

касаемо пассажиропотока выделим именно Гомельский регион. Он лидирует по мощности пассажиропотока в стране. Это объясняется следующим – здесь находится второй по населению город страны – Гомель, с населением в 520 тысяч человек, а также такие крупные населенные пункты как: Мозырь, Жлобин, Речица, Светлогорск. Исходя из этого можем определить, что пассажиропоток образуется именно благодаря развитой сети населенных пунктов.

Гродненская область с рангом (5) имеет достаточно хорошую общую длину дорожных путей, но в то же время наименьший показатель пункта пассажиропоток. Возможно, это объясняется малой плотностью крупных населенных пунктов в регионе, а также окраинным положением на западе страны, где транзит через республику пассажирами ограничивается.

Наименьший ранг (6) получила Могилевская область. Рельеф и природные условия области достаточно благоприятны, однако слабо развита сеть крупных населенных пунктов.

Заключение. Исходя из приведенных данных, можно сделать вывод о том, что в государстве хорошо развита дорожная система и обеспеченность дорогами твердым покрытием, что особо важно для туристско-рекреационного потенциала.

1 Транспорт в Республике Беларусь // Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/2024>. – Дата доступа: 04.03.2025.

2 Аналитические данные о населении в Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bdex.ru/naselenie/belarus/2025>. – Дата доступа: 05.03.2025.

4. Строчко, О.Д. Туристско-рекреационный потенциал Республики Беларусь и ближнего зарубежья: метод. рекомендации / О.Д. Строчко; М-во образования РБ, Учреждение образования «Витебский гос. ун-т имени П.М. Машерова», Каф. географии. – Витебск: ВГУ имени П. М. Машерова, 2014. – 49 с. <https://rep.vsu.by/handle/123456789/4373>.

КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ОСНОВА ВНЕДРЕНИЯ СЕРВИСОВ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА СЕВЕРЕ БЕЛАРУСИ

Селезнева А.В.*, Торбенко И.А.**,

**студентка 3 курса, **магистрант ВГУ имени П.М. Машерова,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Научный руководитель – Торбенко А.Б., ст. преподаватель

Технологии «точного земледелия» – это группа программно-технических и административно-управленческих решений внедряемых с целью кардинальной экономии средств в земледелии за счет предельно точного расчета расходуемых семенного материала и удобрений, оптимизации агротехнических мероприятий и снижения затрат рабочего времени [1].

Цель представленной работы – доказать необходимость создания и определить оптимальные параметры формирования высокоточной цифровой картографической основы внедрения технологий точного земледелия с учетом региональных особенностей и реалий современного растениеводства. В работе предлагается комплексный подход к созданию и использованию цифровых картографических материалов как основы внедрения цифровых сервисов точного земледелия.

Материал и методы. Исследования проводились на площади более 4 тыс. га в окрестностях г. Витебска. Материалами послужили данные беспилотной съемки, карты Земельно-информационной системы Республики Беларусь, данные ДЗЗ с открытых сетевых сервисов. Использовалось российское, отечественное и свободно распространяемое ПО (QGIS, Agisoft, SAS Planeta и др.). Для съемки использован БЛА Phantom4multispectral. По результатам исследований оптимальные параметры съемки и картографических результатов в целях точного земледелия при использовании беспилотников среднего класса

(мультироторные, до 30 кг) : разрешение от 4 до 10 см/пиксель, высота съемки 80–100 м, наложение снимков 70/70, точности позиционирования 5–10 см как по вертикали, так и по горизонтали, которая обеспечивается встроенным RTK модулем [2].

Результаты и их обсуждение. Точное земледелие предполагает в общих чертах внедрение 3 основных технологических элементов: 1) цифровых сервисов организации, управления и контроля процессов, связанных с производством продукции растениеводства таких, как Геомир, CropWise, ExcistFarming и др.; 2) автопилотирования и параллельного вождения; 3) дифференцированного внесения удобрений, сева и других агротехнических мероприятий.

Первым шагом внедрения любого из названных элементов является создание цифровой карты угодий заданной точности. Однако, в процессе исследований нами выявлен ряд особенностей в требованиях к картам необходимым для успешного использования на практике тех или иных инноваций.

Цифровые сервисы. Основными результатами их использования являются точные расчеты необходимых затрат ресурсов (удобрений, посевного материала, средств защиты растений, воды для мелиорации, ГСМ, рабочего времени и т.д.) на единицу площади для каждого поля, оптимизация логистики, контроль точности исполнения нарядов, расхода ГСМ и пр. Кроме того, они позволяют судить по материалам ДЗЗ о состоянии земель и посевов, что дает возможность определять и корректировать сроки сбора урожая, посева, определить какой участок поля нуждается во внесении удобрений и средств защиты растение, спрогнозировать урожайности.

Необходимость построения высокоточных цифровых карт угодий при использовании таких сервисов определяется тем, что кадастровые данные о площади и контурах угодий по ряду причин зачастую серьезно отличаются от реальных (так, разница между площадью по кадастру и реальными данными составила в опытном хозяйстве в 1,5 тыс. га около 40 га). При выходе техники за контуры угодий, ряд сервисов подает предупреждения о нарушениях, которые требуют реакции (наказания, коррекции или др.), но при этом обусловлены лишь неточностью карт. Кроме того, кадастровые карты цифрового формата доступны для просмотра, но не скачивания и использования.

Параллельное вождение и автопилотирование. Основывается на использовании инновационного технологического оборудования, для работы которого необходимо задание маршрута движения техники. Необходимая точность параметров маршрута предполагает не только наличие высокоточных цифровых карт контуров угодий, но также картирования всех препятствий для передвижения техники как антропогенного (столбы, мелиоративные колодцы и каналы и пр.), так и естественного происхождения (кустарники, деревья, водоемы, промоины, крутые склоны и др.). Учет рельефа в процессе маршрутизации необходим также для установки правильного направления обработки склонов, что особенно важно в условиях пересеченного рельефа севера Беларуси.

Дифференцированное проведение агротехнических мероприятий. Основывается на рассмотрении в качестве элементарной единицы угодий не поля, а его отдельных участков обладающих общностью условий увлажнения, почвенного покрова, рельефа. Технология в наибольшей степени требует качественного картографического обеспечения, так как в данном случае важны не только границ поля в целом, но и границы участков с различными условиями внутри поля. Выделение таких границ - результат сопряженного анализа карт рельефа, экспозиции и уклонов, продуктивности, увлажнения и других материалов, получаемых в результате ДЗЗ.

Заключение. Таким образом, север Беларуси является исключительно перспективным регионом для развития точного земледелия в связи со сложными природными условиями. Однако сегодня цифровые технологии применяются очень слабо.

По результатам исследований определено, что наиболее подходящими источниками данных для создания высокоточных цифровых карт являются беспилотная съемка, сетевые ресурсы и данные кадастра (ЗИС Республики Беларусь). Для целей точного земледелия необходимо использовать только высокоточные цифровые карты (разрешение от 4 до 10 см/пиксель; точности позиционирования 5–10 см как по вертикали, так и по горизонтали).

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.

ПРИМЕНЕНИЕ ДНК-ШТРИХКОДИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ

Серак З.Д.,

студентка 2 курса ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь

Научный руководитель – Держинский Е.А., канд. биол. наук, доцент

Энтомопатогенные грибы (ЭПГ) – это группа грибов, которые паразитируют на насекомых, вызывая их болезни и гибель. Они являются важными регуляторами численности популяций насекомых и используются в качестве борьбы с вредителями сельского хозяйства, лесного хозяйства и в других областях [1]. Поиск новых приемов контроля численности насекомых-вредителей требует изучения их болезней и паразитов в природе. Одной из ключевых задач подобных исследований представляется определение таксономической принадлежности энтомопатогенных микроорганизмов.

ДНК-штрихкодирование (баркодирование ДНК) – метод молекулярной идентификации, позволяющий по коротким генетическим маркерам в ДНК определять принадлежность организма к определённому таксону в уже существующей классификации, что крайне необходимо при эколого-генетических исследованиях [2; 3]. Определение ЭПГ всегда затруднительно. Методы ДНК-штрихкодирования являются надежным способом, который дает возможность быстро и точно идентифицировать вид ЭПГ.

Цель работы: проанализировать данные научных публикаций и интернет-источников с целью изучения возможности применения ДНК-штрихкодирования для определения ЭПГ.

Материал и методы. Работа основана на теоретическом анализе значительного количества литературных источников информации, которые рассматривают применение ДНК-штрихкодирования для определения таксономической принадлежности грибов. В работе использованы аналитический и сравнительный методы исследований.

Результаты и их обсуждение. ДНК-штрихкодирование особенно актуально для грибов из-за их огромного разнообразия, морфологической простоты и недостаточной изученности систематики. В отличие от животных и растений, митохондриальный ген *cox1* не подходит для грибов. Вместо него основным маркером стал ITS (транскрибируемый спейсерный регион рРНК), фланкированный консервативными генами, что облегчает подбор универсальных праймеров и обеспечивает высокую успешность амплификации. Несмотря на некоторые недостатки, ITS признан главным маркером для ДНК-штрихкодирования грибов Международным Консорциумом по ДНК-штрихкодированию грибов [4].