

Научная статья

Original article

УДК 631.6 : 528.77 : 550.846.2

DOI 10.55186/25876740_2022_6_3_23

**АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ УЧАСТКА ОСУШИТЕЛЬНОЙ
МЕЛИОРАТИВНОЙ СИСТЕМЫ ПО ОРТОФОТОПЛАНУ И
ГЕОБОТАНИЧЕСКИМ ОПИСАНИЯМ**

**ANALYSIS OF THE CONDITION OF THE DRAINAGE RECLAMATION
SYSTEM BY ORTHOPHOTOPLAN AND GEOBOTANICAL DESCRIPTIONS**



Зверьков Михаил Сергеевич, кандидат технических наук, ученый секретарь, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга»» (140483, Московская область, Коломенский городской округ, поселок Радужный, 33А), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8348-4391>, rad_sc@bk.ru

Смелова Светлана Станиславовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга»» (140483, Московская область, Коломенский городской округ, поселок Радужный, 33А)

Zverkov Mikhail Sergeevich, candidate of technical sciences, scientific secretary, senior researcher, All-Russia Scientific and Research Institute for Irrigation and Farming Water Supply Systems «Raduga» (38, Raduzhnyj, Kolomna city district, Moscow region, Russia, 140483), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8348-4391>, rad_sc@bk.ru

Smelova Svetlana Stanislavovna candidate of biological sciences, senior researcher, All-Russia Scientific and Research Institute for Irrigation and Farming Water Supply Systems «Raduga» (38, Raduzhnyj, Kolomna city district, Moscow region, Russia, 140483)

Аннотация. В статье изложены оригинальные материалы обследования участка осушительной мелиоративной системы с целью для оценки показателей ее технического и экологического состояния по визуальным дешифровочным признакам на ортофотоплане. Для анализа использовались материалы съемки с помощью беспилотного летательного аппарата и геоботанические описания растительности, выполненные *in situ*. В статье рассмотрены результаты обследования участка осушительной мелиоративной системы полученные в 2021 году. Открытые ловчие дрены и магистральный канал поросли гидрофитной растительностью, что позволяет сделать вывод о существенном снижении их эффективности в период максимальной нагрузки. Общее количество видов, произрастающих на обследованной территории составляет 52. Из них к болотно-водным отнесено 12 видов.

Abstract. The original materials of the survey of the drainage reclamation system site in order to assess the indicators of its technical and environmental condition by visual decoding signs on the orthophotoplane are presented in the article. For the analysis, the materials of the survey using an unmanned aerial vehicle and geobotanical descriptions of vegetation performed *in situ* were used. The article considers the results of the survey of the drainage reclamation system site obtained in 2021. Open fishing drains and the main canal are overgrown with hydrophytic vegetation, which allows us to conclude that their effectiveness significantly decreases during the period of maximum load. The total number of species growing in the surveyed area is 52. Of these, 12 species are classified as swamp-water.

Ключевые слова: мелиорация, ортофотоплан, беспилотный летательный аппарат, дешифрирование, осушительная система, канал, растительность.

Keywords: land reclamation, orthophotomap, unmanned aerial vehicle, decryption, drainage system, canal, vegetation.

Введение

Осушительная мелиоративная система включает сеть дренажных каналов для отвода вешних вод с сельскохозяйственных полей. Дренажные каналы – это мелиоративные сооружения, для которых характерно размывание, осыпание откосов и др. Принятые нормативные показатели мелиоративного состояния имеют следующие оценки: «хорошее», «удовлетворительное» и «неудовлетворительное». «Хорошее» состояние соответствует нормативному, «удовлетворительное» – риску неблагоприятного сценария снижения мелиоративного (в том числе экологического) состояния и требует проведения мероприятий по восстановлению нормативного режима эксплуатации мелиоративной системы, «неудовлетворительное» – невозможности функционирования мелиоративной системы.

Для оценки экологического состояния дренажных каналов открытого типа, как и для естественных водотоков, используются обобщенные критерии, среди которых наиболее показательными являются степень сапробности и состав околководной и болотно-водной растительности, произрастающей вдоль канала. Поселяющаяся по берегам растительность на первых этапах эксплуатации канала выполняет важную функцию закрепления откосов, предотвращая их осыпание и размывание под напором водотока. Однако, с другой стороны, избыточная растительность, появившаяся за долгие годы существования канала без расчистки русла, способствует его обмелению и заиливанию, уменьшая пропускную способность этого элемента мелиоративной системы.

Часто, в отсутствии должного и регулярного ухода за дренажными каналами, они полностью зарастают болотно-водной растительностью, снижающей эффективность работы мелиоративной системы по осушению территории. В особо запущенных случаях русло канала зарастает ивняком. Таким образом, канал частично или полностью утрачивает свои функции. Для их

восстановления требуется проведение дорогостоящих культур-технических мероприятий.

Целью мониторинга технического и экологического состояния гидромелиоративных систем является обеспечение постоянного контроля за состоянием систем и их элементов, оценки воздействия на окружающую среду (на системах и сопряженных с ними территориях, сооружения, севооборот, продуктивность, процессы деградации агрогеосистем и др.) и разработки эффективных методов управления гидромелиоративной системой. В результате такого контроля обеспечивается своевременное выявление возможных рисков возникновения аварийных ситуаций, развития деградационных процессов в агрогеосистемах и за ее пределами. Мониторинг призван обеспечивать безопасную, надежную и эффективную эксплуатацию гидромелиоративной системы, определять необходимость проведения работ по повышению технического уровня и обеспечению должного экологического состояния. Мониторинг может осуществляться различными инструментами, среди которых в последнее время наибольшую популярность приобретают дистанционные методы контроля, в том числе с использованием космических спутников Земли и беспилотных летательных аппаратов. Как известно, это является одним из ключевых условий реализации концепции цифрового сельского хозяйства и в частности цифровой мелиорации [1, 2, 3].

Целью настоящей работы было обследование участка осушительной мелиоративной системы для оценки показателей ее мелиоративного состояния по визуальным дешифровочным признакам на ортофотоплане.

Необходимо отметить, что основными обязанностями правообладателей осушительных систем являются: проведение систематических наблюдений за режимом поверхностных и грунтовых вод на осушенных территориях, влажностью почвы в корнеобитаемом слое; принятие мер по предупреждению заболачивания земель (см. п. 16 в), г) [4]). Методы дистанционной оценки используются сравнительно часто для описания технического и экологического состояния как оросительных [5, 6] так и осушительных систем [7].

Методы проведения исследования

Объект исследования – участок осушительной мелиоративной системы, расположенный на границе Коломенского и Луховицкого городских округов Московской области в окрестностях села Лисьи норы. В настоящее время часть территории используется под сенокосы и пастбища крупного рогатого скота. Анализ состояния участка осушительной системы проводился по результатам обследования с использованием снимков, полученных с помощью беспилотного летательного аппарата (Hubsan Zino PRO) в июле 2021 г. Снимки выполнены в ортогональной проекции (полет на высоте 270 м в безветренную погоду) и объединены в ортофотоплан. Измерения выполнены на ортофотоплане с учетом масштаба в процессе камеральной обработки данных. По визуальным дешифровочным признакам фиксировались геометрические параметры открытой осушительной сети, зарастание ее растительностью, наличие или отсутствие воды в водотоках.

Данные по видовому составу растительности приведены по состоянию на июль 2021 года. Геоботанические описания растительности выполнены *in situ* по стандартным методикам и имеют привязку на местности, что позволяет сопоставить изображение на снимке с конкретной растительностью с целью последующей экстраполяции при дешифрировании ортофотопланов местности.

Результаты и обсуждение

На рисунке 1 приведен ортофотоплан обследуемого участка, на рисунке 2 – схема дешифрирования.



Рисунок 1. Обследуемый участок осушительной системы (исходная мозаика)

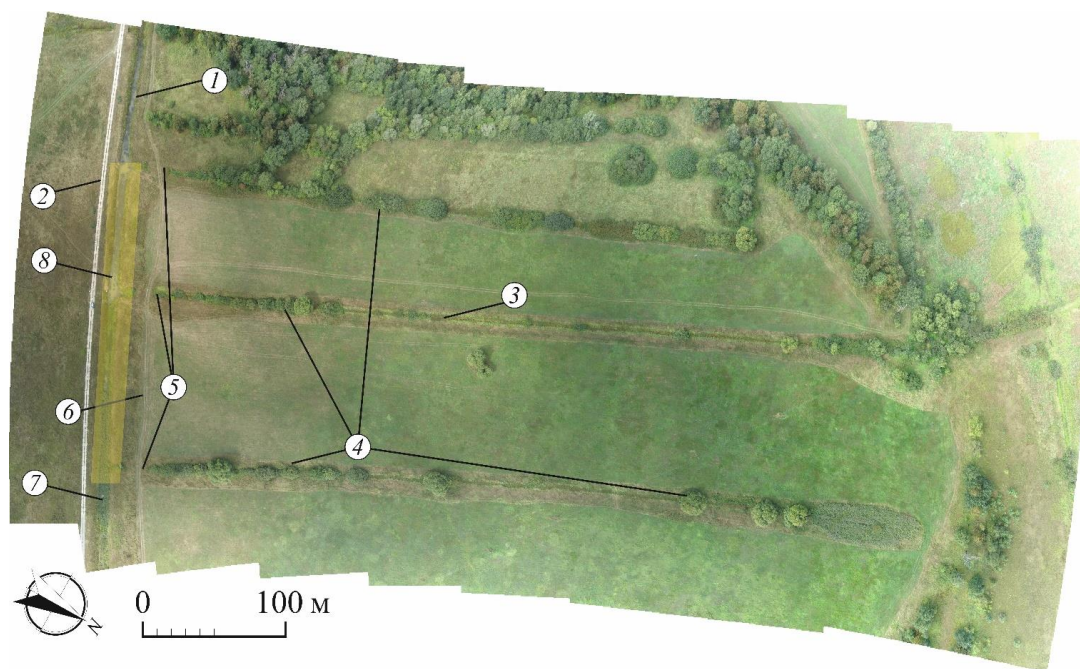


Рисунок 2. Схема дешифрирования ортофотоплана: 1 – магистральный канал; 2 – эксплуатационная дорога; 3 – ловчие открытые дрены; 4 – зарастание дрен древесно-кустарниковой растительностью; 5 – устьевые сооружения (трубчатые регуляторы и проезды); 6 – полевая дорога; 7 – зарастание магистрального канала; 8 – обследуемый *in situ* участок магистрального канала

В период обследования участка в магистральном канале установился бытовой уровень воды, ширина канала по урезу составляла 5,4 м, ширина по бровке – 12,5 м. Протяженность обследуемого участка составила 198 м. Открытые ловчие дрены поросли ивняком и болотно-водной растительностью, что позволяет предположить о существенном снижении их эффективности в период максимальной нагрузки.

Характеристика болотно-водной растительности магистрального канала.

По данным геоботанических исследований, растительность дренажного канала представлена небольшим числом видов (всего 16), отнесенных к трем фитоценотическим группам [8, 9], приуроченных к разным местообитаниям в пределах трассы канала.

1. *Гидатофиты* – погруженные растения, жизненный цикл которых проходит под водой. Генеративные органы таких растений поднимаются над поверхностью водной глади. В данном случае среди погруженных растений отмечены элодея канадская (*Elodea canadensis*), водокрас лягушачий (*Hydrocharis morsus-ranae*), горец земноводный (*Polygonum amphibium*). Доминирующим видом среди них является элодея канадская. Интенсивно размножаясь вегетативно, она образует сплошные подводные заросли в толще воды, за что получила название водяной чумы. На рисунке 3 также видно заросшее устьевое регулирующее сооружение.



Рисунок 3. Участок магистрального канала: 1 – трубчатый регулятор; 2 – заросли элодеи канадской (*Elodea canadensis*)

2. *Гидрофиты* – водные растения, погруженные в воду только своей нижней частью. Из таких видов в флористическом списке обследуемого участка канала присутствуют манник плавающий (*Glyceria fluitans*), манник сплюснутый (*Glyceria plicata*), ежеголовник простой (*Sparganium simplex*), камыш лесной (*Scirpus silvaticus*), частуха подорожниковая (*Alisma plantago-aquatica*), хвощ болотный (*Equisetum palustre*), осока ложносытевая (*Carex pseudocyperus*), тростник австралийский (*Phragmites australis*). Корневая система у этих растений хорошо развита и выполняет функцию закрепления в илистом грунте. Эти виды приурочены к нижним участкам откоса канала.

3. *Гигрофиты* – растения избыточно увлажненных почв. Среди них при обследовании обнаружены дербенник иволистный (*Lythrum salicaria*), вероника длиннолистная (*Veronica longifolia*), вербейник обыкновенный (*Lysimachia vulgaris*), подмаренник цепкий (*Galium aparine*). Эти виды, как менее зависимые от воды, произрастают в верхней части откосов канала.

Таким образом, прибрежно-аллювиальный флористический комплекс дренажного канала неоднороден по составу и происхождению слагающих его элементов. Он включает макрофиты – крупные корневищные злаки (тростник,

манник). Этим видам принадлежит доминирующая роль в сообществах. Содоминируют отмеченным представителям болотно-водной флоры корневищные осоки, камыш, хвощ. Они отличаются своей способностью расти как на мелководьях так и на суше, но в условиях повышенной влажности. Также в сообществах присутствуют менее требовательные к влаге виды лугового разнотравья, как вербейник, вероника, подмаренник. Эти виды способны выдерживать краткосрочное подтопление во время весеннего паводка. Согласно проведенным исследованиям, биологическое разнообразие растений дренажного канала невелико, несмотря на относительное разнообразие местообитаний.

Растительность на прилегающей к магистральному каналу территории отличается неоднородностью, что хорошо видно на снимках с беспилотного летательного аппарата и наземного (рисунок 4).



Рисунок 4. Растительность прилегающей к магистральному каналу территории

Характерная мозаичность растительного покрова определяется комплексом луговых фитоценозов с доминированием разных видов лугового разнотравья, что связано с особенностями экотопа. Растительность представлена в основном разнотравно-злаковыми фитоценозами. В составе растительных сообществ было

зафиксировано в общей сложности 33 вида. Из злаков доминирует вейник наземный (*Calamagrostis epigeios*), костер безостый (*Bromus inermis*), мятлик луговой (*Poa pratensis*), ежа сборная (*Dactylis glomerata*). Из луговых видов присутствуют подмаренник настоящий (*Galium verum*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*), ястребинка зонтичная (*Hieracium umbellatum*), василек луговой (*Centaurea jacea*), вербейник монетчатый (*Lysimachia nummularia*) и др. Большая роль в сообществах принадлежит сорным видам. Среди них следует отметить бодяк полевой (*Cirsium arvense*), крапиву двудомную (*Urtica dioica*), щавель конский (*Rumex confertus*). Редких видов растений в луговых фитоценозах не обнаружено. Общее количество видов, произрастающих на обследованной территории составляет 52. Из них к болотно-водным отнесено 12 видов. Для сравнения флора водоемов Московской области насчитывает около 150 видов растений [10].

Выводы

В статье рассмотрены результаты обследования участка осушительной мелиоративной системы по состоянию на июль 2021 года. Полученные данные позволяют сделать предположение о существенном снижении эффективности работы открытых ловчих дрен и магистрального канала в период максимальной нагрузки. Этот вывод является предпосылкой для дальнейшей работы авторов в заданном направлении. По данным геоботанического обследования, общее количество видов, произрастающих на изученной территории составляет 52. Из них к гидрофитам отнесено 12 видов.

Литература

1. Jin Leshan, Li He, Li Ying, Du Dan. E-Agriculture in action / Bangkok, FAO and ITU, 2017. 118 p.
2. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 48 с.
3. Касьянов А.Е. Маркерные участки цифровой мелиорации сельскохозяйственных земель // Экология и строительство. 2020. № 3. С. 21–24. doi: 10.35688/2413-8452-2020-03-003.

4. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 31 июля 2020 г. № 438 Об утверждении Правил эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/565780455> (Дата обращения 25.10.2020 г.).
5. Chance, E.W.; Cobourn, K.M.; Thomas, V.A.; Dawson, B.C.; Flores, A.N. Identifying Irrigated Areas in the Snake River Plain, Idaho: Evaluating Performance across Composting Algorithms, Spectral Indices, and Sensors. *Remote Sens.* 2017, 9, 546. <https://doi.org/10.3390/rs9060546>.
6. Yu, X.; Her, Y.; Chang, A.; Song, J.-H.; Campoverde, E.V.; Schaffer, B. Assessing the Effects of Irrigation Water Salinity on Two Ornamental Crops by Remote Spectral Imaging. *Agronomy* 2021, 11, 375. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020375>.
7. Tlapáková L., Žaloudík J., Kulhavý Z., Pelíšek I. Use of remote sensing for identification and description of subsurface drainage system condition // *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2015. Vol. 63. N 5. P. 1587-1599. DOI:10.11118/actaun201563051587.
8. Шенников, Александр Петрович. Экология растений: [Учебник для студентов биол.-почв. фак. гос. ун-тов]. – М.: Сов. наука, 1950. - 376 с. : ил., карт. 23 см.
9. Распопов И. М. Макрофиты, высшие водные растения (основные понятия) // Первая Всесоюз. конф. по высшим водным и прибрежно-водным растениям: Тез. докл. Борок, 1977 С. 91—94.
10. Федорова Р.В. Болота Подмосковья и их использование [Электронный ресурс]. URL: <http://ecologylib.ru/books/item/f00/s00/z0000040/st006.shtml> (Дата обращения 20.05.2022 г.).

References

1. Jin Leshan, Li He, Li Ying, Du Dan. E-Agriculture in action / Bangkok, FAO and ITU, 2017. 118 p.
2. Vedomstvennyj proekt «Cifrovoe sel'skoe hozyajstvo»: oficial'noe izdanie. – M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2019. – 48 s.
3. Kas'yanov A.E. Markernye uchastki cifrovoj melioracii sel'skohozyajstvennyh zemel' // Ekologiya i stroitel'stvo. 2020. № 3. С. 21–24. doi: 10.35688/2413-8452-2020-03-003.
4. Prikaz Ministerstva sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii ot 31 iyulya 2020 g. № 438 Ob utverzhdenii Pravil ekspluatatsii meliorativnyh sistem i ot del'no raspolozhennyh gidrotekhnicheskikh sooruzhenij [Elektronnyj resurs]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/565780455> (Data obrashcheniya 25.10.2020 g.).
5. Chance, E.W.; Cobourn, K.M.; Thomas, V.A.; Dawson, B.C.; Flores, A.N. Identifying Irrigated Areas in the Snake River Plain, Idaho: Evaluating Performance across Composting Algorithms, Spectral Indices, and Sensors. *Remote Sens.* 2017, 9, 546. <https://doi.org/10.3390/rs9060546>.
6. Yu, X.; Her, Y.; Chang, A.; Song, J.-H.; Campoverde, E.V.; Schaffer, B. Assessing the Effects of Irrigation Water Salinity on Two Ornamental Crops by Remote Spectral Imaging. *Agronomy* 2021, 11, 375. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020375>.
7. Tlapáková L., Žaloudík J., Kulhavý Z., Pelíšek I. Use of remote sensing for identification and description of subsurface drainage system condition // *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2015. Vol. 63. N 5. P. 1587-1599. DOI:10.11118/actaun201563051587.
8. SHennikov, Aleksandr Petrovich. *Ekologiya rastenij: [Uchebnik dlya studentov biol.-pochv. fak. gos. un-tov]*. – M.: Sov. nauka, 1950. - 376 s. : il., kart. 23 sm.
9. Raspopov I. M. Makrofity, vysshie vodnye rasteniya (osnovnye ponyatiya) // *Pervaya Vsesoyuz. konf. po vysshim vodnym i pribrezhno-vodnym rasteniyam: Tez. dokl. Borok, 1977 S. 91—94.*

10. Fedorova R.V. Bolota Podmoskov'ya i ih ispol'zovanie [Elektronnyj resurs]. URL: <http://ecologylib.ru/books/item/f00/s00/z0000040/st006.shtml> (Data obrashcheniya 20.05.2022 g.).

© Зверьков М.С., Смелова С.С., 2022. *International agricultural journal*, 2022, № 3, 1307-1319.

Для цитирования: Зверьков М.С., Смелова С.С. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ УЧАСТКА ОСУШИТЕЛЬНОЙ МЕЛИОРАТИВНОЙ СИСТЕМЫ ПО ОРТОФОТОПЛАНУ И ГЕОБОТАНИЧЕСКИМ ОПИСАНИЯМ // *International agricultural journal*. 2022. № 3, 1307-1319.