

Зеликов Евгений Владимирович, магистрант, 2 курс, факультет управления и информатики в технологических системах, кафедра информационных технологий, моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж

ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ РАСЧЕТА УДОБРЕНИЙ ДЛЯ САДОВЫХ КУЛЬТУР НА ОСНОВЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ

Аннотация. В статье рассматриваются подходы к оптимизации алгоритмов расчета дозировок удобрений для садовых культур с использованием веб-приложений. Анализируются ограничения традиционных методов и преимущества автоматизированных решений на примере приложений Agrio и Yara CheckIT. Особое внимание уделяется интеграции данных о почве, климате и стадиях роста растений для повышения точности рекомендаций. Работа направлена на агрономов, фермеров и исследователей, стремящихся к устойчивому садоводству.

Annotation. The article discusses approaches to optimizing algorithms for calculating fertilizer dosages for garden crops using web applications. The limitations of traditional methods and the advantages of automated solutions are analyzed using the example of Agrio and Yara CheckIt applications. Special attention is paid to integrating data on soil, climate, and plant growth stages to improve the accuracy of recommendations. The work is aimed at agronomists, farmers and researchers striving for sustainable horticulture.

Ключевые слова: веб-приложения, удобрения, садовые культуры, алгоритмы, автоматизация.

Keywords: web applications, fertilizers, horticultural crops, algorithms, automation.

Введение

Современное садоводство требует точных и эффективных методов управления питанием растений для повышения урожайности и минимизации экологического ущерба. Традиционные подходы к расчету удобрений часто основываются на обобщенных нормах, игнорирующих специфику почвы, климата и культур, что приводит к неэффективному использованию

ресурсов [1]. Веб-приложения, такие как Agrio и Yara CheckIT, предлагают автоматизированные решения, интегрирующие данные о почве, погоде и фазах роста растений для формирования персонализированных рекомендаций [2]. В данной статье я исследую алгоритмы, лежащие в основе этих систем, их преимущества и перспективы развития, основываясь на анализе современных технологий и данных на 1 июня 2025 года.

1 Проблемы традиционных методов

Традиционные методы расчета удобрений опираются на стандартные нормы внесения макроэлементов (азот, фосфор, калий), которые не учитывают вариабельность почвенных и климатических условий. Например, песчаные почвы быстро теряют питательные вещества из-за высокой проницаемости, тогда как глинистые почвы удерживают их дольше, но ограничивают доступность [5]. Разные садовые культуры, такие как яблони или малина, имеют уникальные потребности в питательных веществах, зависящие от стадии роста: цветение требует больше калия, а плодоношение — фосфора [4].

Основная проблема — недостаток точных данных о состоянии почвы. Визуальная оценка или стандартные рекомендации часто приводят к ошибкам в дозировке, вызывая либо дефицит питательных веществ, либо их избыток, что вредит экологии. Избыточное внесение азота, например, загрязняет грунтовые воды, а недостаток калия снижает устойчивость растений к болезням [1]. Кроме того, традиционные методы требуют значительных затрат времени на анализ и принятие решений.

2 Алгоритмы веб-приложений

Алгоритмы веб-приложений для расчета удобрений включают три основных этапа: сбор данных, их обработка и формирование рекомендаций. На первом этапе собираются данные о типе почвы, уровне pH, содержании макроэлементов, климатических условиях и типе культур. Эти данные вводятся вручную или собираются автоматически через датчики и спутниковые снимки [6].

На этапе обработки применяются математические модели. Например, расчет потребности в азоте может быть выражен формулой:

$$N_{\text{need}} = \frac{P_{\text{demand}} \times S_{\text{soil}}}{E_{\text{uptake}}}$$

где N_{need} — необходимое количество азота, P_{demand} — потребность культуры, S_{soil} — коэффициент почвы, E_{uptake} — эффективность усвоения, зависящая от влажности и температуры [4]. Аналогичные модели используются для фосфора и калия, с учетом их доступности и погодных факторов.

На третьем этапе формируются рекомендации, адаптированные к стадиям роста и сезонности. Например, для яблонь в фазе цветения увеличивается доза калия, а в период плодоношения — фосфора [3]. Алгоритмы также могут корректировать рекомендации на основе прогнозов погоды, чтобы избежать вымывания удобрений [7].

3 Анализ веб-приложений

Современные веб-приложения для расчета удобрений, такие как Agrio и Yara CheckIT, обеспечивают фермеров инструментами для точного управления питанием садовых культур. Их функциональность основана на интеграции данных о почве, климате и растениях, что позволяет повысить эффективность внесения удобрений и снизить экологические риски. В данной главе рассматриваются особенности этих приложений, их сильные стороны и ограничения.

3.1 Agrio

Веб-приложение Agrio предоставляет доступ фермерам к интуитивно понятному интерфейсу для ввода данных о почве, климате и культурах (яблони, малина, смородина и т.д.). Оно анализирует спутниковые снимки, интегрирует данные с датчиков влажности и оценивает метеорологические показатели для анализа параметров, таких как уровень pH и содержание макроэлементов (азот, фосфор, калий). После обработки этих данных алгоритмы Agrio создают рекомендации по необходимой дозировке удобрений, не исключая графики

внесения для каждого сезона [2]. В качестве примера: для малиновых плантаций приложение после анализа, рекомендует увеличение калия в наиболее засушливые периоды для поддержки постоянного роста ягод. Помимо этого, оно имеет и использует функции для диагностики болезней на основе анализа изображений растений, что позволяет вовремя выявлять дефицит каких-либо питательных веществ по визуальным признакам [7].

Приложение имеет функцию сохранения истории данных, что полезно для отслеживания изменений почвы и урожайности в разные года. Оно также предлагает рекомендации по экологичным удобрениям, снижая риск загрязнения окружающей среды. Однако точность рекомендаций зависит от качества входных данных, и в регионах с неравномерными почвами (например, с чередованием песчаных и глинистых участков) анализ может быть менее точным. Полный функционал требует платной подписки, что может быть барьером для небольших хозяйств. Кроме того, отсутствие интеграции с системами автоматического полива ограничивает возможности оптимизации водного режима.

3.2 Yara CheckIT

Yara CheckIT — это мобильное приложение, разработанное для диагностики дефицита питательных веществ и расчета дозровок удобрений. Пользователи загружают фотографии растений, а алгоритм, использующий элементы компьютерного зрения, идентифицирует признаки недостатка элементов, такие как хлороз листьев при дефиците азота или пурпурные пятна при нехватке фосфора [3]. Приложение содержит базу данных по садовым культурам (например, яблони, груши, ягодные кустарники), включающую их потребности в NPK на разных стадиях роста. На основе анализа изображений и введенных данных о почве (pH, содержание макроэлементов) Yara CheckIT предлагает точные рекомендации по внесению удобрений, включая типы (например, нитратные или фосфатные) и способы применения (поверхностное внесение или заделка) [7].

Приложение синхронизирует внутри себя метеоданные. Это позволяет

корректировать дозировки исходя из погодных условий. В качестве примера: в условиях повышенной, либо высокой влажности оно будет рекомендовать снизить использование азотных удобрений для предотвращения вымывания. Это веб-приложение также имеет базу со справочными материалами по управлению питанием растений, что делает его ценным инструментом для начинающих садоводов. Несмотря на это для точной диагностики необходим опыт интерпретации изображений и стабильное интернет-соединение для обработки данных в реальном времени. Приложение будет менее эффективно в удаленных зонах с плохой связью, и к тому же его функционал ограничен без доступа к спутниковым снимкам.

4 Сильные стороны и ограничения веб-приложений

Веб-приложения, в частности Agrio и Yara CheckIT, существенно улучшают управление питанием садовых культур, предоставляя фермерам современные инструменты для повышения эффективности.

В первую очередь, эти платформы могут автоматизировать сложные вычислительные процессы, тем самым значительно сокращая время, которое необходимо для анализа данных, и минимизируя ошибки, характерные для традиционных методов. В качестве примера: Agrio способно быстро обработать информацию о почве и погоде, выдавая рекомендации, соответствующие условиям определенного участка [2].

Помимо этого, персонализированные рекомендации позволяют, снижая финансовые затраты и экологический ущерб, рационально использовать удобрения [1].

Доступность приложений через мобильные устройства делает их удобными для широкого круга пользователей, включая и профессиональных аграриев, и любителей садоводства. Agrio выделяется простотой интерфейса и функцией диагностики заболеваний растений, что особенно ценно для небольших хозяйств. Yara CheckIT, обеспечивает высокую точность рекомендаций благодаря анализу визуальных данных, позволяя в кратчайшие сроки выявлять дефицит питательных веществ [3].

Оба приложения поддерживают экологически устойчивое садоводство, позволяя точно рассчитывать дозировки удобрений и избегать их чрезмерного применения, что особенно значимо для регионов с повышенным риском загрязнения водных ресурсов [5].

Тем не менее, использование этих приложений сопряжено с определенными трудностями. А именно:

1. Точность рекомендаций зависит от достоверности предоставленных данных: ошибки в анализе почвы или устаревшие метеоданные могут привести к неверным расчетам [6]. В качестве примера: некорректные данные о pH почвы могут стать причиной ошибок в расчетах норм для внесения фосфора.
2. Yara CheckIT требует от пользователей навыков анализа изображений растений. Это может быть затруднительно для новичков.
3. Agrio менее эффективно при анализе сложных почвенных условий без использования дополнительных датчиков [7]
4. Оба приложения требуют надежного, стабильного интернет-соединения, что уже ограничивает их применение в удаленных районах со слабым сигналом

5 Перспективы развития.

Перспективы развития алгоритмов расчета удобрений связаны с внедрением передовых технологий. Одно из ключевых направлений — использование искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения. Например, нейросети могут анализировать многолетние данные о почве, погоде и урожайности, улучшая точность прогнозов и адаптируя рекомендации к специфическим условиям

Второе направление — расширение использования датчиков реального времени. Датчики влажности, pH и содержания макроэлементов, интегрированные с приложениями, позволят обновлять данные в реальном времени, минимизируя ошибки, связанные с ручным вводом

Третье направление — экологическая оптимизация. Алгоритмы могут быть усовершенствованы для минимизации переизбытка удобрений, учитывая

влияние на микрофлору почвы. Например, избыточное внесение азота нарушает баланс микроорганизмов, что снижает плодородие в долгосрочной перспективе [4]. Приложения могут включать модели, прогнозирующие воздействие удобрений на экосистему, и предлагать органические альтернативы.

Четвертое направление — интеграция с системами точного полива и дронами. Это позволит как оптимизировать водно-оросительный режим, что критично для засушливых регионов. В качестве примера возьмем, распределение удобрений дронами с учетом данных от Agrio, а системы полива, связанные с Yara CheckIT, будут корректировать подачу воды в зависимости от дозировок

Таким образом, развитие адаптивных алгоритмов, которые могут обучаться на данных пользователей, позволит создавать наиболее точные и персонализированные рекомендации. В качестве примера: веб-приложение Agrio может использовать данные фермера для прогнозирования потребностей культур в следующем сезоне следующего года, а Yara CheckIT — может улучшить диагностику на основе имеющейся базы накопленных изображений растений.

6 Заключение

Веб-приложения Agrio и Yara CheckIT, могут трансформировать садоводство, так как предлагают точные и экологичные решения для расчета удобрений. Их алгоритмы, основываются на данных о почве, климате и культурах, также повышают урожайность и снижают затраты. Вполне очевидно, что дальнейшее развитие технологий, включая ИИ, усилит их потенциал, способствуя устойчивому развитию агротехнологий.

Литература

1. FAO. Leveraging automation in agriculture for transforming agrifood systems, 2023, стр. 10–25. <http://openknowledge.fao.org>
2. Agrio. <https://www.agrio.app>
3. Yara CheckIT. <https://www.yara.com/crop-nutrition/tools-and->

services/checkit

4. Marschner, H. Mineral Nutrition of Higher Plants, 3rd ed. Academic Press, 2012, стр. 135–150.

5. Tisdale, S.L., Nelson, W.L., Beaton, J.D. Soil Fertility and Fertilizers, 5th ed. Macmillan, 1993, стр. 200–215.

6. OneSoil. Why our apps are free, 2021.
<https://blog.onesoil.ai/en/why-onesoil-apps-free>

7. Agroexpert. Useful applications for farmers, Part 2, 2020.
<https://agroexpert.md>

Literature

1. FAO. Leveraging automation in agriculture for transforming agrifood systems, 2023, стр. 10–25. <http://openknowledge.fao.org>

2. Agrio. <https://www.agrio.app>

3. Yara CheckIT. <https://www.yara.com/crop-nutrition/tools-and-services/checkit>

4. Marschner, H. Mineral Nutrition of Higher Plants, 3rd ed. Academic Press, 2012, стр. 135–150.

5. Tisdale, S.L., Nelson, W.L., Beaton, J.D. Soil Fertility and Fertilizers, 5th ed. Macmillan, 1993, стр. 200–215.

6. OneSoil. Why our apps are free, 2021.
<https://blog.onesoil.ai/en/why-onesoil-apps-free>

7. Agroexpert. Useful applications for farmers, Part 2, 2020.
<https://agroexpert.md>