

УДК 631.6

З. Г. Алиев

ББК 41.4

*Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук***СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВ
СЕЛЬХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В
АЗЕРБАЙДЖАНЕ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ПРОДУКТОВ**

Приведенные в статье результаты анализа патентной и научной литературы посвященной аэрокосмическим методам контроля за состоянием земной поверхности, в том числе растительности и почв, дают основание полагать, что разработке методов, которые контролируют наземные методы и средства контроля, уделяется мало внимания.

Эффективность передовых водосберегающих технологий орошения и их дальнейшее развитие в стране связано: с разработкой и внедрением новейших достижений отечественной и мировой науки, техники и передового опыта для обеспечения высоких темпов производства и повышения их экономической эффективности; полным ростом производительности труда; повышением культуры земледелия; лучшим использованием производственных фондов; повышением качества ирригационных работ и повышением надежности применяемой техники

Ключевые слова: орошение, влажность почв, сельское хозяйство, Азербайджан, мелиорация, аэрокосмические методы.

Z. G. Aliev

*Associate professor, Ph. D. in agriculture***STATE OF KNOWLEDGE ON THE HUMIDITY OF SOILS
OF AGRICULTURAL PRODUCTION IN AZERBAIJAN TO
OBTAIN ECOLOGICALLY PURE PRODUCTS**

The article gives the results of the analysis of patent and scientific literature devoted to the aerospace methods of monitoring the state of the earth's surface, including vegetation and soils, suggest that the development of the methods that control the terrestrial methods and means of control, paid little attention.

Efficiency of advanced water-saving irrigation technologies and their further development in the country connected with the development and introduction of the latest achievements of domestic and world science, technology and best practices to ensure high rates of production and increase their economic efficiency; the complete growth of labour productivity, improvement of the culture of farming; better use of production assets; improving the quality of irrigation and increased reliability of the applied technology.

Key words: irrigation, soil moisture, agriculture, Azerbaijan, reclamation, aerospace methods.

Возрастающий рост населения в республике ставит задачи, обеспечения их продовольствием в т.ч. продуктами сельскохозяйственного производства.

Известно, что в Азербайджане, начиная с 50-ых годов прошлого столетия в широких масштабах осуществляется ирригационно-мелиоративное строительство, которое получило большой размах после 70-х годов. Год за годом наращивались темпы водохозяйственного строительства.

В результате этого:

- орошаемые площади возросли от 1200 тыс.га до 1400 тыс.га;
- суммарный водозабор увеличился на 9,8 млн.м³;
- площадь, охваченная коллекторно-дренажной сетью доведена до 400 тыс.га; (открытая коллекторно-дренажная сеть-273,0; закрытая-115,0 тыс.га; и вертикальный дренаж до 5 тыс.га.

заметно увеличился урожай сельскохозяйственных культур, Так например хлопка достиг 30,8 ц/га; зерновых-24,7ц/га и овощей –204 ц/га

Наряду с достигнутыми успехами в водохозяйственном строительстве, в перспективе следует выполнить следующие мелиоративные мероприятия:

- переустройство оросительной сети в отдельных районах республики;
- улучшение мелиоративного состояния земель;
- повышение водообеспеченности сельскохозяйственных культур;
- планировка земель;
- строительство малых водоемов;
- разработка и широкое внедрение систем водосберегающей малоинтенсивной техники и технологии орошения сельхозкультур;
- освоение (для нужд сельхозпроизводства) дополнительных площадей, путем внедрения горно-орошаемого земледелия;
- осуществление механизации и автоматизации процесса орошения сельхозкультур и т.д.
- применение прогрессивных методов и технических средств изучения состояния почв и получения экспресс-измерений агро-мелиоративных параметров и др. (в т.ч. аэрокосмические измерения)
- внедрения прогрессивной технологии по производству экологически чистой продукции и повышения урожайности

Следует отметить, что эффективность использования прогрессивной водосберегающей технологии орошения и дальнейшего его развития в республике состоит в том, чтобы разработать и внедрить в производство новейшие достижения национальной и зарубежной науки, техники и передового опыта в целях обеспечения высоких темпов производства и повышения их экономической эффективности, всемерного роста производительности труда, повышения уровня культуры земледелия,

наилучшего использования производственных фондов, улучшения качества поливных работ и повышения надежности применяемой техники.

В связи с возрастаниями техногенного загрязнения окружающей среды, возникает задача получения экологически чистой продукции сельскохозяйственного производства. Для этого нужна полная информация о состоянии почв, об их плодородии, об интенсивности загрязнения почв химическими элементами, пестицидами, радионуклидами, и т.п., а также зависимость этого загрязнения от гидрометеорологических условий. Так как почва-основное естественное средство производства продовольствия. Влажность и температура почвы - одни из главных физических свойств почвы, которые определяют их плодородие. Без наличия необходимого (потребного) количества воды в почве и соответствующей температуры с/х культуры не прорастают вообще.

Влажность почвы влияет на растворимость, перемещение и эффективность органических и минеральных удобрений, на степень загрязнения почвы пестицидами и другими продуктами техногенного происхождения, на то, на сколько с/х растения усвоят вредные для здоровья людей химикаты.

Текущая информация о влажности и температуре почвы в системе управления производством сельскохозяйственной продукции необходима, в первую очередь, для принятия оперативных решений при разработке экологически чистых технологий полива при выращивании с/х культуры культур с целью получения максимального урожая. Имеются в виду технологические решения (так например, агротехнические мероприятия) в вопросах основной и предпосевной обработки почвы, целесообразности и сроков сева с/х культур, норм и сроков полива и внесения минеральных удобрений и т.п.

Однако органы управления, наука, производство владеют далеко не полной оперативной информацией о влажности почв через нехватку необходимых методов и технических средств их получения в отрасли сельскохозяйственного производства страны. Кроме того, наиболее точно и оперативно можно было бы получить информацию о влажности и температуре почвы с помощью искусственных спутников, но эта информация ограничена только поверхностью земли или нескольких сантиметров верхнего слоя почвы. Далее при этом полученные из космоса данные, необходимо распознавать.

А это значит, необходимо градуировать датчики искусственных спутников земли. Чтобы это осуществить, необходимо иметь надежные

наземные экспресс-методы и технические средства получения информации о влажности и температуре почвы. Такая методика средства должна обеспечивать получение информации в глубинном разрезе (хотя, бы на глубину залегания корневой системы растений) и площади сельхозполя.

Наиболее известным методом получения данных о влажности почвы от ее поверхности до глубины 100-150 см, послойно через каждые 10 см, является темостатно-весовой (ТВ) метод. Он представляет возможность получить данные о влажности почвы для всей глубины залегания корней растений, которое ставит его вне конкуренции с аэрокосмическими методами, если речь идет об объективной информации в какой, то определенной точке сельхозполя. Но, если речь идет об относительном поверхностном увлажнении всего поля, то здесь уже ТВ метод, также как и любой другой наземный способ, не может конкурировать с аэрокосмическими методами и средствами получения этой информации. Вместе с тем, ТВ-метод имеет ряд недостатков, которые не способствуют тому, чтобы использовать его в качестве эталона при градуировке наземных и аэрокосмических приборов.

Кроме того, продолжительность процесса измерения влажности почвы составляет 1,5-2 дня. Это приводит к опозданию при принятии важных технологических решений, так как при значительных осадках или суховеях влажность почвы за это время может существенным образом измениться. Хотя, по ее усовершенствованию, разработок и внедрению быстродействующих экспресс-приборов для измерения влажности почв были проведены много исследований.

Однако предложенные до сих пор приборы (в т.ч. нейтронные влагомер ВНП-1, «Агротестер», сверхчастотный влагомер почвенных образцов СВП-5, измеритель параметров почв ВПГ-1 и др.) не нашли широкого распространения в силу следующих объективных причин. Так например: применение ВНП-1 требует установки на полях обсадных труб (металлических или пластмассовый), которые мешают междурядной обработке пропашных культур.

Сверхчастотный влагомер СВЧ-5 не способный полностью заменить ТВ-метод, поскольку для отбора почвенных образцов используется почвенный бур. Наиболее приспособленные к условиям использования в сельском хозяйстве «Агротестер» и ВПГ-1. Оба прибора имеют переносной датчик-бур, к которому подключают измерительный блок, а после измерений датчик и измеритель удаляют из поля.

«Агротестер» не выдерживает полевые испытания не смотря погрешность измерений через неточность измерений, в основу которого, положен метод измерения комплексного сопротивления почвы в переменном электрическом поле (так называемый кондуктометрический метод). Здесь датчики прибора устроены таким образом, что две круглые шнекообразные лопасти служат и средством погружения датчика на заданную глубину и средством измерения, т.е. конденсатором, в котором средой между обложками-лопастями является почва. А прибор ВПГ-1 показывает относительно приемлемые результаты испытания и рекомендован к внедрению на гидрометеорологических станциях странах СНГ еще в 80-90 годах. Тем не менее в силу других причин он тоже не нашел широкого распространения. Для определения влажности почвы по показаниям ВПГ-1 применяется довольно непростая методика. Для индикации показаний прибора применяется микроамперметр- прибор сам по себе неточный, легко повреждаемый в полевых условиях. Для широкого применения ВПГ-1 необходимо было значительно укрепить конструкцию датчика, упростить методику градуирования и измерения, а в измерительном блоке применить более надежную и точную цифровую индикацию показаний прибора.

Целью устранения вышесказанных недостатков в 2001 году данная конструкция было модифицирована на ВПГ-4Ц которая, превысил ТВ-метод по всем показателям, в том числе и по точности данных о влажности почвы на отдельном сельхоз поле (угодье). Среднеквадратичное отклонение при этом от данных темостатно-весового метода для ВПГ-4Ц составляло 1,5 %. Это на 0,5% точнее, чем показывает ВПП-1 и на 1,0% точнее ВПГ-1.

А добиться этого удалось благодаря тому, что в процессе измерения влажности применен новый способ измерения электрической емкости и влажности. Полагается, что основным способом получения наиболее объективных данных о влажности почвы, по мнению многих исследователей, является ТВ-метод.

Однако при этом, как правило, не учитывают то, что метод зондирования не отображает на измеряемом пространственно поля уровень влажности потому, что влажность почвы определяется не 10-см слое всего поля, занятого конкретной сельскохозяйственной культурой, а только в том образце почвы, который отбирается для анализа в 40-50 граммовую алюминиевую баночку.

В то же время прибор ВПГ-4Ц измеряет влажность в объеме почвы, который напоминает форму цилиндра, высотой 10 см и диаметром 60 см, а

это была бы проба весом, около 40-50 кг сухой массы. Надо полагать, что аналогичный недостаток фотооптического влагомера почвенных образцов и переносного ИК-влагомера ИРММ-106. Для того чтобы использовать оба прибора для измерения влажности необходимо вынимать пробы почвенным буром. Причем эти пробы недостаточного объема.

Преимущества ВПГ-4Ц заключается и еще в том, что ею можно также измерять и температуру почвы. Особенность этого метода заключается, том, что он более чувствителен к емкостной составляющей комплексной электропроводимости почвы, чем все известные до сих пор её предшественники.

Надо отметить, в настоящее время в хозяйствах и учреждениях сельскохозяйственного профиля ведется рутинная работа, направленная на сбор, обработку, сохранение и передачу информации об окружающей среде, состоянии почвы, растений и т.п., что требует материальных затрат и большого ручного труда, которое приводит к существенному увлечению стоимости информации.

Широкая автоматизация сельскохозяйственных работ с применением современных компьютерных технологий разрешила бы не только объемы ручных трудоемких работ, но снизить стоимость информации и, что особенно важно, существенным образом улучшить ее качество и оперативность.

Правда существуют и зарубежные дистанционные пункты как производства финской фирмы «Вайсала», автоматизированная метеорологическая станция общего израильско-американского производства и автоматизированная метеорологическая метеостанция НПО «Агат» и др.

Следует отметить, что ни одна из рассмотренных систем не полностью отвечает задачам и требованиям агрометеорологии, поскольку не предлагает реального датчика для измерения влажности почвы, без которого автоматизация измерений является малоэффективным.

Необходимо разработка и внедрение автоматизированных измерительных систем для сбора, обработки, хранения и передачи информации о состоянии почвы, связанные с решением комплекса проблем. Здесь самым важным является измерение динамики влагозапасов в почве. Но без решения проблем создания точноизмеряющего датчика влажности почвы все дело автоматизации измерение других параметров почвы в агромелиорации, что и особенно важного для условий горного земледелия в региона действительно окажутся малоэффективным.

При наличии датчиков влажности почвы уже становятся важными также датчики температуры, плотности, кислотности и др. параметров почвы.

Широкой автоматизации измерений агрометеорологических параметров почв может предшествовать создание и внедрение региональных дистанционных агрометеорологических информационно-справочных пунктов, которые позволят испытать датчики и измерительные системы, обрабатывать материалы с целью уменьшения трудоемкости и стоимости первичной информации о состоянии почв. Надо полагать, что далее режим работы этих пунктов, возможно легко автоматизировать с инфраструктурой наблюдательными метеорологическими зональными станциями.

В результате поиска решений проблем стало известно, что НПО «Селта», НПО «Агат», АНАКА АН АР, включили в комплект своей системы проект измерителя влажности почвы с применением перспективного метода инфракрасной (ИК) спектроскопии. Тем не менее, если взять даже тонкую пленку почвы толщиной несколько микрон, то она является абсолютно непроницаемой для ИК-лучей.

Возможно применение подхода, основанного на отражении ИК-лучей, но этот подход на данное время недостаточно исследован.

Действительно метод ИК спектроскопии можно применять не только для определения содержания разных веществ в составе смеси, но и во всех случаях он и для определения других необходимых параметров, также может применяется в варианте пропускания ИК-лучей через исследуемый объект.

Кроме того метод ИК-спектроскопии, относится к весьма дорогим и пригодным для лабораторных исследований, а не для разработки полевых экспресс-приборов и автоматизированных дистанционных устройств измерения влажности почвы. Однако по этому поводу, считается целесообразно принятие во внимание собственных мнений ряда ученых.

Результаты анализа этих исследований доказывают, что нет единой мысли (предложения) относительно принципов построения автоматизированных измерительных систем не только в агрометеорологии, но и гидрометеорологии в целом.

Наиболее совершенной, относительно методов и средств автоматизированного контроля гидромелиоративных параметров, на наш взгляд является финская фирма «Вайсала», которая предлагает потребителям некоторую автоматическую систему для наблюдения за состоянием многих элементов погоды на базе специализированного (метеорологического) компьютера. Однако система фирмы «Вайсала» является «закрытой», т.е. без

специального метеорологического компьютера датчики фирмы не могут быть использованы.

Кроме того, с целью решения подобных проблем, УкрНИГМИ было спроектирована автоматизированная система контроля параметров почвы, которая по многим признакам шире возможностей преобладает подобной разработки фирмы «Вайсала». Так как предлагаемая УкрНИГМИ система является открытой для любого датчика и может прямо подключиться к компьютерной сети через стандартной связь без дополнительных соединительных устройств.

Система позволит одновременно снимать и передавать данные из большого количества датчиков на расстояние до 10 км с помощью кабеля и до 100 км и более с использованием средства радиосистем. Кроме того градиуровочные параметры датчиков предусмотрено заносить в память ПЭВМ заранее для постоянного хранения и снимать данные с 200-300 датчиков за 1 секунду, а не вводить их перед измерением с помощью каждого отдельного датчика, как предлагает фирма «Вейсала».

Авторы предлагают, для комплектации автоматизированного агрометеорологического пункта датчики и измерительные устройства (собственного производства) со следующими параметрами:

- влажности воздуха (диапазон 25-100%, при температурах от -4 до +500с)
- влажность почвы (диапазон 4-40%, при температурах от 0 до +500С)
- температуры воздуха (диапазон от -50 до + 500 С);
- температуры почвы (диапазон от -25 до + 500 С);
- фотосинтетически активной радиации ФАР (диапазон 0,38-0,70 маМ) и прочие.

По описанию разработчика эти датчики и функциональные преобразователи « сигнал-напряжение» является универсальными, т.е. оно пригодно для применения, как в автоматизированных измерительных системах, так и в отдельных дискретных приборах. Кроме датчиков влажности и температуры почвы, датчиков температуры и влажности воздуха, датчика ФАР автоматизированный агрометеорологический пункт (ААП-1) включает многоканальный аналогово-цифровой преобразователь, соединенный с РС при помощи кабеля, или через радиоканал. Копьютер обеспечивает обработку и хранение агрометеорологической информации. Базовый ААП-1 комплектуется 16 датчиками.

В комплект ААП-1 включенные датчики влажности почвы для глубин 10, 20, 30, ..50 см (5 шт), датчики температуры почвы для глубин 10, 20, 30,..50 см (5 шт), датчики влажности воздуха (2 шт), датчики температуры воздуха (2 шт) и датчики для измерения суммарной и фотосинтетически активной солнечной радиации (ФАР)- 2 шт.

В зависимости от запросов потребителей количество каналов может быть увеличено до 64 и более для подключения любого количества датчиков. Это не будет мешать работе ААП, поскольку быстроедействие его такое, что разрешает «опросить» до 200-300 датчиков на протяжении 1 секунды.

Наряду с вышеизложенными методами, и существует аэрокосмические методы определения влажности и температуры почвы.

По результатам проведенной нами анализа патентной и научно-технической литературы, посвященной аэрокосмическим методам контроля состояния поверхности земли, в частности растительности и почвы дает основания утверждается, что при разработке методов такого контроля наземным методам и средствам контроля отводится мало внимания.

Разработанные в этом направлении модели оценки состояния расстояния растений и почв по спутниковым данным, которые базируются преимущественно на законах оптики, термодинамики и других физических законах, всегда будут требовать экспериментальной проверки в наземных условиях. А для этого необходима надежная наземная сеть контроля состояние растений и почв. Однако, при этом возникают очень сложные и тем не менее, важные проблемы, связанные с особенностями аэрокосмических и наземных методов.

Первая особенность: очень отличаются раздельная способность (область охват) объекту аэрокосмическими датчиками и наземными средствами. Так, если датчики спутников земли охватывают площадь земной поверхности, которая имеет форму кола диаметром от десятки метров до несколько километров, то термостатное - весовой метод может характеризовать комочек земли диаметром до 3-4 см, в то же время датчики ВПГ- 4ц действуют в поле, которая имеет форму кола диаметром 60 см и больше. Полагается, что если для космических датчиков за раздельную способность принять круг диаметром 10 га, то объем выборки относительно влажности поверхности почв для датчиков спутников будут составлять $7,85 \cdot 10^7$ см², для ВПГ-4ц – $2,826 \cdot 10^3$ см² , а для ТВ-метода - лишь 7,1 см². Имеется пока один эффектный, способ учесть эту особенность, это увлечение на площади числа повторений измерений приборов ВПГ-4ц и, в

особенности, определений влажности почв ТВ-методом. С другой стороны, с помощью аэрокосмических методов нельзя получить распределение температуры и влажность почвы на глубинах до 1-1,5 м. В этом случае они, пока что не могут заменить наземные средства получения информации о влажности и температуре почвы.

Вторая особенность: Аэрокосмические данные, как правило, не совпадают с наземными во времени и пространстве. Известно, что траектория спутников часто не совпадает с местоположением существующей сети гидрометеорологических станций и пунктов, которые ведут наземные наблюдения за состоянием атмосферы, растений и почв. Сроки агрометеорологических наблюдений также, чаще всего, не совпадают с течением времени прохождения искусственных спутников над местоположением станций и пунктов. Чтобы учесть эту особенность есть два способа:

1) если хорошо изученные микроклиматические особенности территории суточный ход агрометеорологических показателей, нужно вводить соответствующие поправки в данные наземных наблюдений.

2) по трассе прохождения искусственного спутника заранее разместить передвижные агрометеорологические пункты с учащенными, чем на гидрометеорологических станциях сроками наблюдений. Такие пункты разрешает не только более точно привязать наземные наблюдения к аэрокосмическим данным, но могут служить новой, очень эффективной технической базой для микроклиматических исследований территории.

Третья особенность: Разные физические принципы, положенные в основу наземных и аэрокосмических средств измерения. В аэрокосмических методах и средствах измерения используются несколько способов измерения параметров подстилающей поверхности земли. Это регистрация отраженной радиации в видимой части спектру, в инфракрасному (ИК) диапазоне и в высокочастотном радиодиапазоне, а также фиксация естественного гамма-излучения поверхности земли. В приборе ВПГ-4ц применен кондуктометрический способ измерения емкости почв в переменном электрическом току. ТВ-метод основан на взвешивании высушивании и определении количества испаренной воды. Каждый из трех вышеупомянутых методов имеет свои преимущества и недостатки. Преимущества аэрокосмических методов состоят в том, что они быстродействующие и охватывают большие территории. Но они еще имеют недостатки в том, что с помощью их нельзя получить распределение агрометеорологических показателей в глубинном разрезе до 1-1,5 м, что, что

есть преимуществом наземных средств. Прибор ВПГ-4ц имеет тот перевес перед ТВ-методом, что он характеризует пробу почв объемом 28 литров, а ТВ-метод – лишь 22 миллилитра. ТВ-метод кроме названных выше недостатков имеет свое основное преимущество перед ВПГ-4ц и аэрокосмическими методами. Его преимущество состоит в том, что он прямой метод и служит средством градуирования, как почвенных влагомеров, так и аэрокосмических средств измерения влажности почв. Однако попытка градуировать космические датчики лишь с помощью ТВ-метода может быть безуспешной, если не использовать ВПГ-4ц как промежуточное средство. Таким образом, нужно такое соотношение в использовании всех тех методов, чтобы можно было получать наиболее объективную информацию о влажности почв.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев З.Г. Методические указания по применению технологии импульсного капельного орошения в Условиях Азербайджана. Азербайджанский инженерно-строительный Университет, 1999, 39 с.
2. Алексеев А.С., Дементьев В.Н. и др. – В кн. : Космические методы изучения природной среды. Новосибирск. 1983. 1983. стр. 115-125.
3. Вериго С.А. Методика составления прогноза запасов продуктивной влаги и оценка влагообеспеченности зерновых культур. – В кн.: Сборник методических указаний по анализу и оценке агрометеорологических условий. – Л. Гидрометиздат, 1977, С. 143-164.
4. Грушка И.Г. Нови методи засоби агрометеорологичних вимірювань і вимірювання гідрометеорологічного забезпечення землеробства. Матеріали наради-семинару «Обмін досвідом гідроагрометеорологічного забезпечення сільськогосподарського виробництва у сучасних умовах», 15-20 жовтня 2001 р.м. Ялта, Український ГМЦ, Київ, 2001., с 43-54
5. Дистанционное зондирование: количественный подход/ перевод с англ., под ред. Член кор. АН СССР. А.С.Алексеева.- М.:Недра, 1983.
6. Степанов В.Н. Биологическая классификация сельскохозяйственных растений полевой культуры. – Изв. ТСХА, вып. 2, 1957, с 5-29.
7. Федосеев А.П. Агромеханика и погода. – Л.: Гидрометиздат, 1976, 240 с.
8. Дмитренко В.П., Грушка И.Г. Измеритель параметров грунтов ВПГ-4ц. Патент. № 27798. Украины. ВУГ НПЦ СМСи ЗПП. От 04.03.2004.
9. Комплексные методы обработки аэрокосмической фотоинформации для выявления особенностей строения земной коры / А.Л.Яшин, Л. Зятыкова, В.Н.Шарапов и др.- в кн.: Космические методы изучения природной среды. Новосибирск, 1983, 11-24 с
10. Использование дистанционных методов для выделения перспективных площадей в пределах слабоизученных территорий./ В.Я. Ероменко., А.И.Прокопенко.- В кн.-

- Геологические формации Сибири и их рудоносность. Томск, ТТУ, 1983, вып.2. стр. 124-133
11. Лорен Е.Н. Аппроксимация и оптимизация. - М.: Мир, 1975.
 12. Микитюк А.В., Кажаров В.М., Шугай П.Ю. Предпосылки создания электронных влагомеров почв. УДк 532.5. Сб.Трудов Кубанского Государственного аграрного Университета. Кубань-2007, стр. 97-103.
 13. Павлов И.И. Аналитическая геометрия. - М.: Физматгиз, 1980.
 14. Хедли Д. Нелинейное и выпуклое программирование. Изд-во «Наука». Москва-1997. 198 с.
 15. Яшин А.Л., Зятыкова Л.К и др. Комплексные методы обработки аэрокосмической фотоинформации для выявления особенностей строения земной коры / - в Кн.: Космические методы изучения природной среды. Новосибирск, 1983, стр. 11-24.

REFERENCES

1. Aliev Z.G. *Metodicheskie ukazaniia po primeneniiu tekhnologii impul'snogo kapel'nogo orosheniia v Usloviakh Azerbaidzhana* [Guidelines for use of the technology of pulse drip irrigation in Conditions of Azerbaijan]. Azerbaijan, 1999. 39 p.
2. Alekseev A.S., Dement'ev V.N. *Kosmicheskie metody izucheniia prirodnoi sredy* [Space methods for studying the natural environment]. Novosibirsk, 1983. pp.115-125.
3. Verigo S.A. *Metodika sostavleniia prognoza zapasov produktivnoi vlagi i otsenka vlogoobespechennosti zernovykh kul'tur* [The Methodology of the forecast of the productive moisture and assessment of humidity of grain crops]. Leningrad, 1977, pp.143-164.
4. Grushka I.G. *Novi metodi zasobi agrometeorologichnikh vimiriuvan' i pimaniiia gidrometeorologichnogo zabezpechennia zemlerobstva* [The new method means agrometeorological means of ensuring the security of agriculture]. Kiev, 2001. pp.43-54.
5. *Distantionnoe zondirovanie: kolichestvennyi podkhod* [Remote sensing: the quantitative approach]. Moscow, Nedra., 1983.
6. Stepanov V.N. Biological classification of agricultural plants in the field of culture. *Izvestia TSKhA - News of TSKhA*, 1957. no.2. pp.5-29 (in Russian).
7. Fedoseev A.P. *Agromekhanika i pogoda* [Agromechanics and weather]. Leningrad, Gidrometizdat., 1976. 240 p.
8. Dmitrenko V.P., Grushka I.G. *Izmeritel' parametrov gruntov VPG-4ts* [Measuring the parameters of the soil VPG-4c]. Patent. № 27798. Ukrainy.
9. Iashin A.L., Ziatykova L., Sharapov V.N. *Kompleksnye metody obrabotki aerokosmicheskoi fotoinformatsii dlia vyivleniia osobennostei stroeniia zemnoi kory* [Complex methods of processing of aerospace photoinformation to reveal the peculiarities of the structure of the earth's crust]. Novosibirsk, 1983, pp.11-24.
10. Eromenko V.Ia., Prokopenko A.I. *Ispol'zovanie distantionnykh metodov dlia vydeleniia perspektivnykh ploshchadei v predelakh slaboizuchennykh territorii* [The use of remote sensing techniques for selection of prospective areas within frontier regions]. Tomsk, TТУ., 1983, pp. 124-133.
11. Loren E.N. *Approksimatsiia i optimizatsiia* [Approximation and optimization]. Moscow, Mir., 1975.

12. Mikitiuk A.V., Kazharov V.M., Shugai P.Iu. *Predposylki sozdaniia elektronnykh vlagomerov pochv* [Prerequisites for creation of electronic hygrometers soils]. *Sb. Trudov Kubanskogo Gosudarstvennogo agrarnogo Universiteta* [Collected proceeding Kuban State agrarian University]. Kuban, pp.97-103.
13. Pavlov I.I. *Analiticheskaia geometriia* [Analytic geometry]. Moscow., Fizmatgiz, 1980.
14. Khedli D. *Nelineinoe i vypukloe programmirovaniie* [Nonlinear and convex programming]. Moscow, Nauka. 198 p.
15. Iashin A.L., Ziatykova L.K i dr. *Kompleksnye metody obrabotki aerokosmicheskoi fotoinformatsii dlia vyivleniia osobennostei stroeniia zemnoi kory* [Complex methods of processing of aerospace fotoinformation to reveal the peculiarities of the structure of the earth's crust]. Novosibirsk, 1983, pp.11-24.

Информация об авторе

Алиев Закир Гусейн оглы (Азербайджан, г. Баку) – Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук, академик МАЭП. Заведующий отделом разработки, создания и внедрения водосберегающей техники полива. Институт Эрозии и орошения НАН Азербайджанской Республики. E-mail: zakirakademik@mail.ru

Information about the author

Aliev Zakir Gusein ogly (Azerbaijan, Baku) – Associate Professor, Ph.D. of agricultural sciences, academician of the IAEP. Head of the Department of Development, creation and introduction of water saving irrigation technologies. Institute of Erosion and irrigation of the NAS of the Republic of Azerbaijan. E-mail: zakirakademik@mail.ru