

состояния реки Лучеса. Установлено, что воды реки за городом относятся к чистым ( $\beta$ -мезосапробная зона,  $S=1,64$ ), в то время как в черте города антропогенная нагрузка приводит к умеренному загрязнению и переходу в состояние типичной  $\beta$ -мезосапробной зоны ( $S=2,0$ ). Полученные результаты свидетельствуют о заметном, но не критическом влиянии городской среды, что требует внимания со стороны природоохранных и коммунальных служб для предотвращения дальнейшей деградации экосистемы реки.

1. Бухтиярова, Л.Н. Bacillariophyta в биомониторинге речных экосистем. Современное состояние и перспективы использования / Л.Н. Бухтиярова // Альгология. – 1999. – Т. 9, № 3. – С. 89–103.
2. Водоросли: справочник / [ред. коллегия: С.П. Вассер и др.]. – Киев: Наук. думка, 1989. – 608 с.
3. Гальцова, В.В. Практикум по водной экологии и мониторингу состояния водных систем / В.В. Гальцова, В.В. Дмитриев. – Санкт-Петербург, 2007. – 200 с.
4. Макрушин, А.В. Биологический анализ качества вод / А.В. Макрушин. – Л.: Зоол. ин-т АН СССР, 1974. – 60 с.

## **СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ ПОЛЕЙ КАК ОСНОВА ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

**Селезнёва А.В.,**

*студентка 4 курса ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь  
Научный руководитель – Торбенко А.Б., ст. преподаватель*

**Ключевые слова.** Точное земледелие, цифровое картографирование, беспилотная съемка, дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), геоинформационные технологии (ГИС), RTK-позиционирование, карты неоднородности агроэкосистем, цифровые карты границ угодий, GPS-навигация и автопилотирование, сельскохозяйственные угодья северной Беларуси.

**Keywords:** Precision farming, digital mapping, unmanned aerial photography, Earth remote sensing (ERS), geoinformation technologies (GIS), RTK positioning, agroecosystem heterogeneity maps, digital land boundary maps, GPS navigation and autopilot, agricultural lands of northern Belarus.

Технологии точного земледелия позволяют экономить ресурсы, контролировать качество и количество урожая, сокращать финансирование, обеспечивают экологизацию сельскохозяйственного производства. Внедрение технологий точного земледелия на севере Беларуси дает возможность решить проблему неоднородности условий в границах поля, которая связана с мозаичным почвенным покровом, пересеченным рельефом и неоднородным увлажнением.

Цель исследования – доказать необходимость создания высокоточных цифровых карт неоднородности полей для технологий точного земледелия, а также обозначить оптимальные параметры такой картографической основы.

**Материал и методы.** В ходе проведенных исследований была выполнена беспилотная съемка территории и проведена обработка полученных данных как в видимом диапазоне, так и в мультиспектральном формате. Общая площадь экспериментальных работ составила свыше 4 тыс. га сельскохозяйственных угодий, расположенных в окрестностях г. Витебска. На основании договоров о сотрудничестве исследования осуществлялись на землях ОАО «Сушево-Агро», Витебского зонального института сельского хозяйства НАН Беларуси, ПК «Ольговское» и ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика».

В работе использовался БПЛА **Phantom4 multispectral**, обеспечивающий получение изображений с разрешением 4,6 см/пиксель при высоте полета 100 м. Точность позицио-

нирования составляла 5-10 см по вертикали и горизонтали благодаря встроенному RTK-модулю.

Применялись дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), методы картографического анализа и геоинформационные технологии (ГИС). Съемка выполнялась с использованием беспилотного летательного аппарата, оснащенного мультиспектральными камерами.

#### **Результаты и их обсуждение.**

Для внедрения технологий точного земледелия требуется учитывать дополнительные финансовые вложения, которые можно классифицировать следующим образом:

- расходы на сбор исходных данных (цифровые карты, глобальные системы позиционирования (ГСП), сенсоры);
- затраты на обработку и хранение информации (специализированное ПО, вычислительная техника);
- инвестиции в специализированное оборудование с функциями ГСП-управления, необходимое для выполнения операций по дифференцированному посеву, внесению удобрений, защите растений и обработке почвы.

Высокая точность планирования маршрутов сельскохозяйственной техники обеспечивается только при наличии не просто карт границ угодий, но и детализированного картирования препятствий. К ним относятся как объекты антропогенного происхождения (электроопоры, мелиоративные каналы и колодцы), так и природные элементы (водоемы, кустарники, овраги, деревья и крутые склоны).

Для реализации таких задач техника должна быть оснащена GPS-навигацией и автоматизированной системой управления движением. Современные модели агромашин включают подобные функции, однако их стоимость ограничивает доступность для большинства хозяйств. Особенно важным является учет рельефа при построении маршрутов, так как это позволяет корректно выполнять агротехнические операции на склонах. Этот фактор имеет особое значение для условий северной Беларуси, где рельеф отличается выраженной пересеченностью.

Эффективность применения технологий точного земледелия напрямую связана с качеством картографической основы. Для продуктивного управления агроэкосистемами необходимо рассматривать не только границы полей, но и внутреннюю неоднородность их участков. Такие границы определяются на основе интегрированного анализа карт рельефа, экспозиции склонов, увлажненности, продуктивности и других характеристик, полученных методами дистанционного зондирования.

Результатом обработки этих данных становятся карты пространственной неоднородности агроэкосистем, которые дают агрономам возможность устанавливать параметры для дифференцированного выполнения агротехнических мероприятий.

Актуальность внедрения цифрового картографирования в сельскохозяйственном производстве северных районов Беларуси определяется природно-географическими условиями региона. Сложный рельеф, изрезанность границ земельных участков, разнообразие почвенного покрова и холмисто-моренный ландшафт делают использование цифровых технологий особенно важным для повышения эффективности растениеводства.

**Заключение.** В данной работе впервые предложен комплексный подход к созданию цифровых карт различий полей для внедрения технологий точного земледелия на севере Беларуси. Определены оптимальные параметры проведения съемки (высота 80-100 м, разрешение 4-5 см/пиксель, RTK-позиционирование). Цифровое картографирование является ключевым инструментом цифрового сельского хозяйства. Успешное развитие технологий точного земледелия возможно только при стандартизации и широком применении высокоточных цифровых карт в аграрных предприятиях региона.

1. Точное сельское хозяйство / Е. В. Труфляк, Н. Ю. Курченко, А. А. Тенеков [и др.] ; под редакцией Е. В. Труфляк. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 512 с. – ISBN 978-5-507-49080-6. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/370976> (дата обращения: 24.10.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Торбенко А.Б. Использование беспилотных комплексов как инструмента мониторинга в сфере природопользования / А.Б. Торбенко, Д.В. Буйко, Д.В. Новиков, А.В. Селезнева // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях: Материалы X Междунар. науч. конф. (памяти проф. Петина А.Н.) 24-26 октября 2023 г. – Белгород: Изд-во «ПОЛИТЕРРА», 2023. – С.217-224.

## **ПОКАЗАТЕЛИ АЛЬФА-РАЗНООБРАЗИЯ АССАМБЛЕИ ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABIDAE) ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ Р. ЛАГОВКА (ТОЛОЧИНСКИЙ РАЙОН ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ)**

**Сидорович А.А.,**

*студентка 4 курса ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель – Сушко Г.Г., доктор биол. наук, профессор*

Ключевые слова. Жужелицы, река, альфа-разнообразие, прибрежная зона, береговые биоценозы.

Keywords. Ground beetles, river, alpha diversity, coastal zone, coastal biocenoses.

Жужелицы являются одним из наиболее многочисленных таксонов беспозвоночных животных, обладающих высоким видовым богатством и разнообразием. Благодаря своему видовому разнообразию и широкому распространению, служат широко используемыми индикаторами состояния наземных биоценозов. Изучение современного состояния и изменений биологического разнообразия жужелиц в конкретном регионе является важным шагом для долгосрочного контроля о состоянии окружающей среды, что необходимо для разумного использования природно-ресурсного потенциала уникального природного региона республики [3, с.32].

В настоящее время подобные исследования приобретают особую актуальность, так как очень интенсивно идет процесс изменения ландшафтов человеком. В результате этих изменений многие виды исчезают или сокращают свою численность, меняют образ жизни, а некоторые получают благоприятные условия для развития [2, с.42].

Цель работы: дать оценку альфа-разнообразия ассамблей жужелиц береговых биоценозов р. Лаговка.

**Материал и методы исследования.** Материал собирался с использованием стандартного энтомологического метода – ловушек Барбера [1, с.70]. В качестве ловушек использованы пластиковые стаканчики объемом 0,5 л, вкопанные в землю так, чтобы верхний край был на уровне почвы и сверху на 2–3 см над уровнем почвы закрывались пластиковой крышкой. Стаканчики на  $\frac{1}{4}$  объема заполнялись фиксирующей жидкостью. В качестве фиксирующей жидкости применяли 9%-ный раствор уксусной кислоты [1, с. 73]. Ловушки выставлялись по 5 или 10 штук (на склонах параллельно берегу) в ряд (расстояние между ловушками 5 метров) в каждом биоценозе.

Место исследования – прибрежная зона реки Лаговка в окрестностях д. Волковичи Толочинского района Витебской области. В составе фитоценозов преобладают кустарники (*Salix* sp.) и травы (преимущественно представители рода *Scirpus*).

**Результаты и их обсуждение.** В локалитетах прибрежной зоны р. Лаговка выявлено 31-32 вида, 19 родов представителей семейства жужелиц. Всего отловлено 388-445 экземпляров. Параметры альфа-разнообразия жужелиц приведены в таблице.