

УДК 004.031.2

DOI: 10.18413/2518-1092-2018-3-1-19-24

Бестаева Н.В.  
Султангалиева Дж.К.  
Зубова А.Д.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА  
В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ СФЕРЕ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный технический университет», ул. Татищева д. 16, г. Астрахань, 414056, Россия

*e-mail: astu@astu.org*

**Аннотация**

В статье представлен обзор существующих систем мониторинга, применяемых в сельском хозяйстве, при использовании передовых технологий, таких как малогабаритные беспилотные летающие аппараты. Произведен анализ сельскохозяйственных отчетов за последний год о степени нанесенного ущерба саранчовыми на юге и средней полосе России, в Северной Африке, в Японии и в Казахстане. Рассмотрены основные системы мониторинга состояния растений, наличия пожаров, появления на плантациях диких животных и вредоносных насекомых. В том числе описана автономная система по выращиванию культурных растений. Также описаны системы спутникового мониторинга в Африке и в Западной Сибири для прогнозирования появления вредителей на посевных полях, основанные на сборе данных о влажности атмосферы в исследуемых районах. Рассмотрены основные способы борьбы с вредителями на 2017 год и их целесообразность. Представлен анализ рынка беспилотных аппаратов на 2017 год и составлен прогноз его дальнейшего развития в сфере сельского хозяйства.

**Ключевые слова:** система; мониторинг; дрон; спутник; сельское хозяйство.

UDC 004.031.2

Bestaeva N.V.  
Sultangalieva Dj.K.  
Zubova A.D.

**THE RESEARCH OF MONITORING SYSTEM  
IN AGRICULTURAL SPHERE**

Astrakhan State Technical University, 16 Tatishcheva St., Astrakhan ,414056, Russia

*e-mail: astu@astu.org*

**Abstract**

The review of the existing systems of monitoring applied in agriculture with using advanced technologies, such as the small-sized pilotless flying devices is presented in article. The analysis of agricultural reports for the last year on degree of the caused damage locust in South and midland of Russia, in North Africa, in Japan and in Kazakhstan. The main systems of monitoring of a condition of plants, existence of the fires, emergence on plantations of wild animals and harmful insects are considered. Including the autonomous system on cultivation of cultural plants is described. The systems of satellite monitoring in Africa and in Western Siberia for forecasting of appearance of wreckers on sowing fields, the atmospheres based on collection of data on humidity in the explored areas are also described. The main ways of pest control for 2017 a goal and their expediency are considered. The analysis of the market of pilotless devices for 2017 is submitted and the forecast of his further development in the sphere of agriculture is made.

**Keywords:** system; monitoring; drone; satellite; agriculture.

**ВВЕДЕНИЕ**

В наши дни системы мониторинга получают все большую популярность, поскольку позволяют сделать наиболее точные прогнозы благодаря сбору и анализу данных. Они уже

используются в таких направлениях, как: обнаружение пожаров, наблюдение за созреванием посевов, защита земель от диких животных и насекомых и т.д. [1].

Наиболее актуальной является проблема мониторинга различных стадных вредителей, поскольку они регулярно наносят значительный ущерб фермерам. Самыми распространенными вредителями в сельском хозяйстве являются колорадский картофельный жук и саранча всех видов. В основном саранча питается посевами злаковых культур. Ее также можно встретить на полях льна, гречихи, огородных овощей и конопли. Колорадский жук, в отличие от саранчовых, питается клубнями картофеля. По статистическим данным, основными очагами являются юг и частично средняя полоса России, Казахстан, Япония и Северная Африка [2, 5].

Только в России по данным представленным Россельхозцентром в 2017 году личинки вредителя были отмечены на площади — 15,46 тыс. га.

По предварительным данным Россельхозцентра в результате их контрольного весенне-летнего обследования со второй декады марта 2017 года перезимовка яиц в кубышках в среднем по области составила 80 %. Что свидетельствует о стойкости личинок вредителей к экстремальным условиям.

Также Россельхозцентром проведены обследовательские мероприятия по области на площади 14,38 тыс. га, где заселенная площадь составила – 1,57 тыс. га: итальянским прусом по области заселено 0,63 тыс. га с численностью 0,1-1 куб/м<sup>2</sup>; азиатской саранчой по области заселено 0,45 тыс. га с численностью 0,2-1 куб/м<sup>2</sup>; нестадными саранчовыми по области заселено 0,49 тыс. га с численностью 0,14-2 куб/м<sup>2</sup>.

Таким образом, можно сделать вывод о безусловной необходимости мониторинга посевных земель на наличие личинок вредителей с целью предотвращения уничтожения посевов.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Сельскохозяйственная сфера имеет огромный потенциал для внедрения IT-технологий.

Уже сейчас активно используются такие системы, как:

1. Технологический комплекс обнаружения и тушения пожаров при использовании беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) [1].

2. Система мониторинга для защиты посевных полей от диких животных. Эта система основана на использовании БПЛА и была впервые задействована в Японии для помощи фермерам в защите своих угодий. В этой системе используются такие аппаратные средства, как:

1. Квадрокоптер;
2. Камера с ИК-датчиком;
3. Система с искусственным интеллектом.

Дрон, облетая подконтрольную территорию, будет выявлять приближающихся к полям животных и отпугивать их с помощью высокочастотного сигнала или звуков разрыва петард. Камера с инфракрасным датчиком позволит дрону отследить животных как в дневное время, так и в ночное.

Кроме того, система на основе искусственного интеллекта будет анализировать снятые квадрокоптером материалы, чтобы на основе повадок и следов животных прогнозировать их поведение [2].

3. Система наблюдения за процессом созревания культурных растений на посевных полях.

Благодаря камерам с инфракрасными датчиками фермеры могут следить за уровнем хлорофилла в растениях. Его уменьшение является первым признаком наличия вредителей или плохого ухода [7].

4. Автоматизированная ферма Hand Free Hectare (Великобритания).

Автономная система, которая занимается посевом, поливом и сбором урожая. Она подразумевает управление операторами из диспетчерской. Дроны со встроенными мультиспектральными датчиками производят съемку угодий. Небольшие сельскохозяйственные

машины берут образцы земли, оценивают ее и подбирают необходимые минеральные удобрения. Камеры в режиме реального времени оповещают о вредителях или сорняках.

В России предлагаются системы с использованием БПЛА в целях мониторинга состояния техники и посевов, инвентаризации сельхозугодий, создания электронных карт полей и т.д.

В целях борьбы с вредоносными насекомыми активно используются спутниковые системы. Так, например, в Северной Африке за 70 дней до начала роения саранчовых стад ученые смогли определить их появления с точностью до 1 км. Такой способ мониторинга основан на сборе данных о влажности почвы и атмосферы. Спутник SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity mission) получал с поверхности Земли изображения с «яркостной температурой», т.е. интенсивностью светового излучения. Эта величина зависит непосредственно от увлажненности воздуха. Ученые на основе этих данных смогли составить прогноз и определить наиболее благоприятные зоны для размножения саранчи [4, 6, 8].

В Западной Сибири были проведены исследования вспышек вредителей за с 2007 г. Учитывались такие геофизические характеристики, как:

1. Температура земной поверхности;
2. Вегетационный индекс;
3. Влажность почвы;
4. Данные наблюдений на метеостанциях.

На основании этих параметров была предложена математическая модель по расчету саранчовой опасности, исходя из снимков со спутников [6].

Также в некоторых регионах методами борьбы с вредоносными насекомыми являются:

1. Обработка посевных культур биопестицидами. Это биопрепараты для борьбы с вредителями на основе новых штаммов бактерий, защищающие зерновые, плодовые и овощные культуры от заболеваний и вредителей, не оказывая негативного воздействия;
2. Вспахивание плантаций в целях уничтожения залегающих в земле личинок вредителей.

Анализ используемых технологий позволяет сделать вывод, что используемые на данный момент методы мониторинга вредителей на плантациях не являются достаточно эффективными, поскольку они не борются с источником проблемы, а устраняют ее последствия. Также вспахивание земель и обработка плантаций достаточно дорогой и трудоёмкий процесс. Из чего можно сделать вывод, что наиболее эффективным является мониторинг с помощью беспилотных летательных аппаратов.

На начало 2017 года рынок «сельскохозяйственных» БПЛА находится на начальной стадии развития. Однако эксперты полагают, что в будущем сельское хозяйство станет одним из самых крупных сегментов рынка для квадрокоптеров. Markets and Markets в 2016 году оценил рынок «сельскохозяйственных» БПЛА в \$ 864, 4 млн., спрогнозировав до 2022 года уверенный ежегодный рост отрасли в 30% (до \$ 4,2 млрд.). По словам экспертов, Markets and Markets, активному росту рынка будет способствовать постепенное улучшение нормативно-правовой конъюнктуры, которое сейчас наблюдается в различных странах мира [4].

По оценкам аналитического агентства PWC, через несколько десятков лет рынок одних «сельскохозяйственных» дронов (не включая беспилотники самолетного типа) может составить порядка \$32,4 млрд. Данный рост будет обусловлен увеличением численности мирового населения – чтобы всех прокормить, без инноваций в отрасли сельского хозяйства, позволяющих повысить урожайность, не обойтись.

Среди стран, где сейчас происходит активное использование «сельскохозяйственных» беспилотников, можно выделить США, Китай, Япония, Бразилия, страны ЕС и др.

Среди крупнейших фигур мирового рынка БПЛА, которые ориентируются на сельское хозяйство, можно выделить таких представителей, как AeroVironment Inc, AgEagle, DJI, Yamaha и др [11].

В конце декабря 2017 года компания DJI Innovation Technology (DJI), крупнейший в Китае производитель коммерческих беспилотников, сообщила, что более 10 тысяч операторов БПЛА используют БПЛА DJI серии MG, предназначенные для применения в сельском хозяйстве. По оценкам компании, продажи таких БПЛА в 2020 году достигнут 45 тысяч штук.

Китайский производитель намерен и дальше наращивать инвестиции в разработку сельскохозяйственных БПЛА и обучение операторов для них, чтобы помочь фермерам повысить эффективность обработки сельхозугодий пестицидами, передает China Daily [9, 10].

В ноябре 2015 года DJI выпустила свой первый сельскохозяйственный БПЛА MG-1, а в 2016-м пополнила ассортимент его модификацией под названием MG-1S, оснащенной передовой системой управления БПЛА, радаром и сенсорами.

В конце 2017 года DJI представила еще более совершенный БПЛА сельскохозяйственного назначения MG-1S Advanced с улучшенными радаром, распылительной и динамической системами, повышающими эффективность работы БПЛА и его точность. По данным компании, с помощью этой модели операторы могут ежедневно обрабатывать химикатами посевы на площади около 40 гектаров.

DJI видит большие перспективы для сельскохозяйственных БПЛА и планирует активизировать усилия по подготовке большего числа операторов для них. В интервью изданию вице-президент DJI Луо Дженхуа (Luo Zhenhua) заявил, что спрос на сельскохозяйственных БПЛА просто огромен.

По данным DJI, на долю ее БПЛА серии MG приходится около 70% продаж БПЛА сельскохозяйственного назначения в Китае.

С модернизацией сельского хозяйства в КНР рынок передовых устройств для фермеров переживает значительный подъем. Ожидается, что в 2023 году показатель проникновения БПЛА в агропромышленном комплексе Китая превысит 40%, а продажи таких устройств в денежном выражении достигнут 16 млрд юаней (\$2,4 млрд) [4].

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Из вышесказанного можно сделать вывод, что информационные технологии активно внедряются во все сферы жизни людей. Мониторинг в таких системах является неотъемлемой частью. Наиболее распространенными системами в сельском хозяйстве являются системы наблюдения с применением БПЛА. Использование беспилотных аппаратов наиболее экономичный и эффективный способ слежения за плантациями из всех существующих методов.

### **Список литературы**

1. Применение радиоэлектронных систем для дистанционного мониторинга сельского хозяйства с целью обнаружения и обеспечения тушения пожаров / Канащенков А.И., Тихонов А.И., Новиков С.В., Кулакова Д.С. // Московский экономический журнал, 2016. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/primenenie-radioelektronnyh-sistem-dlya-distantsionnogo-monitoringa-selskogo-hozyaystva-s-tselyu-obnaruzheniya-i-obespecheniya> (дата обращения: 13.03.2018).

2. Саранчовые Казахстана, Средней Азии и сопредельных территорий. Под. ред. Лачининского А.В., Ларами, 2002, 387 с.

3. Статья Skyrobot: Дрон с ИИ и ИК-датчиком, 2017 г. URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:Skyrobot:\\_%D0%94%D1%80%D0%BE%D0%BD\\_%D1%81\\_%D0%98%D0%98\\_%D0%B8\\_%D0%98%D0%9A-%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BC?cache=no&type=news#top](http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:Skyrobot:_%D0%94%D1%80%D0%BE%D0%BD_%D1%81_%D0%98%D0%98_%D0%B8_%D0%98%D0%9A-%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BC?cache=no&type=news#top) (дата обращения: 13.03.2018).

4. Статья ИТ в агропромышленном комплексе России, 2017 г. URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D0%A2\\_%D0%B2\\_%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%8B%D1%88%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%BC\\_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B5\\_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8#.D0.91.D0](http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D0%A2_%D0%B2_%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%8B%D1%88%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%BC_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B5_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8#.D0.91.D0)

9F.D0.9B.D0.90\_.D0.B2\_.D1.81.D0.B5.D0.BB.D1.8C.D1.81.D0.BA.D0.BE.D0.BC\_.D1.85.D0.BE.D0.B7.D1.8F.D0.B9.D1.81.D1.82.D0.B2.D0.B5\_(дата обращения: 13.03.2018).

5. Статья о Спутниковом мониторинге саранчи в Северной Африке, 2017 г. URL: <http://aboutdata.ru/2017/06/22/sattelites-vs-locusts/> (дата обращения: 13.03.2018).

6. Bryceson K.P. Locating locust infestation areas by satellite. In: Proc. 5th Australian Remote Sensing Conference, October 1990, 1990, pp. 581-584.

7. Despland E., Rosenberg J., and Simpson S.J. Landscape structure and locust swarming: a satellite' eye view. *Ecography*, 27, 2004, pp. 381–391.

8. Hamilton, J. G. and Bryceson, K. P. Use of enhanced GMS weather satellite data in locust forecasting. In: *Pest Control and Sustainable Agriculture*, CSIRO, Melbourne, 1993, pp. 444-448.

9. Tucker C.J., Hielkema J.U., and Roffey J. The potential of satellite remote sensing of ecological conditions for desert locust survey and forecasting. *International Journal of Remote Sensing*, 6, 1985, pp.127-138.

10. McGinnis D.F., Tarpley J.D. Vegetation cover mapping from NOAA/AVHRR. *Advances in Space Research*, 5 (6), 1985, pp. 359-369.

11. Franc A. Personal communication. CIRAD / Unite de Recherche d'Acridologie Campus International de Baillarguet (TA 40/D) 34398 Montpellier Cedex 5 - FRANCE, 2006

12. Концепция информационно-аналитической системы управления развитием города / Д.С. Парыгин, В.А. Камаев, Н.П. Садовникова, А.Ю. Миронов // *Инновационные информационные технологии: матер. Междунар. науч.-практич. конф., Прага, Чехия, 22–26 апр. 2013 г.* – М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2013. – Т. 4. – С. 205–213.

13. Барабанова Е.А., Мальцев Д.Б., Есауленко В.Н., Руденко М.Ф. Распределенная система контроля технологических объектов нефтегазовой промышленности на базе беспроводной сенсорной сети // *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика* – 2017. № 2. – С. 98–104.

### References

1. Use of radio-electronic systems for remote monitoring of agriculture for the purpose of detection and ensuring suppression of the fires / Kanashhenkov A.I., Tihonov A.I., Novikov S.V., Kulakova D.S. // *Moscow economic magazine*, 2016. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/primenenie-radioelektronnyh-sistem-dlya-distantsionnogo-monitoringa-selskogo-hozyaystva-s-tselyu-obnaruzheniya-i-obespecheniya>

2. Locust Kazakhstan, Central Asia and adjacent territories. Under. edition of Lachininsky A.V., Larami, 2002, p. 387.

3. Article Skyrobot: The drone with AI and the IR sensor, 2017. URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:Skyrobot:\\_%D0%94%D1%80%D0%BE%D0%BD\\_%D1%81\\_%D0%98%D0%98\\_%D0%B8\\_%D0%98%D0%9A-%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BCcache=no&ptype=news#ttop](http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:Skyrobot:_%D0%94%D1%80%D0%BE%D0%BD_%D1%81_%D0%98%D0%98_%D0%B8_%D0%98%D0%9A-%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BCcache=no&ptype=news#ttop)

4. Article IT in agro-industrial complex of Russia, 2017. URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D0%A2\\_%D0%B2\\_%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%8B%D1%88%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%BC\\_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B5\\_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8#.D0.91.D0.9F.D0.9B.D0.90\\_.D0.B2\\_.D1.81.D0.B5.D0.BB.D1.8C.D1.81.D0.BA.D0.BE.D0.BC\\_.D1.85.D0.BE.D0.B7.D1.8F.D0.B9.D1.81.D1.82.D0.B2.D0.B5](http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D0%A2_%D0%B2_%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%8B%D1%88%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%BC_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B5_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8#.D0.91.D0.9F.D0.9B.D0.90_.D0.B2_.D1.81.D0.B5.D0.BB.D1.8C.D1.81.D0.BA.D0.BE.D0.BC_.D1.85.D0.BE.D0.B7.D1.8F.D0.B9.D1.81.D1.82.D0.B2.D0.B5)

5. Article about Satellite monitoring of a locust in North Africa, 2017. URL: <http://aboutdata.ru/2017/06/22/sattelites-vs-locusts/>

6. Bryceson K.P. Locating locust infestation areas by satellite. In: Proc. 5th Australian Remote Sensing Conference, October 1990, 1990, pp. 581-584.

7. Despland E., Rosenberg J., and Simpson S.J. Landscape structure and locust swarming: a satellite' eye view. *Ecography*, 27, 2004, pp. 381–391.

8. Hamilton J.G. and Bryceson K.P. Use of enhanced GMS weather satellite data in locust forecasting. In: *Pest Control and Sustainable Agriculture*, CSIRO, Melbourne, 1993, pp. 444-448.

9. Tucker C.J., Hielkema J.U., and Roffey J. The potential of satellite remote sensing of ecological conditions for desert locust survey and forecasting. *International Journal of Remote Sensing*, 6, 1985, pp.127-138.

10. McGinnis D.F., Tarpley J.D. Vegetation cover mapping from NOAA/AVHRR. *Advances in Space Research*, 5 (6), 1985, pp. 359-369.
11. Franc A. Personal communication. CIRAD / Unite de Recherche d'Acridologie Campus International de Baillarguet (TA 40/D) 34398 Montpellier Cedex 5 - FRANCE, 2006
12. D.S. Parygin, V.A. Kamaev, N.P. Sadovnikova, A.Ju. Mironov. Concept of an information and analytical control system of development of the city. Publisher City: Prague, Czech Republic, Innovative information technologies, materials International scientific and practical conference, 2013, 205-213 p.
13. Barabanova E.A., Maltsev D.B., Esaulenko V.N., Rudenko M.F. The distributed control system of technological objects of the oil and gas industry on the basis of wireless touch network. Publisher City: Astrakhan, The Bulletin of the Astrakhan state technical university, Series: Management, computer facilities and informatics, 2017. No. 2, 98 – 104 p.

**Бестаева Наталия Викторовна**, магистрант  
**Султангалиева Джамиля Канатовна**, магистрант  
**Зубова Анастасия Дмитриевна**, магистрант

**Bestaeva Natalia Viktorovna**, master's degree student  
**Sultangalieva Djamilya Kanatovna**, master's degree student  
**Zubova Anastasia Dmitrievna**, master's degree student