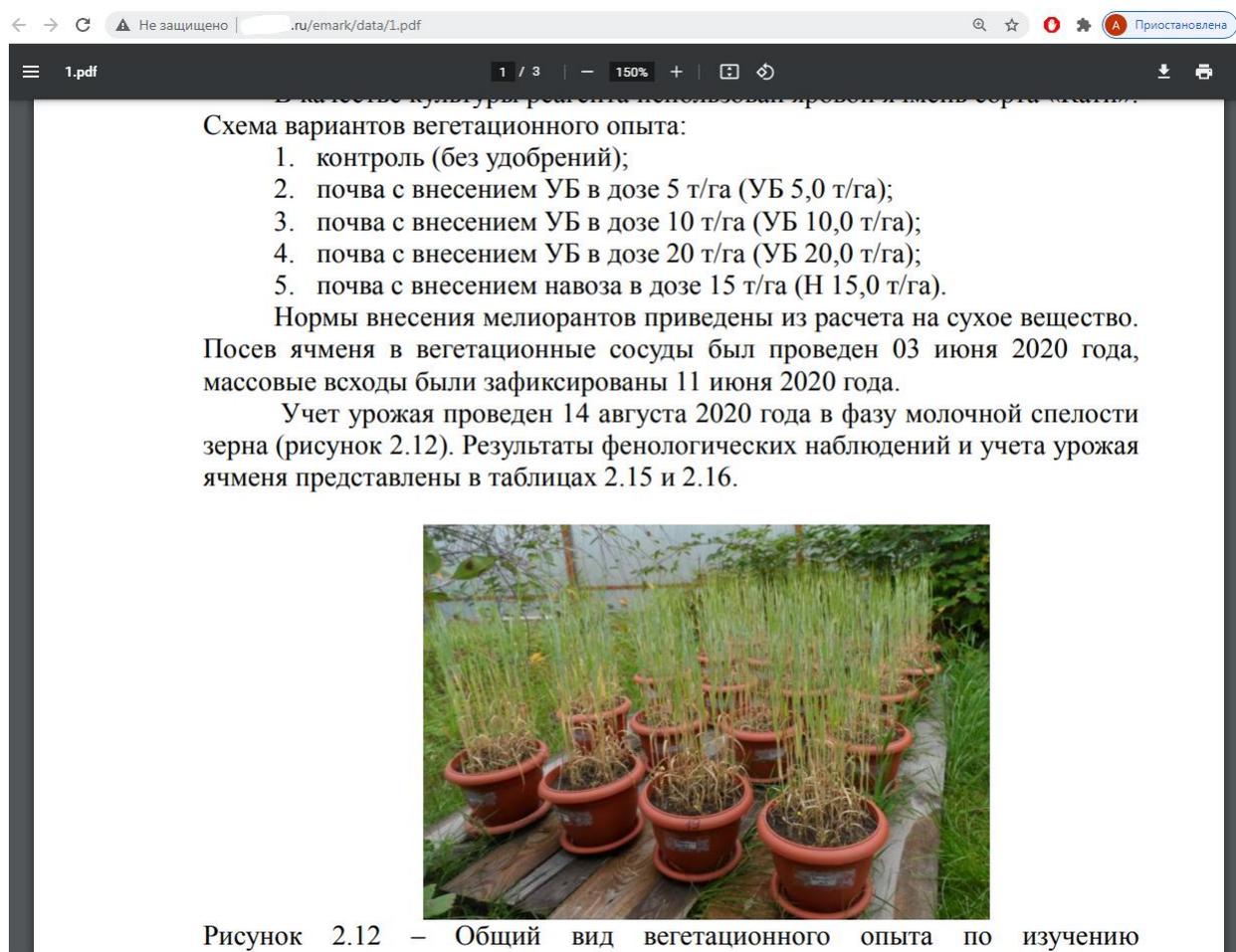


Рисунок 2 – Пример подробного описания интересующего способа повышения продуктивности почв

При нажатии на гиперссылку «Очистить» текущий запрос сбрасывается, и Web-система восстанавливает исходное отображение всех записей. Нажатие на кнопку «Скрыть» приводит к сбросу всех доступных фильтров, и Web-система возвращается из режима «поиска» к режиму «просмотра».

Web-система позволяет расширить количество пунктов меню, усовершенствовать критерии поиска, детализировать информацию об объектах исследований, типах почв, используемых мелиорантах, выращиваемой сельскохозяйственной продукции и т.д.

Разработанная информационно-справочная Web-система предназначена для совместного решения экологических, технических и эксплуатационных аспектов обеспечения устойчивого развития мелиорированных сельскохозяйственных земель. Она может быть использована в качестве системы поддержки принятия управленческих решений по научно-практическому обоснованию способов восстановления плодородия и повышения продуктивности почв мелиорируемых земель сельскохозяйственного назначения.

В июне 2021 года авторами получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Web-система для принятия управленческих решений по повышению продуктивности почв мелиорированных сельскохозяйственных земель».