

Использование беспилотного летательного аппарата для изучения пойменных лугов реки Сож



УДК 528.71:581.526.452(282.247.321.7)



Николай Дайнеко,
завкафедрой ботаники
и физиологии растений
Гомельского государственного
университета им. Франциска
Скорины, кандидат
биологических наук, доцент;
dajneko@gsu.by



Сергей Тимофеев,
доцент кафедры ботаники
и физиологии растений
Гомельского государственного
университета им. Франциска
Скорины, кандидат
сельскохозяйственных наук,
доцент

Аннотация. Проанализирован опыт создания детальной картосхемы растительности пойменного луга р. Сож с помощью аэрофотосъемки местности с беспилотного летательного аппарата (БПЛА) – квадрокоптера DJI Phantom 3 SE в сочетании с наземными геоботаническими исследованиями.

Ключевые слова: пойменные луга, беспилотный летательный аппарат, кустарниковая и луговая растительность, картосхема.

Для цитирования: Дайнеко Н., Тимофеев С. Использование беспилотного летательного аппарата для изучения пойменных лугов реки Сож // Наука и инновации. 2022. №6. С. 36–39. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2022-6-36-39>

В Беларуси луга занимают 3286,1 тыс. га, из них пойменные – 169,7 тыс. га, или 5,2%; в Гомельской области соответственно 656,3 и 92,1 тыс. га, или более половины (54,6%) от всех пойменных лугов в стране. В основном на Гомельщине они сосредоточены в пойме р. Сож [1].

Это наиболее ценные естественные кормовые угодья: их растительность идет на заготовку сена, а также используется для выпаса сельскохозяйственных животных. Кроме того, она – отличный медонос, служит источником лекарственного, эфиромасличного, пищевого и декоративного сырья. Луга имеют важное эстетическое и рекреационное значение, это прекрасное место отдыха для человека. Рациональное использование, улучшение и охрана естественных кормовых угодий, в том числе пойменных, имеет важное значение.

Незаменимый источник информации о луговой растительности, ее состоянии и динамике развития – геоботанические карты, с помощью которых принимаются различные хозяйственные решения [2].

Использование в качестве основы для картирования ортофотоплана, полученного при помощи БПЛА и GPS-приемника, обеспечивает высокую точность привязки картируемых объектов и их границ, в отличие от традиционных топографических карт. Ортофотоплан имеет значительно более высокое разрешение, его естественные цвета существенно облегчают и делают более объективной идентификацию картируемых объектов [3], а собственно аэрофотосъемка с БПЛА

обходится гораздо дешевле по сравнению с приобретением спутниковых и аэрофотоснимков.

Для построения детальной картосхемы растительности пойменного луга р. Сож на территории Чечерского и Ветковского р-нов в вегетационный период 2019–2021 гг. была выполнена аэрофотосъемка местности при помощи БПЛА – квадрокоптера DJI Phantom 3 SE с высоты 100 м в режиме интервальной фотосъемки с периодом 5 сек. и разрешением 4000×3000 пикселей в сочетании с наземными геоботаническими исследованиями.

В итоге было сделано более 2 тыс. аэрофотоснимков (АФС) в естественном видимом спектре. Все они имеют географическую привязку, что позволяет построить геопривязанный ортофотоплан. В дальнейшем ортофотопланы служат картографической основой при выполнении геоботанического картографирования пойменного луга (рис. 1–4).

Разрешение исходных АФС и полученного по ним ортофотоплана составляет в среднем 0,1 м. Это позволяет вполне надежно различать и оконтуривать в плане объекты размером от метра и, в свою очередь, дает возможность картографировать объекты в масштабе от 1:1000 и мельче. Они не могут быть нанесены на крупномасштабные карты 1:200000–1:50000, поэтому составляемая карта отнесена к категории детальных [3].

На исследуемых участках поймы р. Сож были выделены два основных типа растительности: кустарниковая и луговая. Наземное изучение кустарников показало, что распространение их в данной местности продолжается (процесс начался в 90-х гг. прошлого столетия). Чаще всего встречаются ива пепельная (*Salix cinerea*),

розмаринолистная (*Salix rosmarinifolia*), пятичичковая (*Salix pentandra*), чернеющая (*Salix myrsinifolia*), реже отмечены ива трехчичковая (*Salix triandra*), ломкая (*Salix fragilis*), остролистная (*Salix acutifolia*), ушастая (*Salix aurita*), козья (*Salix caprea*). В травостое ивняков преобладает осока острая (*Carex acuta*), вербейник обыкновенный (*Lysimachia vulgaris*), подмаренник болотный (*Galium palustre*), дербенник иволистный (*Lythrum salicaria*), осока пузырчатая (*Carex vesicaria*), ложносытевая (*Carex pseudocyperus*), таволга вязолистная (*Filipendula ulmaria*), вейник седеющий (*Calamagrostis canescens*).

Указанные сообщества сформированы разнообразными сочетаниями кустарниковых ив и гигрофитным разнотравьем, что представляет собой единый комплекс варьирования доминантов, который распространен в достаточно широких пределах на фоне сохранения ядра гигрофитной ценофлоры. На рис. 1 представлены контуры хозяйственных типов лугов.

Приведем характеристику выделенных основных хозяйственных типов лугов поймы р. Сож, составленную на основании многолетних наблюдений [1, 4–6].

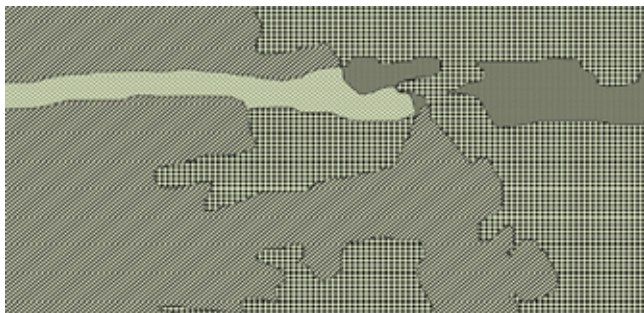
Крупноостроосочники отнесены к одной ассоциации *Caricetum gracilis* Almquist. Аспект травостоя зеленый, проективное покрытие 95% с доминирующей осокой острой высотой 60 (130) см. В составе травостоя отмечены *Carex vulpina*, *Calamagrostis canescens*, *Stachys palustris*, *Vicia cracca*, *Gratiola officinalis*, *Galium palustre*, *Persicaria hydropiper*, *Sium latifolium*, *Kadenia dubia*, *Ranunculus repens*, *Veronica scutellata*, *Ranunculus flammula*, *Poa palustris*,



Рис. 1. Основные типы лугов в окрестностях н.п. Залесье Чечерского р-на



Рис. 2. Основные типы лугов в окрестностях н.п. Новоселки Ветковского р-на







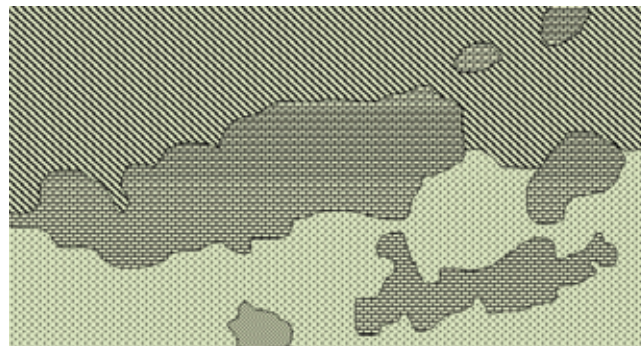
-  Субассоциация *Tyricum*, занимает наиболее возвышенные элементы рельефа
-  Субассоциация *Beckmannietum eruciformis*, распространена на влажных почвах, где грунтовые воды расположены на глубине 40–60 см
-  Субассоциация *Oenanthesetum aquaticae* произрастает в понижениях, где грунтовые воды держатся на поверхности воды
-  Кустарниковая растительность

Рис. 3. Картограмма притеррасной части р. Ипать в урочище «Немер» Добрушского р-на






-  Субассоциация *Agrostietum tenuis*
-  Субассоциация *Alopecuretosum pratensis*, занимает более глубокие понижения
-  *Deschampsietum cespitosae*, занимает пониженные участки центральной и притеррасной поймы

Рис. 4. Картограмма притеррасной части поймы вблизи д. Отор Чечерского р-на

Potentilla anserina, *Mentha arvensis*, *Juncus atratus*, *Myosotis palustris*, *Symphytum officinale*, *Achillea ptarmica*, *Veronica longifolia*, *Caltha palustris*.

Луга дернистощучкового типа находятся на верхних, средних и нижних частях пологих склонов грив центральной, реже – прирусловой поймы с дерново-глееватыми супесчаными, суглинистыми среднебогатыми почвами. В их составе ассоциация *Deschampsietum cespitosae*, где доминирует *Deschampsia cespitosa* и могут находиться виды *Prunella vulgaris*, *Achillea millefolium*, *Ranunculus acris*, *Cnidium dubium*, *Coronaria flos-cuculi*, *Veronica longifolia*, *Poa pratensis*, *Centaurea jacea*, *Gallium palustre*, *Rumex crispus*, *Potentilla anserina*, *Ranunculus flammula*.

Луга крупнозлакового типа занимают нижние части пологих склонов, невысокие гривы, неглубокие межгривные понижения, равнинно-пониженные участки центральной, реже – прирусловой поймы с дерново-глееватыми супесчаными и суглинистыми среднебогатыми почвами. В данный тип может входить ассоциация *Poa palustris-Alopecuretum pratensis* Shelyag, Sipajlova, Mirkin, Sheluag et V. Solomakha 1985. Проективное покрытие составляет 85%, высота травостоя – 45 (80) см. Доминируют мятлик болотный и лисохвост луговой, отмечены также *Alopecurus palustris*, *Poa palustris*, *Juncus atratus*, *Gratiola officinalis*, *Ptarmica vulgaris*, *Allium angulosum*, *Eleocharis ovata*, *Mentha arvensis*, *Stellaria palustris*, *Myosotis palustris*, *Carex vulpina*, *Beckmannia eruciformis*, *Inula britannica*, *Ranunculus flammula*, *Veronica scutellata*, *Carex leporina*, *Lythrum virgatum*, *Polygonum hydropiper*.

В лугах крупнозлакового типа может находиться ассоциация *Glycerietum maximae* Hueck 1931. Проективное покрытие – 90%, высота – 90 (120) см, аспект травостоя светло-зеленый. В нем отмечены следующие виды растений: *Glyceria maxima*, *Ranunculus repens*, *Polygonum amphibium*, *Myosotis palustris*, *Potentilla anserina*, *Caltha palustris*, *Symphytum officinale*, *Galium rivale*, *Bidens tripartita*, *Lysimachia vulgaris*, *Alisma plantago-aquatica*, *Rorippa amphibium*, *Acorus calamus*, *Poa palustris*.

Луга мелкозлакового типа занимают средневысокие гривы и гряды центральной, реже прирусловой поймы с дерново-глееватыми супесчаными и суглинистыми среднебогатыми и обедненными почвами. К данному типу относится ассоциация *Poa angustifoliae-Festucetum valesiacae* Sapegin et al. 2009. Аспект травостоя светло-коричневый, высотой 40(60) см и проективным покрытием 85%. Отмечены *Festuca rubra*, *Poa angustifolia*, *Agrostis vinealis*, *Bromus mollis*, *Dianthus deltoides*, *Achillea millefolium*, *Veronica spicata*, *Euphorbia virgata*, *Rumex acetosella*, *Plantago lanceolata*, *Potentilla argentea*, *Galium verum*, *Sedum acre*, *Sclerantus perennis*, *Centaurea jacea*, *Chamarcytisus ruthenicus*, *Agrostis tenuis*, *Mollium perenne*.

Распространение охарактеризованных типов растительности отражено на построенных картограммах (рис. 1–4) типов лугов в окрестностях населенных пунктов Залесье Чечерского р-на и Новоселки Ветковского р-на (рис. 1, 2).

На картограмме притеррасной части поймы р. Ипать в урочище «Немер» Добрушского р-на выделена ассоциация *Caricetum gracilis* и ее субассоциации (рис. 3).

На *рис. 4* представлена картосхема притеррасной части поймы р. Сож вблизи населенного пункта Отор Чечерского р-на. Определены ассоциации *Deschampsietum cespitosae* и ее субассоциации.

Таким образом, в результате использования методики дистанционного зондирования, основанной на применении БПЛА, можно выделить луговую растительность не только на уровне хозяйственных типов лугов, но и в ассоциациях и субассоциациях.

Применение детальных картосхем может стать основой для выявления динамики преобразований растительности луга, происходящих под влиянием как природных, так и техногенных факторов, прогнозирования в связи с этим изменения состава произрастающих в регионе видов, а также служить исходной геоботанической основой для ведения мониторинга за состоянием растительности, выявления закономерностей.

В качестве основы для картосхем целесообразно использовать не только ортофотопланы, но и перспективные снимки. Соответствующая съемка производится при отклонении от нормали оптической оси съемочной камеры на значительную величину. Преимущества здесь в том, что получаемое изображение местности более естественно выглядит и легче воспринимается. Кроме того, одним снимком охватывается большая площадь по сравнению с плановым кадром.

Использование БПЛА, в отличие от дорогостоящих снимков с космических аппаратов или обычной авиации (самолеты и вертолеты), позволяет производить аэрофотосъемку при наиболее благоприятных условиях, в периоды разных фаз развития растений.

По сделанным таким образом снимкам можно, с одной стороны, проследить за растениями в динамике в течение одного сезона, а с другой – выделить и зафиксировать как различные сообщества, так и отдельные виды, не совпадающие по фенологической фазе развития друг с другом. Сделанные в естественном видимом спектре аэрофотоснимки (в отличие от спутниковых с условными цветами) позволяют более объективно находить (формулировать) дешифровочные признаки выделенных растительных сообществ и корректнее наносить на карту их ареалы и границы. Высокое разрешение аэрофотоснимков, полученных при разной высоте полета БПЛА, позволяет при необходимости выделять и картировать объекты размером от 1,0 м, тем самым практически не ограничивая детальность масштаба карты.

Для составления детальной картосхемы луговой растительности необходимо провести прежде всего наземные геоботанические изыскания с целью классификации растительности, а также полевые исследования для выделения ориентиров, дающих возможность привязать снимки к местности.

Последующими этапами могут быть аэрофотосъемка с помощью БПЛА с высоты 100 м, изготовление на ее основе электронного ортофотоплана и выделение контуров растительности путем дешифрования ортофотоплана.

Следует отметить, что результаты многолетних исследований техногенного загрязнения (накопления тяжелых металлов) почв и надземной фитомассы, а также ее запаса, зоотехнического анализа травянистых кормов можно использовать для нанесения на картосхемы лугов в виде тематических слоев. ■

■ **Summary.** There has been analyzed the experience in creating a detailed map of the river Sozh floodplain meadow vegetation with the help of aerial photography of the area from an unmanned aerial vehicle (UAV) quadcopter DJI Phantom 3 SE, and ground geobotanical research.

■ **Keywords:** floodplain meadows, unmanned aerial vehicle, shrub and meadow vegetation, cartography.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2022-6-36-39>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сапегин Л.М. Хозяйственная типология пойменных лугов Белорусского Полесья / Л.М. Сапегин, Н.М. Дайнеко // Изучение и сохранение пойменных лугов: материалы Международного совещания, Калуга, 26–28 июня 2013 г. – Калуга, 2013.
2. Е.С. Каширина, Бондарева Л.В. Картографирование растительности ландшафтного заказника общегосударственного значения «Мыс Фиолент» и общезоологического заказника общегосударственного значения «Бухта Казачья» (Большой Севастополь, Крым) // Экосистемы, их оптимизация и охрана. 2013. Вып. 8. С. 130–140.
3. Е.А. Домнина. Опыт составления детальной карты растительности пойменного луга / Е.А. Домнина, А.С. Тимонов, Г.Я. Кантор, А.П. Кислицына, В.П. Савиных // Теоретическая и прикладная экология. №1. 2017. С. 42–49.
4. Сапегин Л.М. Пойменные луга юго-востока БССР, их рациональное использование, улучшение и охрана / Л.М. Сапегин. – Минск, 1985.
5. Сапегин Л.М. Синтаксономия луговой растительности как основы разработки экологической стратегии использования (на примере пойм Белорусского Полесья): автореф. дис. док. биол. наук: 03.00.05 / Л.М. Сапегин. – М., 1987.
6. Сапегин Л.М. Оптимальная экологическая стратегия использования и охраны естественных кормовых угодий пойм Белорусского Полесья / Л.М. Сапегин // Проблемы экологии Белорусского Полесья: Сб. науч. тр. биол. ф-та Гом. гос. ун-та им. Ф. Скорины. – Гомель, 2001.

Статья поступила в редакцию 14.01.2022 г.