

УДК 631.61:332.33

Енсебаева Р.С., Бектанов Б.К.

Казахский национальный аграрный университет

МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Аннотация

В статье описан порядок проведения мониторинга с помощью беспилотных летательных аппаратов дистанционного зондирования. Даны рекомендации по использованию мониторинга земель до (или непосредственно перед) посевной компанией, что способствует получению высоких урожаев и экономии времени. Более достоверные результаты получаются при непосредственном спектрометрировании почв под посевных культур, путем фотометрирования изображений.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, мониторинг земель, дистанционное зондирование, спектрометрирование, почва, земельные ресурсы.

Введение

Агропромышленный комплекс – сложная межотраслевая система, социально-экономический эффект функционирования которой характеризуется, прежде всего, степенью удовлетворения потребностей общества в продуктах питания и других товарах сельскохозяйственного происхождения.

Для дальнейшего развития аграрного производства в Казахстане необходимо обеспечить продовольственную безопасность страны в условиях глобализации, расширяющейся интеграции с мировой экономикой. При этом ключевым вопросом является повышение конкурентоспособности отечественного товаропроизводителя не только путем государственной поддержки, но главным образом за счет технологического перевооружения производства с максимальным использованием последних достижений аграрной науки. Несмотря на позитивные тенденции развития АПК, немало проблем, требующих безотлагательного решения. Сложившаяся в настоящее время система хозяйствования тормозит развитие производства, носит затратный характер, недостаточно стимулирует структурную перестройку, не в полной мере заинтересовывает производителей в развитии производства, а перерабатывающие предприятия - в комплексной переработке сырья.

Хаотичный характер хозяйственных связей, экономическая и правовая незащищенность сельскохозяйственных товаропроизводителей, неоправданно суженные каналы реализации сельхозпродукции, осложняют взаимодействие субъектов предпринимательства в сфере производства, переработки и реализации продукции АПК. Отрицательно сказывается значительное ухудшение экологии земель. В результате снизилась их продуктивность и отдача от применяемых технологий. В настоящее время нерациональное использование земельных ресурсов, истощение плодородия почв и деградация пастбищных земель, отсутствие сезонных пастбищ и водопой являются актуальной проблемой. Сельскохозяйственные посевы требуют оперативного мониторинга. Использовать для этих целей большую авиацию дорого и не всегда возможно. Космические снимки не всегда актуальны и имеют малую разрешающую способность. Пешие методы изучения состояния посевов тоже не вариант - слишком большие площади надо обследовать. В этом случае на помощь современному фермеру приходит беспилотная авиация (рисунок 1). С помощью современного беспилотного летательного

аппарата фермер может получить информацию - оперативно и достоверно. Это позволит принять верные управленческие решения в кратчайшие сроки. Вопросы мониторинга сельскохозяйственных угодий являются актуальным для хозяйств. Появление нового инструмента для этих целей предоставляет новые качественные возможности для решения этого вопроса. Важно отметить, что БПЛА - всего лишь один из элементов повышения эффективности земледелия. Без сведений об урожайности в предыдущие годы, без многолетних наблюдений, без данных анализа почвы выводы и правильную логику сельскохозяйственного производства выработать тяжело. Современные производители беспилотных летательных аппаратов выпускают картографические комплексы предназначенные для решения задач сельскохозяйственной отрасли. На современных БПЛА установлены камеры, проводящие съемку в различных диапазонах длин волн. Благодаря этому беспилотные комплексы могут использоваться для решения целого спектра задач, от вычисления биомассы до контроля над урожайностью. Таким образом, БПЛА останутся крайне важным инструментом в оценке эффективности работы сельскохозяйственных предприятий. В настоящее время многие землепользователи намеренно занижают свои площади, что бы меньше платить налог за землю, находящуюся у них в обороте. Чтобы таких ситуаций не было, следует производить мониторинг площади полей.



Рисунок 1 - Беспилотный летательный аппарат Геоскан

Беспорядочное стихийное использование земельных ресурсов привели к истощению плодородия почв, в некоторых регионах к деградации сельскохозяйственных земель. В связи с этим падает урожайность сельскохозяйственных культур, повышается затраты на их выращивания и себестоимость продукции [1].

Материалы и методы исследований

Использование традиционных методов полевого обследования территории и анализ почв с последующим составлением почвенной карты для потребителя занимает длительное время, т.е. к принятию решения сведения уже может быть устаревшей. В настоящее время, с помощью летательных аппаратов проводят мониторинг земель, то есть исследуемый объект фотографируют в оптическом диапазоне и определяют характеристику качественного состава почв по всходу посевных культур. Одним из возможных путей разделения информации о локальном изменении гумусности и влажности может быть совместный анализ зональных изображений при условии постоянства влияния на

яркость почв прочих факторов. Известно, что изменение влажности почв вызывает ахроматическое изменение яркости. Изменение гумусности носит хроматический характер, если в составе гумусовых веществ преобладают фульвокислоты. Однако гумус с преобладанием гуминовой кислоты воздействует на спектральную яркость почв аналогично влажности [2].

Следует ожидать, что совместный анализ разновременных снимков также позволит разделить информацию о гумусности и влажности – содержание гумуса сравнительно стабильно, влаги – переменна. Для изучения распределения влаги в почве проводят дистанционное зондирование с использованием инфракрасного излучения в диапазонах ($\lambda = 3\div 5$ мкм и $\lambda = 8\div 12$ мкм). Задача решается косвенным путем через зависимость радиационной температуры земной поверхности от влажности почвы. С помощью инфракрасной съемки получают экспресс информацию о распределении влажности почвенного покрова, вести систематический контроль функционирования оросительных систем. Глубина почвенного слоя, влажность которого определяется, зависит от длины волны и диэлектрических свойств почв [3].

Оперативная систематическая информация о влажности и температуре почв имеет важнейшее значение в прогнозировании урожайности сельскохозяйственных культур. В исследовании процесса засоления почв перспективным является использование радиотепловых съемок. Излучательная способность воды в открытых водоемах или в почвах изменяется в зависимости от степени минерализации. Причем зависимость различна в разных частях диапазона радиоволн. Поэтому следует ожидать, что многочастотная съемка позволит наблюдать за динамикой засоления почв на орошаемых землях.

Дистанционное зондирование с помощью БПЛА является наиболее эффективным средством изучения эрозионных процессов, особенно их динамики. Эродированные участки на фотоизображении выявляются по цвету изображения. Яркость вымытых почв и особенно коренных пород, как правило, выше яркости ненарушенного почвенного покрова. Это относится и к участкам, покрытым растительностью. Для выявления эрозионных участков важно правильно выбрать время съемки, так как от времени года зависит качество фотоизображения для определения эрозионно-опасных мест.

Важнейшим направлением сельскохозяйственного производства является культивирование травянистой растительности. В животноводстве большое значение имеет изучение и рациональное использование естественных кормовых угодий (рисунок 2). Систематическое наблюдение за состоянием растительности, принятие оперативных мер по улучшению состояния, прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур и естественных трав имеет большое хозяйственное значение. Наиболее эффективно перечисленные задачи могут решаться средствами дистанционного зондирования.

В изучении земельных ресурсов по материалам дистанционного зондирования с использованием БПЛА, в частности, в изучении почвенного покрова освоенных и подлежащих освоению земель значительную роль играет также растительность как индикатор почв.

В дистанционном изучении растительности можно выделить следующие основные направления:

- изучение естественных кормовых угодий;
- дешифрирование сельскохозяйственных культур, наблюдение за их развитием, прогнозирование урожайности;
- обнаружение заболеваний и повреждений растений.

Возможности дистанционного изучения растений обуславливаются главным образом различием их оптических свойств. Спектральный состав отразившегося от

растений солнечного излучения в интервале длин волн $\lambda = 0,4 \div 2,5$ мкм зависит в основном от интенсивности поглощения радиации хлорофиллом в видимой области и водой в средней инфракрасной зоне спектра, а также от интенсивности отражения, обусловленного особенностями гистологии листьев, в ближней инфракрасной зоне спектра $\lambda = 0,75 - 1,3$ мкм. Спектральная отражательная способность здоровых зеленых растений мало варьирует.



Рисунок 2 - Аэрофотоснимок

В видимой области спектра происходит наиболее интенсивная ассимиляция лучистой энергии растениями. Максимум поглощения приходится на интервалы $\lambda = 0,40 \div 0,47$ мкм в синей и $\lambda = 0,59 \div 0,68$ мкм в красной зонах спектра, а минимум отражения – в зеленой зоне спектра с экстремумом около $\lambda \approx 0,54$ мкм. Анализ спектральной отражательной способности растений в интервале $\lambda = 0,4 \div 2,5$ мкм и ее изменений во времени говорит о том, что при правильном выборе параметров многозональной съемочной системы и сроков съемки можно решить ряд практических задач по определению вида растений и их состояния [4].

Большое практическое значение имеют исследования возможности дистанционного изучения сельскохозяйственных культур, особенно зерновых, оценка их состояния и развития, прогнозирование урожайности. Один из способов прогнозирования урожайности зерновых основывается на оценке состояния растений и, в частности, на определении объема наземной части растений (биомассы) непосредственно по материалам дистанционного зондирования. Для этого участки посевов с различной биомассой должны различаться по спектральной отражательной способности. Содержание влаги в культурных растениях надежно коррелируется в инфракрасных зонах спектра. В видимой области спектра связь биомассы с яркостями заметно меньшая.

Дистанционное изучение естественных кормовых угодий выполняется с целью получения данных для общего планирования их эксплуатации и оперативного наблюдения за их состоянием и рационального использования. Для общей организации территорий пастбищ определяется их тип, культуртехническое состояние (закустаренность,

закочкаренность, подверженность эрозии), продуктивность, скорость восстановления после стравливания и другие характеристики. Эти задачи могут быть решены путем визуального анализа фотоизображения достаточно крупного масштаба. Конкретное значение масштаба определяется исходя из разрешения съемочной системы и размера элементов местности, подлежащих дешифрированию (кусты, кочки, промоины), если выполняется культуртехническая оценка пастбищ (рисунок 3).



Рисунок 3 - Ортофотоплан

Заключение

1. По результатам исследования даны рекомендации по использованию сельскохозяйственных земель по качественному состоянию, т.е. более плодородные земли с высоким баллом бонитета для выращивания ценных (зерновых) культур, а менее плодородные земли для выращивания менее ценных культур и так далее. Будут так же определены участки земель для сенокоса или пастбища, с использованием материалов дистанционного зондирования земель и спектрометров, т.е. земельные участки будут определены дифференцированно по видам угодий.

2. Предлагаемый метод дает возможность обрабатывать только те участки, которые пригодны для выращивания тех или иных культур. Остальные участки земель останутся не тронутыми, что дает возможность для восстановления плодородного слоя почвы. Для выполнения данной работы следует выполнить спектрометрию поверхности земельного участка с помощью специальных приборов спектрометров. Для определения качественного состояния почв необходимо сопоставить изображение поверхности земли с эталонными поверхностями с известной спектральной отражательной поверхностью, например, ровные пески или взять с контрольных точек пробу почв. Контрольные точки выбираются после проведения съемки поверхности земли и по спектру (цвету) определяют их координаты, затем с помощью спутниковой навигационной системы, например, GPS определяют их местоположение (координаты) на местности.

3. Предлагаемые методы рационального использования земельных ресурсов могут быть полезны всем организациям и предприятиям Государственных научно-производственных центров по землеустройству, Комитетам по земельным отношениям,

производственным кооперативам, товариществу с ограниченной ответственностью, крестьянским (фермерским) хозяйствам и др., занимающимся выращиванием и производством сельскохозяйственной продукции.

Преимущества: полнота и достоверность информации о состоянии земельных ресурсов; высокая степень определения качества плодородия почв (степень гумуса, влажности, засоленность, состав грунта и др.).

Литература

1. Бектанов Б.К., Татубаева А. Аэроғарыштық түсіріс материалдарын ауыл шаруашылығында пайдалану ерекшеліктері. Сб. материалов МНПК молодых ученых «Вклад молодых ученых в развитие аграрной науки», III том, 2015, с. 213-219.
2. Бектанов Б.К. Фотограмметрия. МОН РК, Алматы, Агроуниверситет, 2011, 158 с.
3. Лимонов А.Н., Гаврилова Л.А. Фотограмметрия и дистанционное зондирование. М., КолосС, 2016, 335 с.
4. L. Sylla, D. Xiong, H.Y. Zhang, S.T. Bangoura A. GIS technology and method to assess environmental problems from land use/cover changes: Conakry, Coyah and Dubreka region case study. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences. №15, 2012, 31-38.

Енсебаева Р.С., Бектанов Б.К.

АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ МАҚСАТТАҒЫ ЖЕРЛЕРДІҢ МОНИТОРИНГІНДЕ ПИЛОТСЫЗ ҰШУ АППАРАТТАРЫН ҚОЛДАНУ

Аңдатпа

Мақалада қашықтан бақылауға арналған пилотсыз ұшу аппараттарын пайдаланып мониторинг жүргізу кезегі жазылған. Уақытты үнемдеу және жоғарғы өнім алу үшін пайдалану жерлерін егістік науханына дейін немесе оның алдында мониторинг жүргізу бойынша ұсыныстар жасалған. Фотометриялық көріністер бойынша дақылдар егу аймағындағы топырақты тікелей спектрометрлеу арқылы сенімді нәтижелер алуға болады.

Кілт сөздер: пилотсыз ұшу аппараттары, жер мониторингі, қашықтан бақылау, спектрометрлеу, топырақ, жер ресурстары.

Yensebaeva R.S., Bektanov B.K.

MONITORING OF AGRICULTURAL LAND USES WITH THE USE OF UNBEILED FLYING APPARATUSES

Summary

The article describes the procedure for monitoring using unmanned aerial remote sensing aircraft. Recommendations are given on the use of land monitoring before (or immediately before) the sowing company, which accelerates the production of high yields and saves time. More reliable results are obtained by direct spectrometry of soils under crops, by photometric imaging.

Keywords: unmanned aerial vehicles, land monitoring, remote sensing, spectrometry, soil, land resources.

УДК 504.05: 556.53 (470.44)