

МЕТОДЫ ОПТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ УРОЖАЙНОСТИ ЛОКАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ПОЛЯ В ТОЧНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

И. В. Шарапов, С. П. Пронин

ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова»,
г. Барнаул

В статье приведен краткий обзор существующих технологий точного земледелия, выполнен анализ методов определения урожайности локальных участков поля, предложен метод оптического контроля урожайности локальных участков полей.

Ключевые слова: точное земледелие, урожайность локальных участков поля, оптический контроль.

В настоящее время процесс сбора урожая в Алтайском крае находится на низком уровне. В западных странах с меньших участков поля собирают больший урожай, так как более рационально используют площади полей [1].

Современная ситуация в экономике, связанная с переходом к рыночным условиям ведения хозяйства, свободной конкуренции, требует привлечения и рационального использования финансовых, материальных, интеллектуальных и трудовых ресурсов на различных уровнях. В развитых странах повышение эффективности сельскохозяйственного производства обеспечивается за счет внедрения современных информационных технологий.

Одним из базовых элементов ресурсосберегающих технологий в сельском хозяйстве является точное земледелие.

Точное земледелие – это совокупность технологий, технических средств и систем принятия решений, направленных на управление параметрами плодородия, влияющими на рост растений. Условно говоря – это оптимальное управление для каждого квадратного метра поля [2].

Применение высоких технологий дает особенно впечатляющий результат в тех отраслях народного хозяйства, которые считаются наиболее отсталыми и депрессивными. В этом отношении сельское хозяйство нашей страны – вне конкуренции.

Такой подход, как показывает международный опыт, обеспечивает гораздо больший экономический эффект и, самое главное, позволяет повысить воспроизводство почвенно-

го плодородия и уровень экологической чистоты сельскохозяйственной продукции. Например, фермер из Германии при внедрении элементов точного земледелия добился повышения урожая на 30% при одновременном снижении затрат на минеральные удобрения на 30% и на ингибиторы на 50% [3].

Точное земледелие включает в себя множество элементов, но все их можно разбить на три основных этапа:

- сбор информации о хозяйстве, поле, культуре, регионе;
- анализ информации и принятие решений;
- выполнение решений – проведение агротехнологических операций.

Для реализации технологии точного земледелия необходимы современная сельскохозяйственная техника, управляемая бортовой ЭВМ и способная дифференцированно проводить агротехнические операции, приборы точного позиционирования на местности (GPS–приёмники), технические системы, помогающие выявить неоднородность поля (автоматические пробоотборники, различные сенсоры и измерительные комплексы, уборочные машины с автоматическим учётом урожая, приборы дистанционного зондирования сельскохозяйственных посевов и др.) Но главным в технологии точного земледелия является программное наполнение, которое обеспечивает автоматизированное ведение пространственно–атрибутивных данных картотеки сельскохозяйственных полей, а также генерацию, оптимизацию и реализацию агротехнических решений с учётом вариативности характеристик в пределах возделываемо-

МЕТОДЫ ОПТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ УРОЖАЙНОСТИ ЛОКАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ПОЛЯ В ТОЧНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

го поля [3].

На сегодняшний день уже активно используются почвенные автоматические пробоотборники, оснащенные GPS-приемниками и бортовыми компьютерами; геоинформационные системы (ГИС) для составления пространственно-ориентированных электронных карт полей; карты урожайности обмолачиваемых культур, получаемые сразу после уборки; дистанционные методы зондирования (ДДЗ), такие как аэрофотосъемка и спутниковые снимки.

В основе точного земледелия лежит геостатистика.

Геостатистика – наука и технология для анализа и представления пространственно-распределенной информации с помощью статистических методов [4]. Геостатистика моделирует распределение объектов, явлений и процессов в географическом пространстве.

Предметом анализа геостатистики являются пространственные переменные, что аналогично переменным с координатной привязкой. В качестве примера пространственных переменных можно привести: количество осадков, плотность населения в некоторой географической области, мощность геологической формации, плотность загрязнения почвы, и т.п. Пространственные переменные не следует путать со случайными величинами, используемыми в обычной статистике [4].

К одному из методов геостатистики можно отнести спутниковый мониторинг посевов – технология on-line наблюдения за изменениями индекса вегетации, полученных с помощью спектрального анализа спутниковых снимков высокого разрешения, на отдельных полях или для отдельных сельскохозяйственных культур; которое позволяет отслеживать позитивные и негативные динамики развития растений. Разница в динамике индекса вегетации сообщает о диспропорциях в развитии в пределах одной культуры или поля, что свидетельствует о необходимости проведения дополнительных сельскохозяйственных работ на отдельных участках – потому технологию относят к методикам точного земледелия [5].

Особенностью данной технологии является то, что она позволяет в режиме реального времени наблюдать за состоянием посевов на большой территории или даже полях, находящихся на расстоянии, в разных областях, регионах, странах, на разных континентах; а также возможность формировать обширную статистическую базу для сравнений

на основе исторических данных мониторинга. Существенным преимуществом также является высокий уровень автоматизации процессов наблюдения за посевами и его интерпретация в понятную для широкого круга пользователей интерактивную карту [5].

Такая интерактивная карта, представленная на рисунке 1, будет являться геоинформационной системой (ГИС). Это – система сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных (географических) данных и связанной с ними информацией о необходимых объектах.

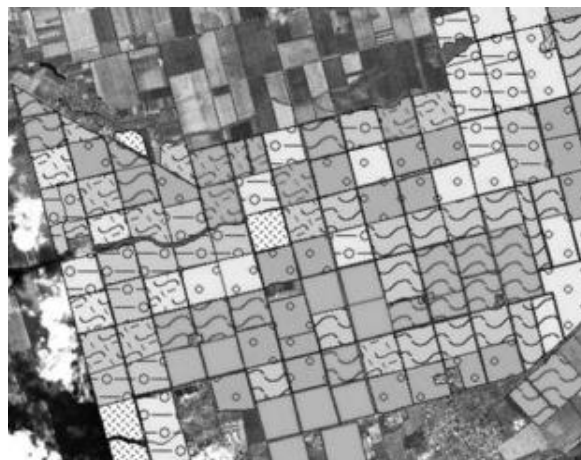


Рисунок 1 – Представление ГИС-карты

Электронная карта полей дает возможность вести строгий учет и контроль всех сельскохозяйственных операций, поскольку опирается на точные знания: площадей полей, протяженности дорог, информации о полях и др. На основании карты полей проводится полный анализ условий, влияющих на рост растений на данном конкретном поле (или даже на участках 100х100 м или 10х10 м). Карты полей составляют основу для получения структуры севооборота и служат оптимизации производства с целью получения максимальной прибыли, а также рационального использования всех участвующих в производстве ресурсов [6].

Таким образом, современные технологии точного земледелия являются весьма результативными, но полноценное использование таких методов дорого обходится сельскохозяйственным производителям. Поэтому возникает вопрос внедрения доступной системы контроля, которая позволит вести точный анализ параметров плодородия, а именно урожайности.

Виды на урожай по состоянию посевов

определяют путем глазомерной оценки посевов в разные периоды их развития. При глазомерной оценке, в зависимости от времени оценки, принимаются во внимание густота всходов, степень развития растений, степень кущения, соответствующая густота стояния растений, величина колоса и т. д. Оценка посевов производится агрономическим персоналом и выражается в баллах, центнерах и процентах к среднему уровню.

Урожай на корню перед началом своевременной уборки и амбарный урожай отличаются на величину действительных потерь. Следовательно, зная два из этих трех показателей, можно вычислить величину третьего. Однако урожай на корню и потери могут быть определены лишь приближенно. Поэтому и балансовые равенства между отмеченными показателями будут иметь ошибку в определении потерь или урожая на корню [7].

Однако и визуальный и спутниковый метод имеют существенные недостатки. При визуальном методе оценки величина урожайности имеет субъективный характер, а сам участок не имеет точной координатной привязки, в то время как спутниковый мониторинг имеет точную оценку урожайности поля, но использование этого метода не доступно большинству производителей.

Одним из методов определения урожайности является глазомерный. Если принять во внимание, что густоту всходов, степень развития растений, степень кущения, соответствующую густоту стояния растений, величину колоса можно определить визуально, то, следовательно, можно определить и оптическим методом, проанализировав изображение соответствующего участка поля.

Участки поля, где наблюдается высокая урожайность, пшеница имеет высокую плотность стеблей и колосьев, а с меньшей урожайностью меньшую плотность. Следовательно, определять урожайность локальных участков поля возможно путем сравнения их плотности по изображениям в определенном спектральном диапазоне.

Альтернативным методом регистрации поля может служить регистрация поля с помощью видеорегастратора, установленного на комбайне.

На рисунке 2, приведено изображение участка поля. Косвенным показателем качества урожайности является яркость изображения. Одним из методов обработки изображений является гистограммная обработка изображений.



Рисунок 2 – Гистограмма яркости изображения участка поля с сопутствующими объектами (гора, небо, облака)

Поскольку на изображении присутствуют различные объекты, гистограмма анализирует яркость всего изображения. Поэтому для точного анализа необходимо построить гистограмму изображений локальных участков поля (рисунок 3).

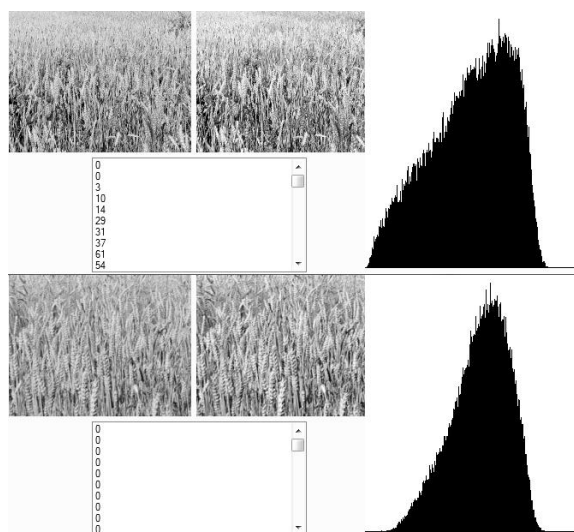


Рисунок 3 – Гистограммы яркости изображения двух локальных участков поля

Изображение участка поля, где наблюдается низкая плотность стеблей и колосьев, имеет «широкую» гистограмму, потому что в изображении присутствуют пиксели с различной яркостью (верхняя гистограмма на рисунке 3). Изображение участка поля с высокой плотностью стеблей и колосьев дает «узкую» гистограмму, потому что изображение более однородно по своей яркости.

В заключение можно сказать, что данный метод определения урожайности является перспективным, так как отражает отличительные признаки в изображениях, доступен фермерам и экономичен в его использова-

МЕТОДЫ ОПТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ УРОЖАЙНОСТИ ЛОКАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ПОЛЯ В ТОЧНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

нии. Однако воздействие различных факторов влияния на гистограмму, таких как облачность, яркость дневного света, угол съемки и т.п., требует дальнейших исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Главное управление сельского хозяйства Алтайского края, официальный сайт [Электронный ресурс]. – Электрон. Дан. – Режим доступа: <http://www.altagro22.ru/apk/rastenievodstvo/>
2. Сельское хозяйство агрономия, земледелие, овощеводство [Электронный ресурс]. – Электрон. Дан. – Режим доступа: <http://selo-delo.ru/zemledelie/29-tochechnoe-zemledelie>
3. Агрофизический НИИ РАСХН [Электронный ресурс]. – Электрон. Дан. – Режим доступа: www.agrophys.ru – Загл. с экрана.
4. Демьянов, В., Савельева, Е. Геоэстатистика: теория и практика / М.: «Наука», 2010 – 327 с.

5. Рубцов, С. А., Голованев, И. Н., Каштанов А. Н. Аэрокосмические средства и технологии для точного земледелия, М.: МСХА, 2008. – 330 с.

6. КБ Панорама Геоинформационные технологии [Электронный ресурс]. – Электрон. Дан. – Режим доступа: <http://www.gisinfo.ru/> – Загл. с экрана.

7. Практикум по общей теории статистики и сельскохозяйственной статистике. Учебное пособие. / Под ред. А.П. Зинченко и др. – М.: Финансы и статистика, 1998.

8. Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю., Князь В.А., Ходарев А.Н., Моржин А.В. Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW IMAQ Vision. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 464 с.

Пронин Сергей Петрович - доктор технических наук, профессор, тел.: +7 (3852) 29-07-96, e-mail: sppronin@mail.ru; Шарапов Илья Вадимович – магистрант.