
Телевизионные системы, передача и обработка изображений

УДК 004.932.2

Обработка изображений с целью определения динамики развития растительного покрова

Спеньков К.А., Никитин О.Р., Гаврилов В.М.

Обработка изображений имеет широкое применение. В связи с развитием сельскохозяйственной деятельности, остро встал вопрос о возможности прогнозировать урожайность средствами дистанционного зондирования, и как следствие, обработки информации о состоянии и развитии произрастающих на полях сельскохозяйственных культур. Наибольшее распространение получила фотосъёмка, а также более узкоспециализированная съёмка в инфракрасном излучении для оценки определённых параметров подстилающей поверхности. Обработка изображений выполняется в программах, как правило, занимающихся определением типа покрова, а не его состояния. Оценка развития посевов осложняется присутствием на изображениях сливающихся неоднородных объектов. Решением является использование RGB цветовых гистограмм для определения состояния покрова. В статье предлагаются методы оценки по наиболее изменяемому участку гистограмм RGB с последующей обработкой получаемых результатов и возможностью быстро и наглядно оценить изменение роста растений.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, RGB гистограмма, обработка изображений, флавоноиды, вегетационные индексы.

Информация о степени зараженности почвы, изменении темпа роста растений, их жизнедеятельности, особенно важна в первые 7-15 дней после посева [1], так как позволяет на ранних этапах влиять на урожайность, прогнозировать её изменения, вносить корректировку, учитывая неоднородность развития сельскохозяйственных культур в пределах наблюдаемых зон [2].

Существуют различные методы оценки, имеющие своей целью решение определенных задач в заданный период времени.

Для выделения границ растительного покрова на снимке и изменения его состояния с периодом в несколько недель, используют вегетационные индексы (ВИ) — NDVI (Normalized Difference Vegetation Index – Нормализованный разностный вегетационный индекс). Существует около 160 вегетационных индексов. Выбор индекса производится экспериментально, исходя из большого количества параметров (влажность, плотность покрова и так далее), рассчитываемых в разных спектральных диапазонах [3]. Главным критерием является правильность полу-

ченных границ между различными поверхностями. Индекс подбирается до тех пор, пока не будет достигнута нужная точность. Основой для применения вегетационных индексов является значение спектральной отражательной способности за счёт значительных различий значений между отражениями излучений с различными длинами волн [4].

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

где NIR - коэффициент отражения в ближней инфракрасной области спектра; RED - коэффициент отражения в красной области спектра.

Альтернативными методами являются радиолокационные методы зондирования, совместное использование с которыми даёт наиболее полную информацию о зондируемой поверхности [5,6]. Недостатками методов являются значительные промежутки времени (недели, месяцы) необходимые для фиксирования важных изменений [7]. Актуальным становится диагностика и прогнозирование на ранних этапах роста растений.

Согласно указаниям государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур мониторинг развития посевов в первые дни роста следует проводить ежедневно, один раз в сутки, предпочтительно утром в одно и то же время, с участков одинаковой площади, принимаемой для большинства типов угодий в 1 м² [8]. Снятые показатели распространяются на площадь рассчитываемую в соответствии с указаниями системы семеноводства и селекции растений Российской Федерации для заданного региона, стандартно принимаются в 100-150 м², но могут быть изменены в зависимости от площадей поля с целью повышения экономической эффективности мониторинга [9]. Для мониторинга наиболее эффективно использовать зондирование в оптическом диапазоне [10].

Снимки растительных покровов не содержат в себе повторяющиеся похожие элементы. При стандартной обработке возникает проблема с выделением границ множественных объектов, случайно ориентированных в пространстве, неоднородных по яркости.

Подобные изображения считаются шумовыми, при их анализе применяют цветные RGB гистограммы с предварительной поэлементной обработкой заключающейся в установлении связи между точками входного и получаемого изображений.

В работе [11] с помощью сравнения гистограмм удалось оценить заражение растений. Для этого на начальном этапе применялся метод соларизации изображений, с последующим использованием одного из методов оценки цветных гистограмм по расстоянию между ними, например, с помощью метрики хи-квадрат:

$$d(H_1, H_2) = \sum_i \frac{(H_1(i) - H_2(i))^2}{H_1(i)},$$

где H_1, H_2 – сравниваемые гистограммы [12].

Все вышеназванные методы не позволяют определять необходимые суточные изменения роста растений, [8] а значит своевремен-

но корректировать развитие культур, и предотвратить их гибель.

Предлагается способ оценки роста растений с помощью RGB гистограмм который позволяет решить эту задачу.

На начальном этапе данного опыта использовалась операция деления. При этом, значения яркости пикселей одного изображения, делится на соответствующие им значения яркости пикселей другого изображения, при их совмещении, что обеспечивает высокую чувствительность к изменениям в спектральных отражательных способностях земного покрова [13].

На следующем этапе предлагается новый метод, основанный на нахождении угла и площади наиболее изменяемого участка гистограммы (экспериментально выбран участок в пределах градации яркости от 64 до 126).

Для нахождения угла полагается, что градации яркости и количество соответствующих им пикселей являются катетами прямоугольного треугольника, тогда среднее значение угла наклона гистограммы рассчитывается по формуле:

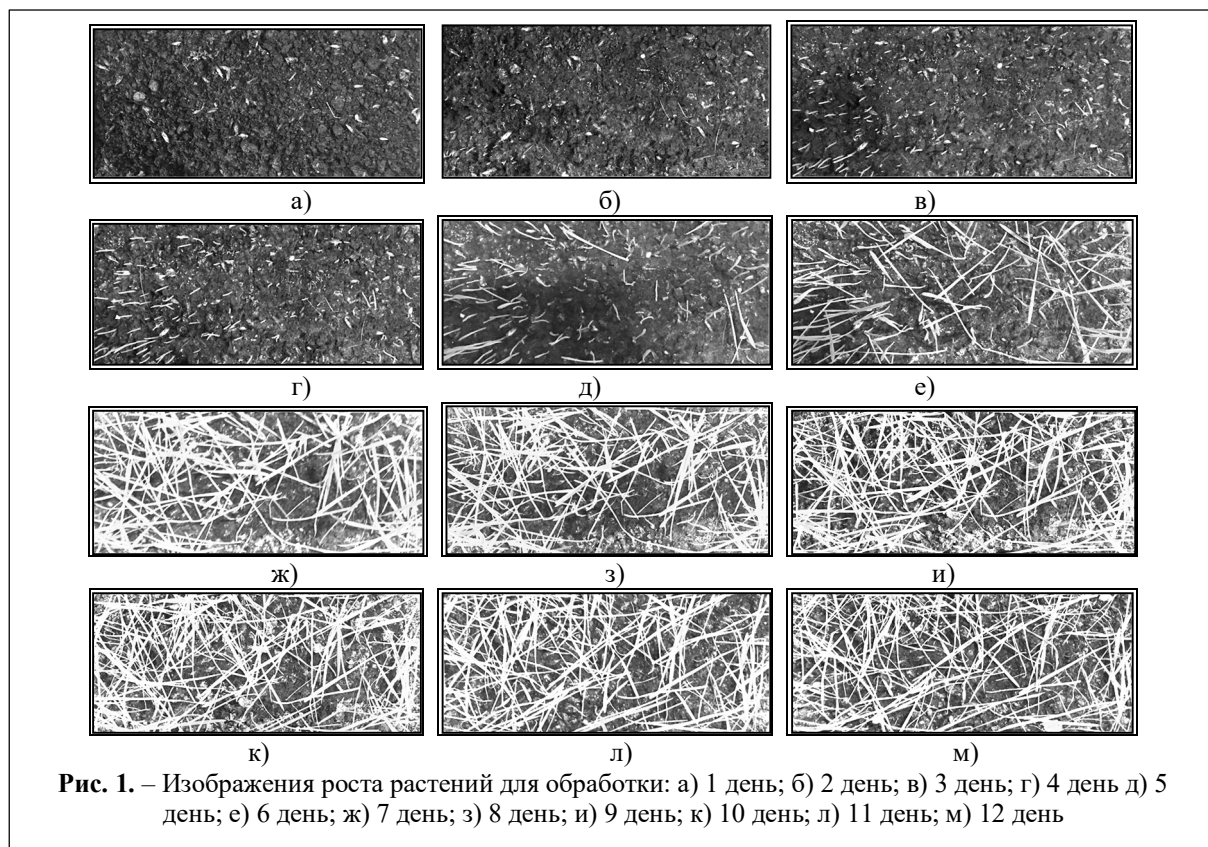
$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^N \left(a \cos \left(\frac{x_j}{\sqrt{x_j^2 + y_j^2}} \right) * \frac{180}{\pi} \right)}{N},$$

где x_j – уровень градации яркости; y_j – количество пикселей соответствующих данной градации яркости; $j=64...128$; $N=64$.

В случае нахождения площади суммируются значения количества пикселей для всех используемых градаций яркости от 64 до 126.

Измерения в спектре синего цвета дают наиболее наглядный результат. Это объясняется влиянием синего света на содержание в растениях криптохрома, пигмента регулирующего чувствительность к освещению в диапазоне 400-500 нм. и отвечающего за поворот листьев к солнцу, замедление роста стебля, прорастание семян [14].

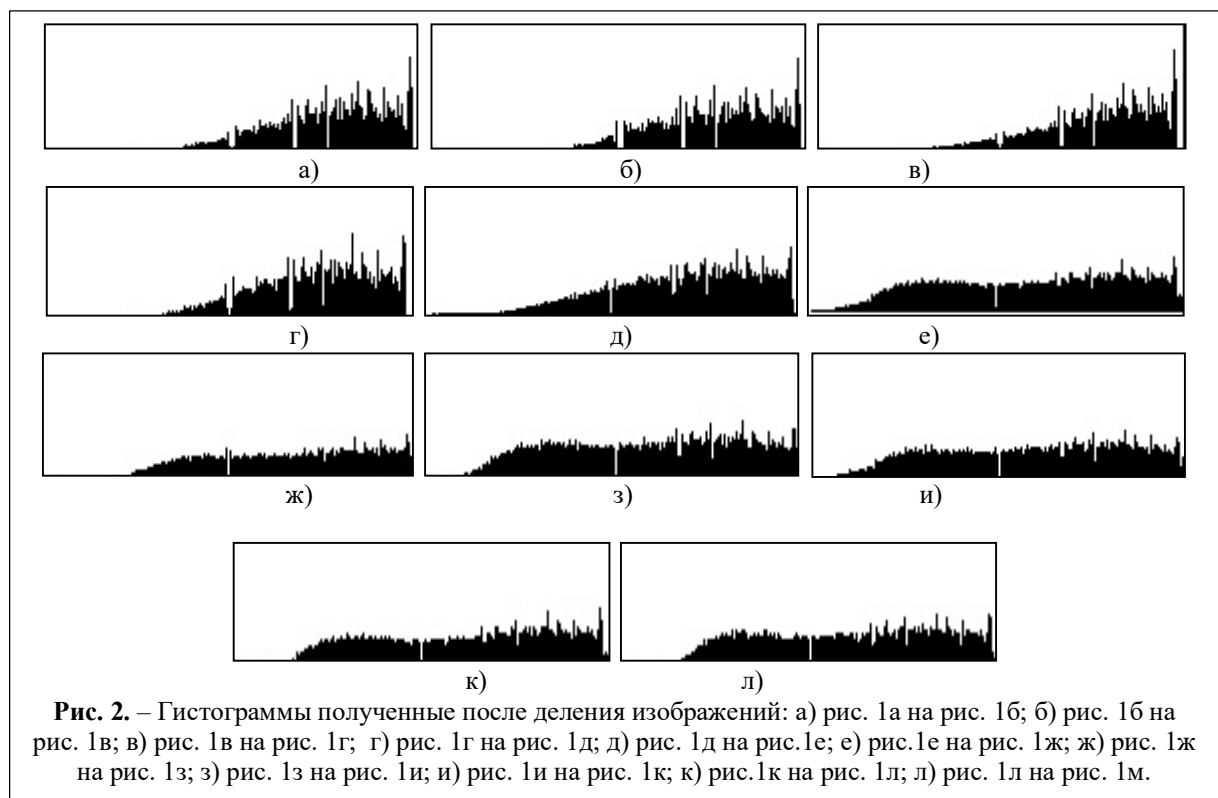
Проводились экспериментальные исследования на примере прорастания семян овса в естественных лабораторных условиях на участке земли площадью 1 м.кв., глубиной

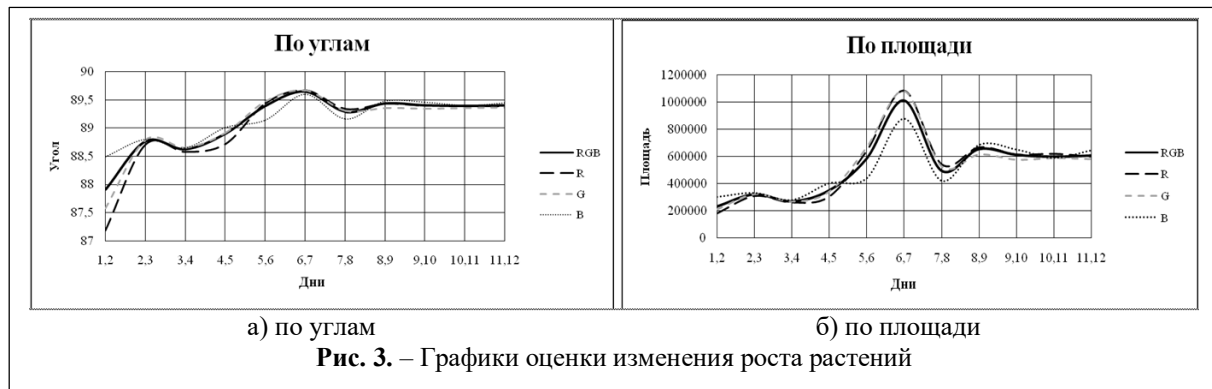


0,2 м., массой 20 л., при температуре воздуха 21-23°C, влажности 65-67%, освещенности 300 лк. Для посева использовался универсальный грунт с одинаковой долей питательных веществ.

Использовались изображения роста растений, получаемые ежедневно в течение 12 дней (рис. 1).

На основании результатов измерений роста растений построены графики (рис. 3).





По мере прорастания семян овса, изменяется цвет растительного покрова, соответственно изменяются углы и площади гистограммы во всех диапазонах. Цвет покрова обусловлен содержанием в растениях пигментов (флавоноиды, порфирины, хлорофилл и др.), участвующих в процессе фотосинтеза и метаболизме растений. Содержание флавоноидов тесно связано с циклом дыхания растений. На него, в свою очередь, влияют такие внешние факторы как влажность, длина светового дня, подкормка растений и т.п.

В ходе исследования было установлено, что период активного роста овса составляет три-четыре дня, а затем незначительно уменьшается [15]. Рост посевов овса заканчивается на 6 – 7 день, затем начинается процесс увядания, сопровождаемый пожелтением листьев и увеличением цикла дыхания, в данном случае до пяти дней. Данные факты согласуются с результатами, отображенными на графике. Можно предположить, что величина провалов зависит от внешних факторов (освещенность, влажность и т.п.) в момент измерений.

Из выше сказанного следует, что предложенные методы позволяют эффективно наблюдать за развитием растений на ранних этапах развития, определять момент созревания и их биологические циклы, что позволит своевременно корректировать рост и развитие культур, и предотвратить их гибель.

Литература

1. Дацук П.В. и др. Оценка состояния посевов озимой пшеницы по фазам вегетации в условиях Центрального района Нечерноземной зоны.– Рязань – 2007 – с.38
2. Космический мониторинг в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]: сайт фирмы Совзонд. URL: <https://sovzond.ru>
3. Братков В.В., Атаев З.В. Вегетационные индексы и их использование для картографирования горных ландшафтов российского Кавказа // электронный научный журнал «Арктик. серия: естественные и технические науки». 2017. №1. с1-21.
4. Черепанов А.С. Вегетационные индексы // А.С Черепанов – Геоматика – №2 – 2011 – с.98-102.
5. Никитин О.Р., Кисляков А.Н., Шулятьев А.А. Комплексирование данных многоканального мониторинга земной поверхности // Методы и устройства передачи и обработки информации. – 2011. – №13. – с.68-71.
6. Никитин О.Р., Гаврилов В.М. Решение экологических задач наземно-дистанционными радиофизическими методами. Муром:ВлГУ, 2009. – с.105.
7. Улаби Ф.Т. Радиолокационные сигнатуры земной поверхности и контроль возобновляемых ресурсов// Ф.Т. Улаби/ ТИИЭР – 1982, – т. 70, – № 12, – с. 43-64.
8. Головачев В.И., Кириловская Е.В. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур выпуск второй зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. ГОСАГРОПРОМ – М: – 2002 –с.197.
9. Минаева Е.Л., Березкин А.Н. Краткий обзор системы семеноводства и селекции растений, их правового регулирования в Российской Федерации. Германно-Российский аграрно-политический диалог – М: – 2013-2014 – с.64.
10. Оценка состояния посевов с помощью фотосъемки [Электронный ресурс]: сайт фирмы Съёмка с воздуха РФ. URL: <https://russiandrone.ru/publications/otsenka-sostoyaniya-posevov-s-pomoshchyu-fotosemki>
11. Денисюк В.С. Алгоритмы выделения особенностей на изображениях с целью классификации заболеваний растений // Конструирование и оптимизация параллельных программ – Новосибирск – 2008 – с. 71-82.
12. Парасич А.В., Парасич В.А. Методы на основе цветковых гистограмм в задачах обработки изображений // Nauka-rastudent.ru. – 2015. – No.

06 (18) / [Электронный ресурс] – Режим доступа.
– URL: <http://nauka-rastudent.ru/18/2742/>

13. Сутырина Е.Н. Дистанционное зондирование земли. – Иркутск: ИГУ, 2013 – с.167.

14. Рассада растений: свет и спектр [Электронный ресурс]: сайт фирмы minifermer.
URL: http://minifermer.ru/page_97.html

Поступила 23 октября 2019 г.

15. Семихатова О., Чиркова Т.В. Физиология дыхания растений/Издательство СПб.: – 2001. – с. 219.

The task of image analysis is relevant in many areas. In connection with the development of agricultural activities, recently the question of the possibility to predict the harvest by means of remote sensing, and as a consequence of processing information about the state and development of crops growing in the fields. The most common was photography and more complex infrared shooting for better processing results. Image processing is done in programs that are typically concerned with determining the type of cover, not its state. Assessment of the state of crops is also complicated by the lack of images of objects with clearly defined boundaries. The solution is to use RGB color histograms to determine the state of the cover. The article proposes methods of evaluation of the most variable area of RGB histograms, and subsequent processing of the results, with the ability to quickly and clearly assess changes in plant growth.

Key words: remote sensing, RGB histogram, image processing, flavanoids, vegetation indices.

Спеньков Кирилл Анатольевич – аспирант, институт информационных технологий и радиоэлектроники владимирского государственного университета ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

E-mail: Kirill19870@yandex.ru

Никитин Олег Рафаилович – профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой радиотехники и радиосистем института информационных технологий и радиоэлектроники владимирского государственного университета ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

E-mail: olnikitin@mail.ru

Гаврилов Валериан Михайлович – доцент, кандидат технических наук, преподаватель кафедры радиотехники и радиосистем института информационных технологий и радиоэлектроники владимирского государственного университета ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

E-mail: valerian.gavrilov@mail.ru

Адрес: 600000, г. Владимир, ул. Горького, 87.