

УДК 631.816
AGRIS U30

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/49/21>

ДИСТАНЦИОННЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА СОСТОЯНИЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

©**Бабаева А. Д.**, канд. с.-х. наук, Азербайджанский государственный аграрный университет,
г. Гянджа, Азербайджан, baygun@mail.ru

©**Гусейнов А. И.**, канд. с.-х. наук, Азербайджанский государственный аграрный
университет, г. Гянджа, Азербайджан, h.efqan@mail.ru

REMOTE OBSERVATIONS OF THE STATE OF AGRICULTURAL CROPS

©**Babaeva A.**, Ph.D., Azerbaijan State Agrarian University, Ganja, Azerbaijan, baygun@mail.ru

©**Guseinov A.**, Ph.D., Azerbaijan State Agrarian University, Ganja, Azerbaijan, h.efqan@mail.ru

Аннотация. Показаны этапы получения изображения отдельных полей, регионов и округов при помощи спутников с определенной цикличностью. Рассматривается возможность получения информации о состоянии угодий, в том числе идентификации культур, определения посевных площадей сельскохозяйственных культур и состояния урожая. В заключении делается вывод, что фитопатологический контроль с помощью съемочных средств является более эффективным, так как появляется возможность получить самое полное представление о границах распространения болезни. Это существенно упрощает процесс планирования и организацию работ по спасению урожая. Также это позволит сохранить в сельскохозяйственном обороте десятки тысяч гектаров высокопродуктивных земель.

Abstract. Shown are the stages of obtaining images of individual fields, regions and districts using satellites with a certain cyclicity. The possibility of obtaining information on the state of the land, including crop identification, determining the sown area of crops and the state of the crop, is being considered. In conclusion, it is concluded that phytopathological control using filming means is more effective since it becomes possible to get the most complete picture of the boundaries of the spread of the disease. This greatly simplifies the planning process and the organization of work to save the crop. It will also allow preserving tens of thousands of hectares of highly productive land in agricultural circulation.

Ключевые слова: почвы, ГИС, земельные угодья, растительность, аэрокосмические снимки, земледелие, сельскохозяйственное назначение, топографические карты, почвенные карты.

Keywords: soils, GIS, lands, vegetation, aerospace images, agriculture, agricultural purposes, topographic maps, soil maps.

Из всех компонентов природы растительность наиболее чувствительна ко всевозможным воздействиям, и поэтому с полным правом считается лучшим естественным показателем или, как говорят, индикатором состояния окружающей природной среды [1].

Методика исследования

Спутниковые данные используются для точного управления и мониторинга результатов ведения сельского хозяйства на различных уровнях. Эти данные могут быть использованы для оптимизации фермерского хозяйства и пространственно–ориентированного управления техническими операциями [2]. Изображения могут помочь определить местоположение урожая и степень истощения земель, а затем могут быть использованы для разработки и реализации плана лечения, для локальной оптимизации использования сельскохозяйственных химикатов.

Одной из важнейших задач дистанционного изучения сельскохозяйственных культур, особенно зерновых, является прогнозирование их урожайности. В решении этой задачи можно выделить два основных варианта [3].

Надо сказать, что спектральные характеристики и отражательная способность растений в целом зависят от оптических свойств листьев, стеблей и других элементов, от их ориентации и структуры. По мере развития растений увеличивается их биомасса, то есть в них накапливаются хлорофилл и другие пигменты, что, в свою очередь, приводит к изменению поглотительной и отражательной способностей посевов. Изменение спектров яркости сельскохозяйственных культур в процессе их вегетации при общих закономерностях происходит по-разному [4].

Так, коэффициент спектральной яркости всех растений почти одинаков в первый период вегетации. Кроме того, выяснилось, что отражательная способность зависит от объемной плотности фитоэлементов — посевы с разной вегетативной массой имеют разную спектральную яркость. Таким образом, по коэффициенту спектральной яркости можно оценивать физиологическое состояние растений, следить за их развитием, определять видовой состав этих сообществ, регистрировать очаги поражения, прогнозировать урожайность [5–7].

Объект исследования

Вследствие многих исследований растительности оптическими методами выяснилось, что на фотометрические признаки растений не влияют внешние и технические условия съемки. Проверка этого вывода была осуществлена на материалах многозональных съемок тестового участка на северо-западном склоне Малого Кавказа и Миль-Муганской равнины. (Рисунки 1–2) [1, 8].



Рисунок 1. Мониторинг районов посевные площади северо–западного склона Малого Кавказа с помощью дистанционного зондирования.



Рисунок 2. Мониторинг районов посевные площади Миль-Муганская равнина с помощью дистанционного зондирования.

И сегодня уже могут быть разработаны системы дистанционных методов и аппаратура для непрерывного контроля за состоянием сельскохозяйственных культур, как на территории отдельных регионов, так и в более крупных масштабах.

Одним из наиболее информативных параметров, характеризующих развитие растительного покрова и урожай, является индекс площади листьев с учетом лишь одной их стороны на единицу площади почвы. Поскольку поле отраженной радиации многих сельскохозяйственных культур образуется преимущественно за счет листьев, то особо важное значение приобретают исследования их оптических свойств и пространственной ориентации.

По прямым дешифровочным признакам большинство сельскохозяйственных культур, особенно близкие по структурным характеристикам, даже на крупномасштабных аэрофотоснимках опознаются неуверенно. Достоверность опознавания возрастает при визуальном анализе цветных изображений (Рисунок 3).

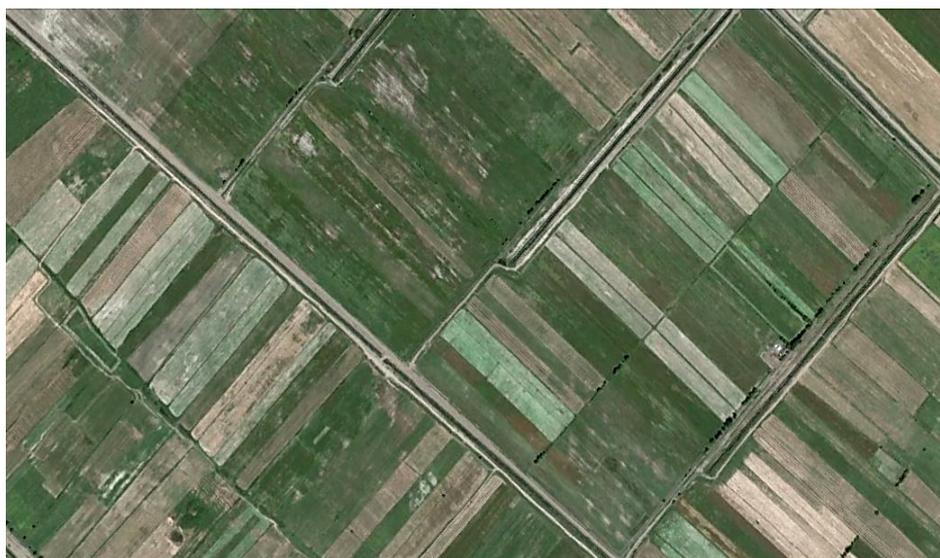


Рисунок 3. Мониторинг различных посевных площадей с помощью дистанционного зондирования.

Основными сельскохозяйственными приложениями дистанционного зондирования являются следующие:

растительность:

–классификация типа культур,
–оценка состояния посевов (мониторинг сельскохозяйственных культур, оценка ущерба),

–оценка урожайности;

почва:

–отображение характеристик почвы,
–отображение типа почвы,
–эрозия почвы,
–влажность почвы,
–отображение практики обработки почвы.

По мере уменьшения масштаба фотографирования или снижения разрешения съемочной системы происходит яркостная интеграция полей, остаются за пределами разрешения структурные особенности самих растений, их посадок (посевов). На мелкомасштабных аэрокосмических снимках единственным прямым признаком остается тон (цвет) изображения.

Из анализа спектральной отражательной способности культур видно, что тон широко зональных фотоизображений не может обеспечить одновременного распознавания всех культур с нужной достоверностью (90–95%).

От однозональной съемки переходят к многозональной. Спектральные признаки становятся основными. Достоверность опознавания большинства культур с их помощью при правильном выборе съемочной системы и условий съемки доходит до 75–95%. Однако некоторые культуры вследствие сезонного сближения их спектральных характеристик распознаются ненадежно. Одним из путей повышения достоверности распознавания таких культур является использование разновременных съемок. Конкретные сроки съемок определяются по результатам изучения сезонного хода спектральной отражательной способности близких по оптическим характеристикам культур и других объектов, появление которых в районе съемки возможно [4].

До момента максимального развития растений между этими индикаторами существует тесная взаимосвязь, и только при созревании сельскохозяйственных культур, когда начинает меняться цвет растительности, появляется новый индикатор (Рисунок 4).



Рисунок 4. Мониторинг посевных площадей к вегетационному периоду с помощью дистанционного зондирования.

Говоря об измерениях, которые были осуществлены учеными и исследователями в рамках эксперимента по распознаванию урожая на больших площадях, следует отметить, что они были выполнены на больших площадях, занятых посевами различных сельскохозяйственных культур — над полями пшеницы, кукурузы, и овса.

В этот период усиливается также поглощение радиации водой, содержащейся в листве. Во время увядания растительности уменьшается содержание хлорофилла и изменяется содержание и соотношение других пигментов.

Во время этого же эксперимента исследователям с помощью спутников удалось выявить повреждения насаждений непарным шелкопрядом, а также осенние повреждения пяденицей. С помощью космической съемки было проведено картирование полей хлопчатника (Рисунок 5).



Рисунок 5. Мониторинг посевные площади хлопчатника с помощью дистанционного зондирования.

Отсюда следует, что и по отношению яркостей можно проследить динамику развития сельскохозяйственных культур.

Основная выгода от применения дистанционных, в том числе и космических, методов наблюдения, как уже отмечалось, состоит в исключительной точности измерений без повышения расходов, связанных с наземным обследованием. Кроме того, они способствуют сокращению сроков проведения работ при снижении затрат. При помощи спутника на получение необходимой информации ныне затрачивается всего по несколько человеко-часов в декабре, феврале и марте, что конечно же несравнимо со временем, необходимым при проведении наземного обследования.

В этой связи интерес представляет опыт сравнительной классификации посевов пшеницы, кукурузы и некоторых других сельскохозяйственных культур по данным космических и наземных измерений, проведенный несколько лет назад. Он показал, что в мае — июне — в конце периода созревания для пшеницы и в начале — для кукурузы, данные наземных измерений обеспечивают более надежную информацию, чем космических, а в августе, когда период созревания кукурузы заканчивается, предпочтительнее оказывается космическая информация (Рисунок 6).

Другие снимки, отличавшиеся высоким пространственным разрешением, оказались наиболее пригодными для выявления мелких контуров. По инфракрасным снимкам четко дешифровалась береговая линия рек, водохранилищ (Рисунок 6).

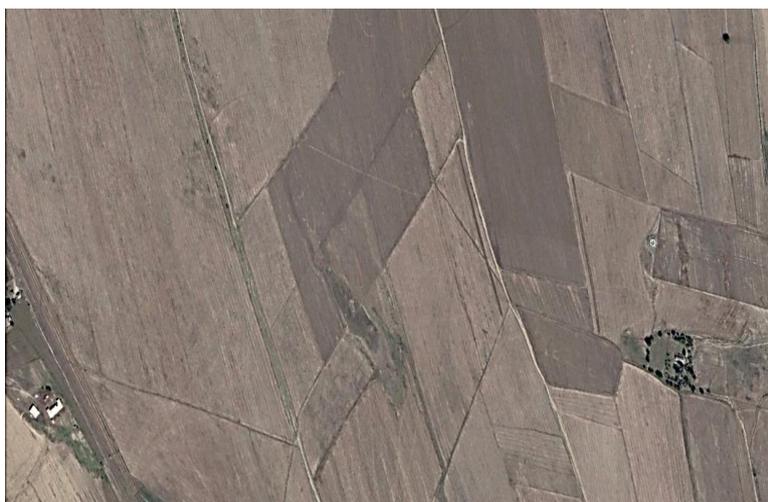


Рисунок 5. Мониторинг кукурузные посевные площади с помощью дистанционного зондирования.

Многозональные аэроснимки были использованы для дешифрирования основных типов почв и их границ. Эти результаты были использованы для уточнения почвенной карты. Многозональные съемки с годовым интервалом позволили выполнить исследования по динамике некоторых природных и экономических объектов. Полученный материал позволил начать составление единой межотраслевой программы комплексного использования космической информации [5].

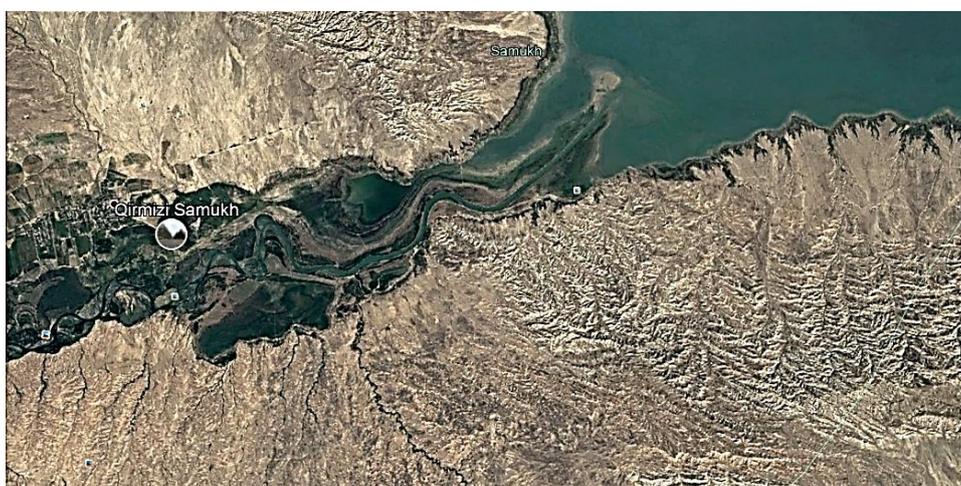


Рисунок 6. Мониторинг за рекой и водоемом с помощью дистанционного зондирования.

На основе многозональных аэрофотоснимков были оценены возможности распознавания разных видов возделываемых культур, определены структуры самих культур и состояние земель полигона. Эти работы позволили проанализировать возможность определения растений на многозональных аэрофотоснимках. Во время исследований были определены и виды древостоя, а также разработана методика создания топографических карт стереограмметрическим способом по снимкам разных каналов. Эти работы и их первые результаты свидетельствуют, что все материалы космических съемок и измерений были успешно применены в научных целях. Причем важно отметить, что определение всех этих данных было произведено значительно быстрее и обошлось дешевле, чем при непосредственном обследовании на местности, да и сами снимки позволили получить такую

качественно новую информацию о состоянии объектов и явлений, которую нельзя получить никакими другими средствами [6].

Для развития животноводства, занимающей пятое место в мире по количеству скота на душу населения, огромное значение имеет инвентаризация пастбищ, анализ состояния сенокосных угодий, прогноз кормовой базы на различные сезоны года. Дешифрирование спутниковой информации уже помогло выделить участки, перспективные для выращивания зерновых культур, овощей, фруктов, а кроме того, приковала внимание к участкам, затронутым эрозионными процессами (Рисунок 7).



Рисунок 7. Мониторинг эрозионных процессов с помощью дистанционного зондирования.

Такие исследования, конечно же, уже сегодня приносят ощутимые результаты. Однако они важны еще и потому, что дают возможность проводить практическую проверку соответствующей техники, в частности аппаратуры, и одновременно как бы определить направление ее дальнейшего развития, совершенствования.

Так было определено: чтобы быть экономически выгодными, обследования со спутника должны охватывать значительные площади. В перспективе же предполагается создание глобальных информационных систем дистанционных наблюдений, которые позволят прогнозировать рост и развитие культур в связи с применением удобрений, изменениями погоды, способностью почвы удерживать влагу, частотой поливов — словом, всем тем, что влияет на урожай.

Кроме получения чисто оперативной сельскохозяйственной информации, сейчас очень важно создать методику дистанционных измерений, чтобы поручить их в дальнейшем автоматическим спутникам [7].

В первом варианте, наиболее простом и быстром, прогнозирование основывается на одноразовом дистанционном изучении состояния посевов — определяется высота и плотность стеблестоя, т. е. объема биомассы. По биомассе судят о вероятном выходе зерна, полагая, что между биомассой и выходом зерна существует определенная взаимосвязь. В некоторых случаях такой вариант дает неплохие результаты. Но бывают и неудачные решения, когда указанная взаимосвязь нарушается вследствие, например, неблагоприятных для формирования колосьев и налива зерна погодных условий в определенные вегетационные периоды. Очевидно, что прогнозирование на основе одноразового

непосредственного изучения посевов может быть использовано, когда сама биомасса является выходным продуктом, например, при определении урожайности фуражных культур.

Основой второго варианта является математическое моделирование процесса развития культур. В моделях учитываются все основные факторы, формирующие урожай: почвы и их состояние, динамика погоды в период вегетации, фактическое состояние посевов при прохождении основных вегетационных стадий. Такие модели относятся к динамическим, функционирование которых базируется на регулярном поступлении информации о текущем состоянии посевов и погоды. Такая информация поставляется с ресурсных и метеорологических спутников. Большое значение в повышении достоверности прогнозов имеют авиационные технические и визуальные наблюдения за состоянием посевов, увлажненностью почвы, температурным режимом. Результаты таких наблюдений позволяют одновременно оперативно принимать меры к улучшению состояния посевов и защите растений. Поэтому прогнозирование в этом варианте будет также динамическим. Прогнозы периодически корректируют с учетом последних данных о текущем состоянии посевов и принятых агротехнических и агрохимических мерах по улучшению состояния. Прогнозируют также сроки вероятного созревания зерновых и определяют оптимальные сроки уборки. Такие прогнозы выдаются за три месяца до вероятного поспевания и корректируются через каждый месяц. Последний прогноз — за полмесяца до начала уборки.

При дистанционном изучении посевов возможность подсчета растений практически исключается. Изреженность посевов оценивается косвенно, через изменение интенсивности и спектрального состава отраженного излучения, обусловленное изменением доли участия компонентов системы почва-растительность — тени в формировании этого излучения.

Более достоверные эталонные значения получаются при непосредственном спектрометрировании посевов с различной изреженностью на тестовом участке. Заметим, что посева относятся к сложным геосистемам — полихроматическим. Спектральный состав излучения, отражающегося под разными углами относительно отвесного направления и направления на Солнце, будет меняться. Поэтому более полная информация может быть получена, например, по аэрофотоснимку тестового участка путем фотометрирования изображения [9].

Аналогично изучаются участки с различными поражениями, повреждениями и полеганием растений. Полегание растений существенно преобразует спектральную отражательную способность посевов. Почва практически полностью закрывается растениями. Спектральный состав отражающегося излучения формируется в значительной степени стеблями растений. Существенно изменяется структура поверхности, появляются по-разному фрагменты участков полегших посевов. На обычных широкозональных аэрофотоснимках такие участки уверенно опознаются по интегральному тону и своеобразной текстуре фотоизображения.

Аэрофотосъемка при известных достоинствах — документальности результатов регистрации, высоком линейном разрешении, достаточно тонкой передаче изменений яркости снимаемой поверхности — имеет в данном применении ряд недостатков: невысокая оперативность передачи информации, использование (одноразовое) дорогостоящих серебросодержащих материалов и др.

Развитие озимых зерновых культур контролируется, по крайней мере, три–четыре раза. В период всходов, до начала кущения, проверяют качество выполнения посевных работ, равномерность внесения удобрений (по однородности развития и цвета растений), засоренность посевов. По результатам обследования в этот период планируют выполнение агрохимических мероприятий — ранневесенние подкормки, обработку гербицидами.

Прогнозируют возможность полегания растений (по интенсивности формирования вегетативной массы) и соответственно необходимость обработки посевов ретардантами. Принимают решение о пересеве участков с погибшими или сильно изреженными посевами. Аналогичному контролю подвергаются всходы яровых культур.

Одно- двухразовые наблюдения посевов в середине вегетации позволяют проследить ход развития растений, наличие и степень их поражения болезнями, вредителями, повреждения неблагоприятными погодными условиями, засоренность. На основе собранной информации корректируют план мероприятий по текущей подкормке и защите растений, вносят уточнения в план распределения уборочной техники.

В предуборочный период контролируют состояние стеблестоя и равномерность созревания, выявляют участки полегших посевов, определяют долю таких участков в общем массиве.

Съемочные средства используют также при контроле качества выполнения агротехнических, агрохимических и других мероприятий, а также при изучении эффективности новых технических средств и технологических вариантов выполнения этих работ.

Важнейшим критерием оценки эффективности средств фитопатологического контроля является оперативность получения информации о вспышках заболеваний растений, поражении их вредителями. Только при достаточной оперативности может быть выполнена своевременная диагностика заболеваний (поражения) и приняты меры по сохранению урожая. Запоздавшая по организационным или техническим причинам информация может оказаться также полезной, но уже для оценки возможных потерь при прогнозировании урожайности.

Выбор параметров съемочной системы, определение частоты и времени дистанционных наблюдений выполняется на основании данных о развитии различных заболеваний и их проявлениях через изменение спектральной отражательной способности. Характер изменения выявляется путем сопоставления результатов систематического спектрометрирования больных и здоровых растений. При этом важно установить, сколь своевременно и какими средствами можно констатировать факт заболевания.

Существенное преимущество фитопатологического контроля с помощью съемочных средств перед традиционным наземным обследованием заключается в том, что здесь специалист может получить самое полное представление о границах распространения болезни. Это существенно упрощает процесс планирования и организацию работ по спасению урожая. Наведение в этом деле должного порядка позволит сохранить в сельскохозяйственном обороте десятки тысяч гектаров высокопродуктивных земель, расположенных преимущественно в наиболее освоенных окультуренных частях землепользования.

Список литературы:

1. Бабаева А. Д. Экологическая и экономическая оценка и мониторинг почв северо-западного склона Малого Кавказа. Баку. 2009. 344 с.
2. Бабаева А. Д. Гусейнов А. И. Оценка недвижимости. Баку. 2018. 128 с.
3. Мамедов О. Использование геопространственных данных в различных областях // Почвоведение и агрохимия. 2013. Т. 21. №2. С. 7-15.
4. Мамедов О. Ш., Годжаманов М. Х. Единая система координат как основа геодезического обеспечения // Почвоведение и агрохимия. 2013. Т. 21. №1. С.132-138.
5. Исмаилов А. И. Информационная система азербайджанских земель. Баку. 2004. 308 с.

6. Исмаилов А. И. База данных мониторинга почвы. Баку. 1997. 120 с.
7. Лялько В. И., Попов М. А., Иванов В. А., Кузнецов А. С. Перспективы развития морских и наземных стационарных опорных полигонов для геоэкологического мониторинга // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2009. №19. С. 19-35.
8. Гусейнов А. И. Факторы неоднородности структуры почвенного покрова. Баку. 2009. С. 144-149.
9. Замятин А. В., Афанасьев А. А., Кабрал П. Подход к анализу динамики ландшафтного покрова с использованием идентификации изменений и пространственного стохастического моделирования // Автометрия. 2015. №4. С. 40-52.

References:

1. Babaeva, A. D. (2009). Ekologicheskaya i ekonomicheskaya otsenka i monitoring pochv severo-zapadnogo sklona Malogo Kavkaza. Baku.
2. Babaeva, A. D. & Guseinov, A. I. (2018). Otsenka nedvizhimosti. Baku.
3. Mamedov, O. (2013). Ispol'zovanie geoprostranstvennykh dannykh v razlichnykh oblastiakh. *Pochvovedenie i agrokhimiya*, 21(2). 7-15.
4. Mamedov, O. Sh., & Godzhamanov, M. Kh. (2013). Edinaya sistema koordinat kak osnova geodezicheskogo obespecheniya. *Pochvovedenie i agrokhimiya*, 21(1). 132-138.
5. Ismailov, A. I. (2004). Informatsionnaya sistema azerbaidzhanskikh zemel'. Baku.
6. Ismailov, A. I. (1997). Baza dannykh monitoringa pochvy. Baku.
7. Lyalko, V. I., Popov, M. A., Ivanov, V. A., & Kuznetsov, A. S. (2009). Perspektivy razvitiya morskikh i nazemnykh statsionarnykh opornykh poligonov dlya geoekologicheskogo monitoringa. *Ekologicheskaya bezopasnost' pribrezhnoi i shel'fovoi zon morya*, (19), 19-35.
8. Guseinov, A. I. (2009). Faktory neodnorodnosti struktury pochvennogo pokrova. Baku. С. 144-149.
9. Zamyatin, A. V., Afanas'ev, A. A., & Kabral, P. (2015). Podkhod k analizu dinamiki landshaftnogo pokrova s ispol'zovaniem identifikatsii izmenenii i prostranstvennogo stokhasticheskogo modelirovaniya. *Avtometriya*, (4). 40-52.

*Работа поступила
в редакцию 17.11.2019 г.*

*Принята к публикации
20.11.2019 г.*

Ссылка для цитирования:

Бабаева А. Д., Гусейнов А. И. Дистанционные наблюдения за состоянием сельскохозяйственных культур // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. №12. С. 197-206. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/49/21>

Cite as (APA):

Babaeva, A., & Guseinov, A. (2019). Remote Observations of the State of Agricultural Crops. *Bulletin of Science and Practice*, 5(12), 197-206. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/49/21> (in Russian).