

**О некоторых научно-практических аспектах вовлечения в оборот
мелиорированных сельскохозяйственных земель.**

Чесноков Ю.В.¹, Гулюк Г.Г.², Янко Ю.Г.¹, Петрушин А.Ф.¹

¹Агрофизический научно-исследовательский институт

²ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова

Климатические изменения существенно влияют на физические свойства почв в зоне осушения мелиорированных земель Российской Федерации, в частности меняется их водопроницаемость, что оказывает влияние на эффективность работы закрытых осушительных систем, особенно наблюдаются негативные его последствия при отводе стоков с осушенных закрытым трубчатым дренажом полей во время выпадения ливневых осадков. Дистанционное обследование объектов мелиорации сельскохозяйственного поля позволяет получить информацию о водно-воздушном режиме почв, сроках прекращения сбросов воды с осушаемых территорий, аккумуляции дренажного стока, позволяет определять время дополнительного увлажнения, оперативного отвода избыточной влаги при паводковых ситуациях. Также, дистанционно возможно определить техническое состояние некоторых отдельно расположенных гидротехнических сооружений мелиоративных систем

Ключевые слова: закрытый трубчатый дренаж, осушительная мелиорация, реконструкция мелиоративной сети, дистанционный мониторинг.

On some scientific and practical aspects of involving reclaimed agricultural lands into circulation.

Chesnokov Yu.V.¹, Gulyuk G.G.², Yanko Yu.G.¹, Petrushin A.F.¹

¹Agrophysical Research Institute

²FGBNU VNIIGiM them. A.N. Kostyakova

Climatic changes significantly affect the physical properties of soils in the drainage zone of reclaimed lands of the Russian Federation, in particular, their water permeability changes, which affects the efficiency of closed drainage systems, especially its negative consequences are observed when draining runoff from drained by closed tubular drainage fields during rainfall. precipitation. A remote survey of objects of melioration of an agricultural field allows obtaining information on the water-air regime of soils, the timing of the termination of water discharges from drained areas, the accumulation of drainage runoff, allows you to determine the time of additional moisture, prompt removal of excess moisture in flood situations. Also, remotely it is possible to determine the technical condition of some separately located hydraulic structures of reclamation systems

Key words: closed tubular drainage, drainage reclamation, reconstruction of the reclamation network, remote monitoring.

Изменение климата земли существенно влияет на агрофизику почв в зоне осушения мелиорированных земель Российской Федерации, в частности меняется их водопроницаемость. Примером такого изменения служит повышение температуры воздуха в зимний период, что заметно снижает глубину промерзания почвы в Нечерноземной зоне (в среднем со 100-120 см до 45-70 см) и, как следствие, происходит ограничение криогенного восстановления вертикального порового пространства, играющего важную роль в формировании общей водопроницаемости почвенной толщи [3]. Этот факт оказывает влияние на эффективность работы закрытых осушительных систем, особенно наблюдаются негативные его последствия при отводе стоков с осушенных закрытым трубчатым дренажом полей во время выпадения ливневых осадков. Задачу уменьшения рисков выращивания сельскохозяйственных культур на осушенных мелиорированных землях при изменяющемся климате земли, на научной основе, решают в Агрофизическом научно-исследовательском институте, которому в 2022 году исполнилось 90 лет [1].

Поскольку нового строительства мелиоративных осушительных систем в Нечерноземной зоне РФ за последние 30 лет практически не проводилось, то все внимание было обращено на их ремонт. Однако, при выполнении ремонтно-восстановительных работ, достичь проектную норму осушения не всегда возможно, особенно на объектах осушения, построенных способом строительства закрытого трубчатого дренажа, так как во время их проектирования и строительства действовали нормы, не учитывающие изменения климата, наступившие сегодня. Но не следует винить только погоду, много проблем в сложившейся ситуации у мелиорации земель из-за постановки и решений организационных вопросов. Например, когда срок гарантированной эксплуатации объекта мелиорации уже заканчивается, приходит время реконструкции объекта или его списания, чтобы провести новое строительство, поскольку ремонт такого сооружения сложно обосновать. Однако землепользователь, как правило, продолжает вкладывать средства (бюджетную субсидию) в ремонт уже полностью изношенного объекта мелиорации, не имея на то законных оснований. В Агрофизическом институте начата научная работа, которая должна повлиять на сложившуюся ситуацию в ремонте отслужившего свой срок трубчатого дренажа и предоставить рекомендации по его восстановлению хотя бы до первоначальных проектных параметров. Изучение возможностей восстановления работоспособности дрен по отводу избыточной влаги закрытым трубчатым дренажом с истекшим гарантированным сроком его эксплуатации и заилением трубчатых дрен более 80% их поперечного сечения является целью указанных выше научных исследований. Теоретические исследования процессов разрушения и транспортировки иловых отложений в трубчатой полости дрены к ее устью, проверенные на моделях и на специально разработанном и изготовленном исследовательском стенде АФИ, позволили наладить в АФИ изготовление фрезерных рабочих

органов для дренопромывочных машин, предназначенных для ремонтно-эксплуатационного обслуживания и восстановления работы неисправного трубчатого дренажа [4].

Согласно правилам эксплуатации осушительных мелиоративных систем Российской Федерации обследование таких систем является одним из основных мероприятий, которое необходимо проводить в установленном порядке. Однако в силу различных причин эта работа землепользователями не выполняется на должном уровне, что в конечном итоге приводит к появлению бросовых земель и их повторному заболачиванию.

Использование методик дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) в системе точного земледелия, которое в Агрофизическом институте в последнее десятилетие является основным, позволило обратить внимание на вопросы обследования мелиорированных земель и определения технического состояния дренажных мелиоративных систем дистанционными способами. ДДЗ представляет собой процесс получения информации без непосредственного физического контакта с изучаемым объектом при помощи специальных приборов, регистрирующих отраженные и излучаемые земной поверхностью электромагнитные волны. Измеряя собственное или отраженное излучение сельскохозяйственного поля (в основном это излучение в оптическом или радиолокационном диапазонах), можно определить показатели посевов, почв и оценить техническое состояние мелиоративных систем. Дистанционное обследование объекта мелиорации сельскохозяйственного поля позволяет получить информацию о водно-воздушном режиме почв, сроках прекращения сбросов воды с осушаемых территорий, аккумуляции дренажного стока, позволяет определять время дополнительного увлажнения, оперативного отвода избыточной влаги при паводковых ситуациях. Также, дистанционно возможно определить техническое состояние некоторых отдельно расположенных гидротехнических сооружений мелиоративных систем. Опыт обследования мелиорированных земель по действующим методикам позволяет сделать вывод о том, что детально можно определить только локальные неисправности осушительной мелиоративной системы. Более точно выявить участок и конкретное место, где появилась неисправность в мелиоративной системе с точностью координат до нескольких см, возможно дистанционно и более достоверно. Достигается это с помощью фотоизображений, полученных беспилотным летающим аппаратом (БПЛА) в различных световых диапазонах всей мелиоративной системы, включая дренажи, мелиорированное поле, транспортирующие каналы, водоприемники и другие объекты. Предлагаемые подходы к обследованиям дистанционными способами, которые разрабатываются и апробируются в Агрофизическом научно-исследовательском институте, позволяют предложить владельцам мелиоративных систем алгоритмы, сокращающие время и ручной труд инженеров-мелиораторов. Кроме этого, они делают возможным получать более достоверные данные и составлять дефектные ведомости для ремонта объектов мелиорации. Разработки института по обследованию работы

объектов мелиорации сельскохозяйственных земель с помощью беспилотных воздушных судов уже нашли новое применение при проектировании, ремонте и новом строительстве, а методические рекомендации, разработанные в институте в 2019 году, используются в производстве [5].

ОБЪЕКТЫ, СРЕДСТВА И МЕТОДЫ

Научно-исследовательские и технические работы по мониторингу и оценке мелиоративного состояния полей и технического состояния мелиоративных систем проводятся на опытных полях Агрофизического института в Меньковском филиале (Ленинградская область, Гатчинский район, д. Меньково). Общая площадь осушенных мелиорированных полей составляет 538 га., координаты центра Меньковского филиала $59^{\circ}25'$ с. ш. $30^{\circ}01'$ в. д. Также, по заказам землепользователей, проводятся обследования мелиорированных земель в ряде хозяйств Ленинградской области, в основном ЗАО «Приневское» во Всеволожском районе с целью обнаружения неисправностей работы дренажей.

Для получения ДДЗ о состоянии объектов мелиорации, в Агрофизическом институте используется несколько комплексов БПЛА с фотокамерами, в том числе квадрокоптер «Геоскан 401» с установленными на борту цифровыми двумя камерами Sony RX-1 и Sony A6000 видимого и ближнего инфракрасного диапазонов. Обработка полученных фотоснимков выполняется с помощью программного обеспечения Agisoft Photoscan. Квадрокоптер «Геоскан 401» позволяет получать дистанционно достоверную информацию о работе и состоянии некоторых отдельных элементов гидротехнических сооружений мелиоративной сети.

Процесс получения данных дистанционного зондирования, с помощью автоматизированного БПЛА, состоит из трех основных этапов:

1. *План полета.* Специальное программное обеспечение планирования полетов GeoScan Planner позволяет обозначить границы поля, которое необходимо обследовать (например, на картах Google Earth), задать необходимое разрешение конечного снимка, после чего план полета будет создан автоматически. В результате созданный план загружается в БПЛА.
2. *Полет и съемка.* В данной комплектации этот этап полностью автоматизирован. Достаточно просто запустить БПЛА на созданный маршрут, и система будет автоматически делать снимки с помощью бортовых камер и датчиков в процессе полета. Для выполнения съемки квадрокоптер «Геоскан-401» использует координаты GPS. Основное необходимое условие съемки - достаточное перекрытие снимков.
3. *Предварительная обработка изображений.* Программное обеспечение Agisoft PhotoScan позволяет из мозаики полученных фотоизображений автоматически составить ортофотоплан исследуемых полей в формате Geotiff (рисунок 1) и 3D цифровую модель поверхности этих же полей. (рисунок 2)



Рисунок 1 Ортофотоплан опытных полей Меньковского филиала АФИ.

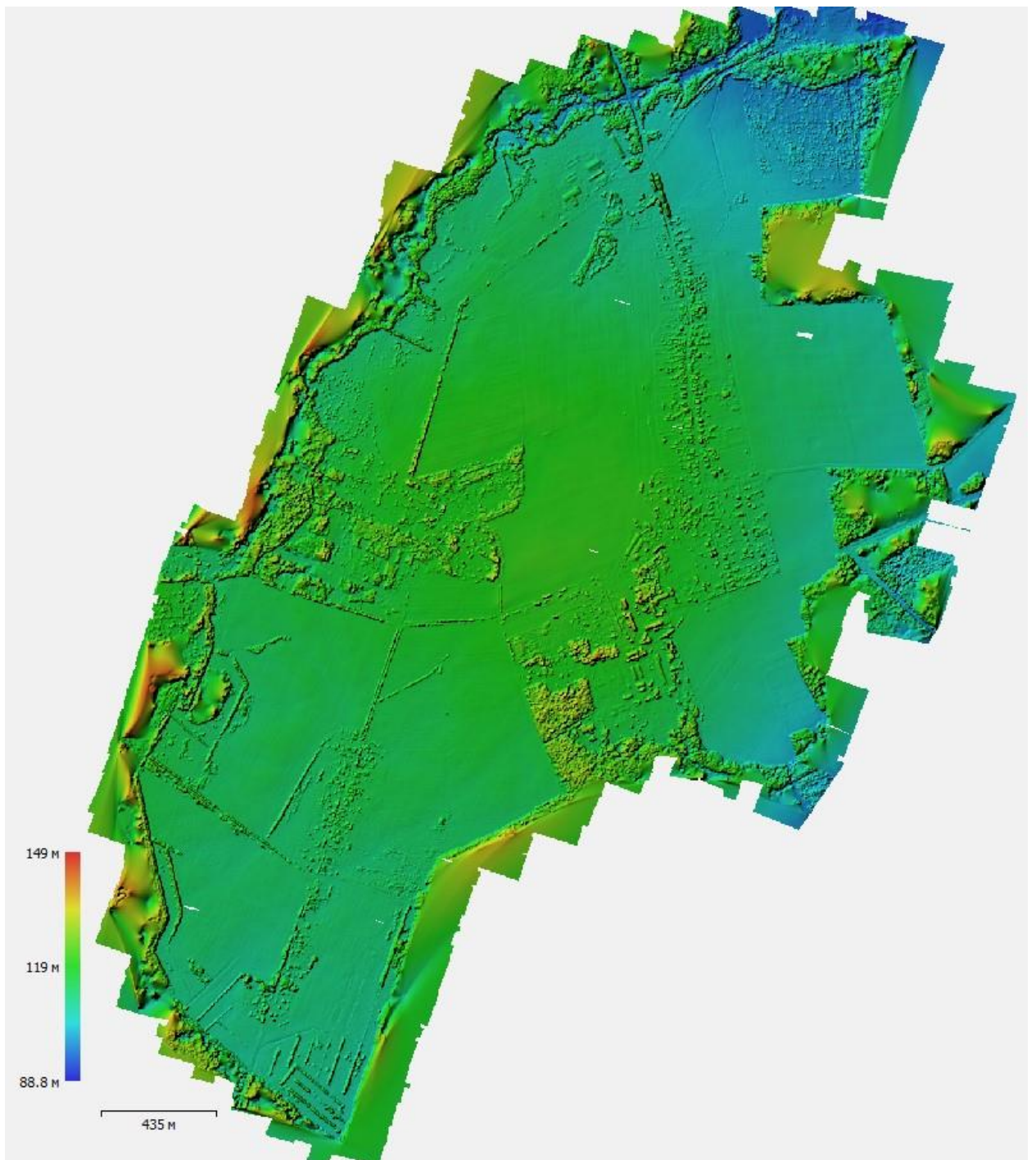


Рисунок 2 Цифровая модель поверхности опытных полей Меньковского филиала АФИ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В Северном НИИ гидротехники и мелиорации еще в 80-х годах прошлого столетия, были проведены полевые научные исследования по оценке потерь урожая в зависимости от срока избыточного увлажнения почв в Ленинградском опытном производственном хозяйстве в Ломоносовском районе п. Новоселье [2]. Результаты этих исследований показали, что состояние мелиорированных земель, осушенных закрытым трубчатым дренажом, в значительной мере определяет урожайность сельскохозяйственных культур. При низкой эффективности работы

осушительной сети и переувлажнения почвы, особенно в вегетационный период, потеря урожая неизбежна.

В последние годы подобные исследования, только по другим методикам, проводятся на осушенных трубчатым дренажом землях в Меньковском филиале Агрофизического института. Для определения зон переувлажнения на осушенных мелиорированных землях выполняется высокоточная аэрофотосъемка сельскохозяйственных угодий, результатом обработки которой являются высокоточные ортофотопланы и цифровая модель поверхности полей. Визуальный анализ фотоснимков объекта мелиорации «Старое колено» (Рисунок 3) позволяет констатировать, что повреждение закрытого коллектора приводит к переувлажнению участка поля. По этой причине невозможно соблюсти обязательные сроки выполнения агротехнических операций и, как результат, происходит не только угнетение и гибель культурных растений в следствии возникновения зон переувлажнения, но и выход сельскохозяйственного участка из оборота. поля и, возможное, появление зон переувлажнения на данном контуре.

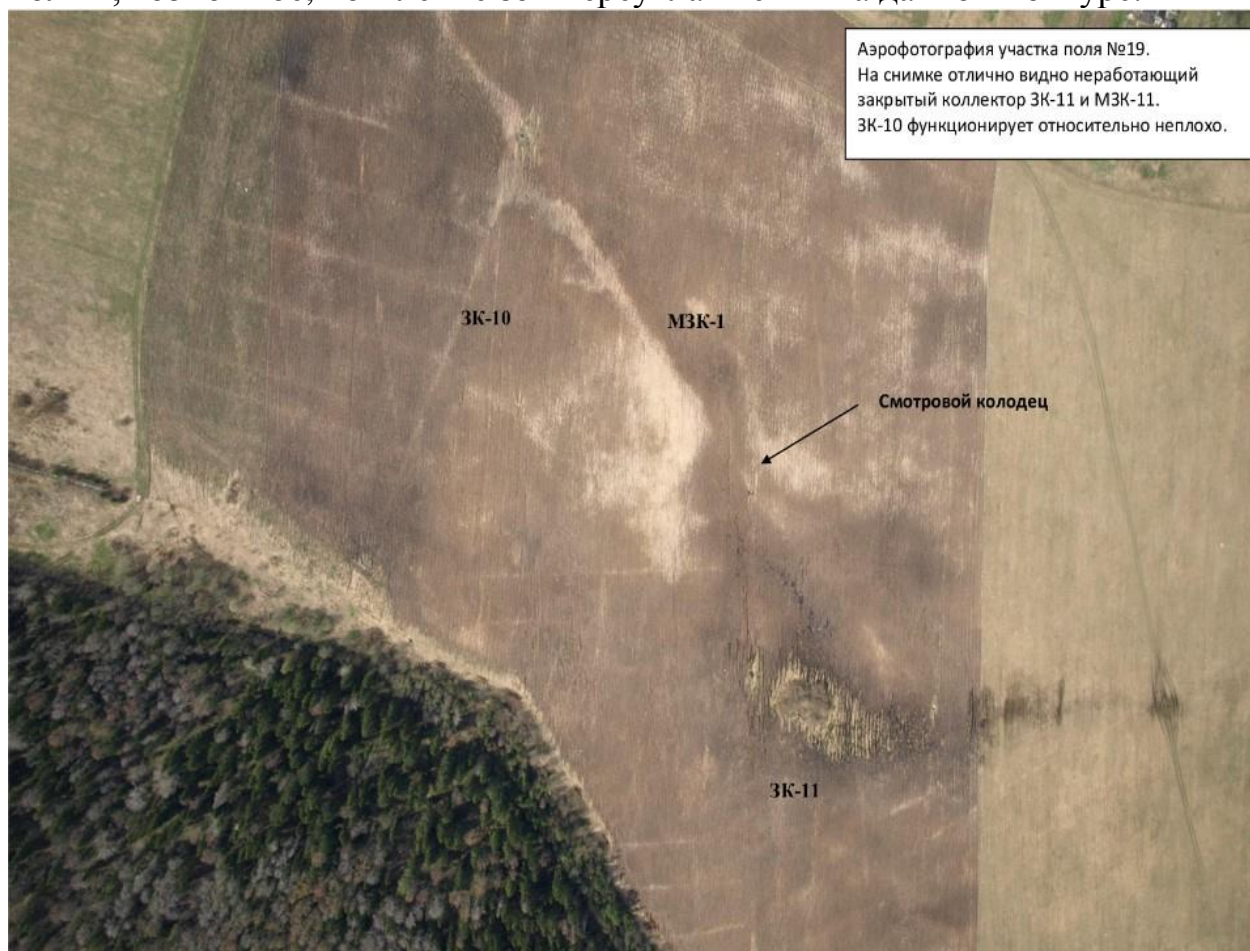


Рисунок 3. Поврежденная закрытая осушительная система

По полученной цифровой модели рельефа было смоделировано движение водных потоков и зон застоя воды (Рисунок 4), которые показывают неудовлетворительное состояние профиля поля и возможное появление зон переувлажнения на данном контуре. Подобная информация характеризует водно-воздушный режим мелиорированного осушенного

участка и позволяет своевременно планировать мероприятия по техническому ремонту мелиоративной системы, помогает избежать выше указанных последствий.

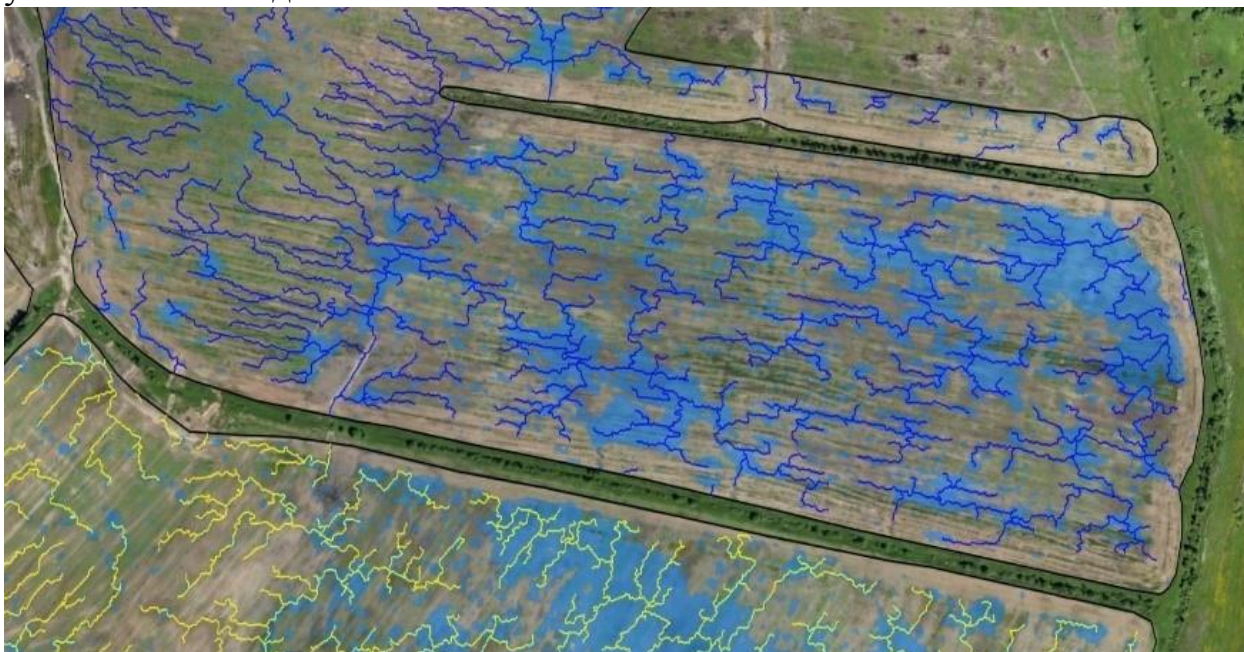


Рисунок 4 Моделирование движения водных потоков и зон застоя воды по цифровой модели поверхности.

Возможность автоматизированного получения цифровой высокоточной модели поверхности сельскохозяйственного поля является основой расчета процесса движения (скорости и объема) водных потоков по поверхности сельскохозяйственного поля, что позволяет в короткие сроки произвести оценку эффективности водоотведения с поверхности поля, прогнозировать развитие эрозионных почвенных процессов, а также, степень выноса агроулучшителей и гумуса с верхних слоев поля.

Высокоточная цифровая модель поверхности, полученная по данным аэрофотосъемки, позволяет так же, не выходя на местность, провести оценку степени заиления открытых каналов. Для этого необходимо знать проектные параметры открытого канала, по которым рассчитывается общий объем выемки при строительстве канала, а по цифровой модели поверхности рассчитывается существующий объем канала. По значениям этих величин легко определить объем необходимого для удаления ила. Эта информация существенно ускоряет процесс создания смет на ремонт осушительной системы и является более точной по сравнению с наземными методами измерения.

Заключение.

Научное сопровождение, выполняемых программ по мелиорации земель Нечерноземной зоны Российской Федерации, в последнее время осталось без должного внимания. В 2018 году, по инициативе академиков РАН Ковалева Н.Г. и Дубенка Н.Н., ситуацию в научном сопровождении выполняемых работ по мелиорации земель начали исправлять. Сегодня при Ученом совете Агрофизического института создана секция по мелиорации

сельскохозяйственных земель в состав которой вошли известные в стране ученые: академики РАН Дубенок Н.Н., Якушев В.П., члены-корреспонденты РАН Усков И.Б., Штыков В.И., Иванов А.И., Якушев В.В., д.с-х.н. Гулюк Г.Г., д.б.н. Чесноков Ю.В., другие известные ученые и практики в области мелиорации земель Северо-Западного и Центрального округов Российской Федерации. Руководителем секции назначен д.с-х.н., проф. РАН, член-корр. РАН, заведующий отделом мелиорации Агрофизического института Иванов А.И. Обсуждаемые вопросы на заседаниях секции по мелиорации согласовываются с руководителями ФГБУ по мелиорации Ленинградской, Псковской, Новгородской и Калининградской областей, которые также являются членами секции по мелиорации Ученого совета Агрофизического института. Наиболее значимые научные результаты работы секции публикуются в журналах «Агрофизика» и «Мелиорация и водное хозяйство». Проведенные заседания секции Ученого совета Агрофизического института по мелиорации земель и их решения за 2018-2021 годы, подтвердили правильность выбранного пути.

Применение БПЛА типа «коптер», для определения технического состояния дренажных систем сельскохозяйственных полей в автоматическом режиме, показало высокую эффективность и охват широкого круга задач, стоящих перед мелиораторами. Новые технологии и новая измерительно-регистрационная техника позволяют получать высокоточные цифровые модели рельефа поля, что сложно выполнить традиционными методами. Применение автоматизированной системы существенно сокращает время и средства, затрачиваемые на обследование объектов мелиорации, увеличивает достоверность получаемых данных в сравнении с традиционными способами, существенно сокращает ручной труд русловых ремонтников и других специалистов, выполняющих ремонтно-эксплуатационные работы на объектах мелиорации.

Можно с уверенностью утверждать, что вопросы разработки новых правил эксплуатации мелиоративных систем Российской Федерации, подготовки кадров, дистанционного обследования сельскохозяйственных мелиорированных земель, состояния и перспектив мелиорации Нечерноземной зоны, нашли свое отражение в принятой программе РФ по вводу в оборот не используемых сельскохозяйственных земель до 2030г.

Литература.

1. Гулюк Г.Г., Янко Г.Г., Штыков В.И., Черняк М.Б., Петрушин А.Ф. Руководство по мелиорации полей // Санкт-Петербург, 2020 – 219 с.
2. Рекомендации по развитию агропромышленного комплекса и сельских территорий Нечерноземной зоны Российской Федерации до 2030 года. Иванов А.Л., Петриков А.В., Кирюшин В.И., Донник И.М., др. Версия 2.0 / Москва, 2021
3. Чесноков Ю.В., Янко Ю.Г. Проблемы мелиорации земель Ленинградской области // Мелиорация и водное хозяйство. 2019. № 3. С. 18-21.

4. Янко Ю.Г., Петрушин А.Ф. Методические рекомендации по обследованию осушительных мелиоративных систем дистанционными методами. Методические рекомендации. - СПб.: АФИ, 2019. 32 с.
5. Янко Ю.Г., Петрушин А.Ф., Митрофанов Е.П., Старцев А.С., Кузнецк Е.Г. Проблемы диагностики неисправностей и ремонта осушительного трубчатого дренажа // Агрофизика. 2020. № 4. с. 55-59.

Reference.

1. Gulyuk G.G., Yanko G.G., Shtykov V.I., Chernyak M.B., Petrushin A.F. Rukovodstvo po melioratsii poley // Sankt-Peterburg, 2020 – 219 s.
2. Rekomendatsii po razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa i sel'skikh territoriy Nechernozemnoy zony Rossiyskoy Federatsii do 2030 goda. Ivanov A.L., Petrikov A.V., Kiryushin V.I., Donnik I.M., dr. Versiya 2.0 / Moskva, 2021
3. Chesnokov YU.V., Yanko YU.G. Problemy melioratsii zemel' Leningradskoy oblasti //Melioratsiya i vodnoye khozyaystvo. 2019. № 3. S. 18-21.
4. Yanko YU.G., Petrushin A.F. Metodicheskiye rekomendatsii po obsledovaniyu osushitel'nykh meliorativnykh sistem distantsionnymi metodami. Metodicheskiye rekomendatsii. - SPb.: AFI, 2019. 32 s.
5. Yanko YU.G., Petrushin A.F., Mitrofanov Ye.P., Startsev A.S., Kuzenек Ye.G. Problemy diagnostiki neispravnostey i remonta osushitel'nogo trubchatogo drenazha // Agrofizika. 2020. № 4. s. 55-59.