

**ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ
ЗЕМЛИ И БПЛА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ТАТАРСТАНА****Логинов Н.А. Сулейманов С.Р.**

Реферат. Обширные территории России, занимаемые сельскохозяйственными угодьями, довольно сложно контролировать из-за недостатка неразвитой сети пунктов оперативного мониторинга, наземных станций, в том числе и метеорологических, отсутствия авиационной поддержки ввиду дороговизны содержания штата и т.д. Кроме того, в силу различного рода природных процессов, происходит постоянное изменение границ посевных площадей, характеристик почв и условий вегетации на различных полях и от участка к участку. За рубежом выше отмеченные проблемы успешно решаются благодаря применению данных дистанционного зондирования (ДЗЗ) земли, получаемых с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Материалы, получаемые БПЛА, могут помочь как для решения комплексных задач управления сельскохозяйственными территориями, так и в узкоспециализированных направлениях.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, эрозия, почва, плодородие, землеустройство.

Введение. Испокон веков бедой для землевладельца была и остается эрозия почв (в переводе с латинского языка означает – «разъедать»). В естественных условиях эрозия почв происходит постоянно, но, как правило, не принимает угрожающих размеров, тогда как в результате хозяйственного воздействия человека на природу она усиливается многократно. В результате, не только плодородие почв существенно снижается, но и сокращаются посевные площади.

Современной науке удалось в определенной мере установить закономерности возникновения этого грозного явления, наметить и осуществить ряд практических мер по борьбе с эрозией. По последним оценкам площадь сельскохозяйственных угодий России, подверженных эрозии, и эрозионно-опасные территории составляют более 130 млн га. Другими словами уже почти каждый третий гектар пашни и пастбищ является эродированным и нуждается в осуществлении комплекса мероприятий, предупреждающих деградационные процессы.

Продолжается интенсивное разрушение почв оврагами, площадь которых занимает около 2,4 млн га и ежегодно увеличивается на 0,1-0,2 млн га. В последние годы водная эрозия достигла даже районов вечной мерзлоты. В Российской Федерации распаханность сельхозугодий превышает экологически допустимые пределы. Так, по Татарстану распаханность сельскохозяйственных угодий составляет более 83 %, прочие 45-56% в западных странах, что является причиной, ухудшения гидрологического режима водосборных бассейнов, снижения способности природных комплексов к саморегуляции, уменьшения продуктивности сельскохозяйственных культур.

С количественной стороны процесс эрозии почв характеризуется интенсивностью смыва, выраженного в т/га. В этих же единицах измеряют и скорость почвообразования. О степени опасности эрозии можно судить, сопоставив

интенсивность смыва почвы со скоростью почвообразовательного процесса. Если интенсивность эрозии меньше скорости почвообразования, то можно предположить, что она не представляет опасности для данной почвы. Такую эрозию принято считать нормальной. В большинстве случаев интенсивность потерь почвы больше скорости почвообразования, то есть происходит ускоренная эрозия почв.

Результат и их обсуждение. Для своевременного выявления проблемных эрозионных участков необходимо использовать дистанционные технологии. Мониторинг поверхности земли является одним из наиболее важных и типичных применений дистанционного зондирования.

Изменения, которые отмечены на снимках 1,2 и 3, как правило, обнаруживаются при сравнении нескольких изображений, содержащих несколько уровней данных, а также в некоторых случаях при сравнении старых снимков и обновленных изображений дистанционного зондирования. В связи с этим различают:

- сезонные изменения;
- годовые изменения.

Информация о поверхности земли и изменении характера растительного покрова необходимы для определения и реализации программы защиты окружающей среды и могут быть использованы совместно с другими данными для проведения сложных расчетов (например, определения рисков эрозии).

При помощи ДЗЗ также можно с определенной цикличностью получать изображения отдельных полей, регионов и округов. Следовательно, ДЗЗ обеспечивает получение ценной информации о состоянии угодий, в том числе идентификацию культур, определение посевных площадей сельскохозяйственных культур и состояния посевов. Спутниковые данные используются для оперативного управления и мониторинга результатов ведения сельского хозяйства на различных уровнях. Эти данные могут быть использованы для оптимизации фермерского хозяйства и пространственно-

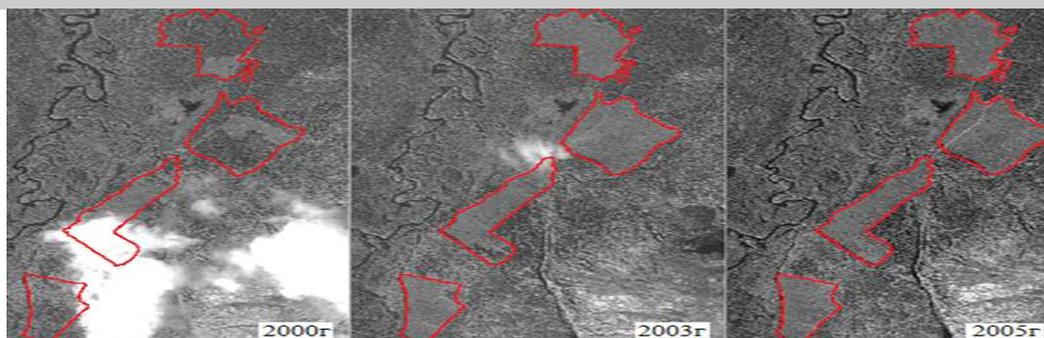


Рисунок 1 – Спутниковый снимок изменения облика поверхности земли с точки зрения усиления эрозионных процессов

ориентированного управления техническими операциями. Изображения могут помочь определить степень и эрозионной опасности источника земель.

Таким образом, приложениями дистанционного зондирования земли являются:

- мониторинг сельскохозяйственных угодий, включая эрозионные процессы, происходящие на территории конкретного хозяйства;
- оперативное управление посевами;
- прогнозирование урожайности возделываемых культур.

С другой стороны, технические и технологические возможности дистанционного зондирования позволяют полностью переориентироваться на геоинформационные технологии, которые играют значительную роль в создании рынка земли и недвижимости.

Вместе с тем следует особо подчеркнуть, что для решения выше поставленных задач необходимо заказывать спутниковые снимки заранее с высокой точностью, затрачивая весьма крупные денежные средства.

В связи с этим широкое применение беспилотных летательных аппаратов является более дешёвым вариантом мониторинга посевов (рисунок 2).

Дроны могут создавать точные трехмерные модели местности, позволяющие провести первоначальный анализ почв. Результаты такого анализа могут использоваться при планировании схемы посева зерновых и технических культур, более того, различным стартапам удалось создать системы раннего посева, осуществляемого дронами, которые не только увеличивают интенсивность поглощения семенами влаги и питательных веществ на 75 %, но и позволяют снижать стоимость почти на половину посевных работ мультиспектральными или тепловыми сенсорами, способными определять, какой части поля необходим дополнительный полив или проведение других мероприятий. После появления всходов дроны используются для расчета индекса растительного покрова в целях постоянного мониторинга болезней и вредителей.

В целом беспилотные летательные аппараты постоянно расширяют возможности мониторинга, позволяя снизить риски, связанные с земледелием.

Сканирование растений с использованием как видимого спектра, так и ближнего инфра-



Рисунок 2 – Беспилотный летательный аппарат

красного диапазона дает представление о том, какое количество волн зеленого цвета и ближнего инфракрасного диапазона отражается от растений. На основе этих данных создаются мультиспектральные изображения ближнего инфракрасного диапазона для обнаружения изменений в состоянии растений. Оперативность реагирования в таких случаях, как правило, имеет решающее значение, так как своевременное вмешательство может спасти от гибели целые поля (например, посевы ярового рапса от крестоцветной блошки).

Даже, в случае гибели посевов использование дронов для мониторинга растений принесет свою пользу, так как работники сельского хозяйства смогут намного быстрее зафиксировать убытки для получения страхового возмещения. Беспилотные аппараты могут использоваться и для опрыскивания насаждений. Дроны могут сканировать местность и выдерживать установленную дистанцию от верха растений, чтобы разбрызгивать нужное количество жидкости, корректируя параметры разбрызгивателя в режиме реального времени для обеспечения равномерности обработки посевов. Это не только повышает эффективность опрыскивания, но и сокращает количество избыточных химикатов, попадающих в почву. По оценкам экспертов, опрыскивание с воздуха проводится в 5 раз быстрее, чем с использованием наземных опрыскивателей.

Особую роль ДЗЗ и применение БПЛА играют в такой относительно новой сфере сельского хозяйства, как «точное земледелие», суть которого состоит в том, что для получения с некоторого поля максимального количества качественной и дешевой продукции для всех растений этого сельхозугодья создаются одинаковые условия роста и развития без

нарушения норм экологической безопасности. «Точное земледелие» внедряется путем постепенного освоения качественно новых агротехнологий на основе высокоэффективных и экологически безопасных технических и агрохимических средств. Первостепенное значение для точного земледелия имеет постоянный контроль за состоянием растительности.

Заключение. Важной составляющей технологии точного земледелия является современное обнаружение и локализация участков

угнетенного состояния растительности в пределах поля, что может быть вызвано разными факторами: поражением растений вредителями, засильем сорняков или недостатком макро и микроэлементов.

Следовательно, широкое использование дистанционного зондирования земли и беспилотных летательных аппаратов является основным фактором дальнейшего развития агропромышленного комплекса Республики Татарстан.

Литература

1. Обиралов А. И., Лимонов А. Н., Гаврилова Л. А. Фотограмметрия и дистанционное зондирование. М.: КолосС, 2006.
2. А. Н. Лобанов, М. И. Буров, Б. В. Краснопевцев. Фотограмметрия. М.: Недра, 2007.
3. Кадничанский С. А., Хмелевской С. И. Обзор цифровых фотограмметрических систем. М.: Центр ЛАРИС, 2009.
4. Титаров П. С. Метод приближенной фотограмметрической обработки сканерных снимков при неизвестных параметрах сенсора // Геодезия и картография, 2002. № 6. С. 30–34.
5. Дракин М. А., Зеленский А. В., Елизаров А. Б., Сечин А.Ю. Алгоритм автоматизированного расчета связующих точек в PHOTOMOD 4.0. // Геодезия и Картография, 2006, № 5. С. 37–41.
6. Назаров А.С. Учет влияния рельефа местности при фотограмметрической обработке аэроснимков. «Автоматизированные технологии изысканий и проектирования», 2006, №1(20).
7. Qihao Weng. Remote Sensing and GIS Integration: Theories, Methods, and Applications: Theory, Methods, and Applications
8. A New Method to Map Groundwater Table in Peatlands Using Unmanned Aerial Vehicles by Mir Mustafizur Rahman, Gregory J. McDermid, Maria Strack and Julie Lovitt Remote Sens. 2017, 9(10), 1057; doi:10.3390/rs9101057 (registering DOI).
9. <http://gisa.ru/file/file2201.doc>
10. http://gisa.ru/budushhee_ddz.html

Сведения об авторах:

Логинов Николай Александрович – кандидат технических наук, e-mail: loginov_2311@mail.ru
 Сулейманов Салават Разяпович – кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: dusai@mail.ru
 ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», г. Казань, Россия.

PERSPECTIVE OF USE OF REMOTE SENSING OF THE EARTH AND UNMANNED AERIAL VEHICLES IN THE AGRICULTURE OF TATARSTAN

Loginov N.A. Suleimanov S.R.

Abstract. The vast territory of Russia, occupied by agricultural lands, is difficult to control due to the lack of an undeveloped network of operational monitoring points, ground stations, including meteorological stations, lack of aviation support due to the high cost of maintaining staff, etc. In addition, due to various types of natural processes, there is a constant change in the boundaries of acreage, soil characteristics and vegetation conditions in different fields and from site to site. Abroad, the above mentioned problems are successfully solved due to the application of remote sensing data (RSD) of the Earth, obtained with the help of unmanned aerial vehicles (UAVs). The proceedings, obtained (UAV), can help both to solve complex tasks of managing agricultural territories, and in highly specialized areas.

Key words: remote sensing, erosion, soil, fertility, land management.

References

1. Obiralov A. I., Limonov A. N., Gavrilova L. A. *Fotogrammetriya i distantsionnoe zondirovanie*. [Photogrammetry and remote sensing]. M.: KolosS, 2006.
2. A. N. Lobanov, M. I. Burov, B. V. Krasnopedtsev. *Fotogrammetriya*. [Photogrammetry]. M.: Nedra, 2007.
3. Kadnichanskiy S. A., Khmelevskoy S. I. *Obzor tsifrovyykh fotogrammetricheskikh sistem*. [Review of digital photogrammetric systems]. M.: Tsentr LARIS, 2009.
4. Titarov P. S. The method of approximate photogrammetric processing of scanner images for unknown sensor parameters. [Metod priblizhennoy fotogrammetricheskoy obrabotki skanernyykh snimkov pri neizvestnykh parametrah sensora]. // *Geodeziya i kartografiya. - Geodesy and cartography*. 2002. № 6. P. 30–34.
5. Drakin M. A., Zelenskiy A. V., Elizarov A. B., Sechin A.Yu. Algorithm for automated calculation of tie points in PHOTOMOD 4.0. [Algoritm avtomatizirovannogo rascheta svyazuyuschikh tochek v PHOTOMOD 4.0]. // *Geodeziya i kartografiya. - Geodesy and cartography*. 2006, №5. P. 37–41.
6. Nazarov A.S. Accounting for the impact of terrain in photogrammetric processing of aerial photographs. [Uchet vliyaniya relefa mestnosti pri fotogrammetricheskoy obrabotke aerosnimkov]. *Avtomatizirovannyye tekhnologii izyskaniy i proektirovaniya. - Automated technologies of exploration and design*. 2006, №1(20).
7. Qihao Weng. Remote Sensing and GIS Integration: Theories, Methods, and Applications: Theory, Methods, and Applications
8. A New Method to Map Groundwater Table in Peatlands Using Unmanned Aerial Vehicles by Mir Mustafizur Rahman, Gregory J. McDermid, Maria Strack and Julie Lovitt Remote Sens. 2017, 9(10), 1057; doi:10.3390/rs9101057 (registering DOI).
9. <http://gisa.ru/file/file2201.doc>
10. http://gisa.ru/budushhee_ddz.html

Authors:

Loginov Nikolay Aleksandrovich – Ph.D. of Technical Sciences, e-mail: loginov_2311@mail.ru
 Suleymanov Salavat Razyapovich – Ph.D. of Agricultural Sciences, e-mail: dusai@mail.ru
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.