

ных задач и минимизации рисков в случае повторного обрушения вулканической постройки.

1. Мелекесцев, И.В. О возрасте и масштабе катастрофических извержений типа направленного взрыва вулкана Авачинский (Камчатка) в позднем плейстоцене / И.В. Мелекесцев, С.Н. Литасова, Л.Д. Сулержицкий // Вулканология и сейсмология. – 1991. – № 2. – С. 3–12.

2. Делемень, И.Ф. Склоновые оползневые процессы на территории г. Петропавловск-Камчатский / И.Ф. Делемень, Г.И. Аносов, Т.И. Константинова // Геодинамика и вулканизм Курило-Камчатской островодужной системы. – Петропавловск-Камчатский: ИВГиГ ДВО РАН, 2001. – С. 916–920.

3. Фролова, Ю.В. Скальные грунты и методы их лабораторного изучения : учеб. пособие / Ю.В. Фролова. – М.: КДУ, 2015. – 222 с.

## **КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМОВ КАРЬЕРНЫХ ВЫРАБОТОК**

**Обухова К.А.,**

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

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

Ключевые слова. NanoCAD, САПР, аэрофотосъемка, БЛА, фотограмметрия, определение объемов выработки карьера, дистанционное зондирование, цифровая модель местности.

Keywords. NanoCAD, CAD, aerial photography, UAV, photogrammetry, quarry production volume determination, remote sensing, digital terrain model.

Определение объемов выработки карьера представляет собой процесс высокоточного инженерно-геодезического расчета массы или объема полезного ископаемого (песка, щебня, угля, руды и др.), извлеченного из горной выработки за заданный временной интервал (месяц, квартал, год).

Эта процедура является ключевым элементом системы эколого-экономического планирования и оперативного управления горными работами, обеспечивающим: контроль выполнения производственных заданий, учет движения минеральных ресурсов, расчет налоговой базы (в частности, для исчисления НДС — налога на добычу полезных ископаемых), оценку остаточных запасов месторождения, анализ эффективности использования оборудования и логистики, контроль за соблюдением экологических нормативов.

В современных условиях развития горнодобывающей отрасли повышаются требования к точности, оперативности и безопасности мониторинга объектов разработки. Традиционные методы наземной съемки карьеров трудоемки, требуют присутствия персонала в опасных зонах и часто уступают в детальности данных. Актуальной задачей является внедрение дистанционных технологий, таких как аэрофотосъемка с использованием беспилотных летательных аппаратов (БЛА), которые позволяют получать высокодетальные данные с минимальными временными затратами и рисками для человека.

Целью данного исследования является апробирование методики определения объемов выемки карьера на основе комплексного применения БЛА и программного обеспечения (Agisoft Metashape, QGIS, nanoCAD Geonics), обеспечивающую высокую точность измерений, оперативность выполнения работ и соответствие требованиям нормативных документов.

**Материал и методы.** Исследования проводилась на территории песчаного карьера Шалыги в 20-и километрах к северу от г. Витебска.

Для съемки карьера использовался БЛА (Phantom) в автоматическом режиме (высота 60 м, продольное и поперечное перекрытие снимков 70 %, разрешение 2.5 см/пиксель) в сложных метеорологических условиях. Позиционирование материалов

съемки осуществлялось на основе GPS и оптических систем БЛА. Результаты сравнивались с данными землепользователя, полученными через базовую мобильную станцию GNSS.

Обработка данных проведена в комплексе: построение ортофотоплана, облака точек и ЦММ в Agisoft Metashape; подготовка данных в QGIS; финальный расчет объемов выемки в лицензионном российском ПО nanoCAD Geonics методами квадратов и по треугольным призмам.

**Результаты и их обсуждение.** Основные расчеты проводились на базе специализированного модуля российского аналога AutoCAD – nanoCAD Geonics. Построение поверхностей проводилось несколькими способами на базе импортированных из облака точек и горизонталей. Картограммы земляных масс построены по квадратам (аналог ручного способа расчетов). Все расчеты были выполнены согласно требованиям ГОСТ.

Получение сходных по качеству исходных материалов для оценки объемов земляных работ с помощью БЛА требуют значительно меньших затрат времени и, в принципе, даже не предполагает нахождения оператора в опасной зоне карьерной разработки. По всем параметрам модель поверхности для расчета, полученная по данным БЛА, в разы точнее, чем полученная в результате наземной съемки.

Использование в расчетах российского лицензионного сертифицированного инженерного программного обеспечения и ГИС позволяет избегать ряда проблем связанных, во-первых, с уходом с отечественного рынка AutoCAD, ArcGIS, Mapinfo и пр., во-вторых, с техническими и правовыми аспектами использования полученных данных.

Определение объемов выработки карьера представляет значительный практический интерес для решения экологических задач. Данная методика может быть успешно применена в сфере экологического мониторинга и природовосстановительных работ. Прежде всего она актуальна для контроля состояния рекультивированных территорий, где регулярная аэрофотосъемка позволяет с высочайшей точностью рассчитывать объемы насыпного грунта, перемещенного для формирования рельефа, контролировать угол откосов и планировать посадочные работы. С помощью nanoCAD Geonics можно точно спроектировать и проверить выполнение проектных отметок рельефа что особенно важно при восстановлении нарушенных земель.

Важным применением является мониторинг деградации земель и оползневых процессов, где сравнение цифровых моделей рельефа, построенных по данным разновременной съемки, позволяет выявлять области эрозии оползневые смещения и просадки грунта, а также количественно оценивать объемы перемещенных масс для разработки мер по стабилизации ситуации. Кроме того, методика крайне полезна для расчета объемов складированных отходов производства, например, в шламохранилищах или хвостохранилищах, где регулярный мониторинг объема накопленных отходов необходим для оценки экологических рисков планирования мер по их изоляции и рекультивации, а также для соблюдения требований природоохранного законодательства.

Таким образом методика определения объемов выработки карьера с использованием БЛА и nanoCAD выходит далеко за рамки горнодобывающей отрасли и становится мощным инструментом для решения широкого спектра экологических проблем, связанных с нарушением и восстановлением земель, позволяя переходить от качественных оценок к точному количественному учету.

**Заключение.** На основании проведенного исследования по определению объемов выработки карьера Шалыги с применением беспилотного летательного аппарата и программного комплекса Agisoft Metashape-QGIS-nanoCAD Geonics можно сделать вывод о высокой эффективности и перспективности комплексного подхода к мониторингу объектов горнодобывающей промышленности с использованием дистанционных методов, САПР и ГИС.

Важно подчеркнуть, что применение БЛА позволило значительно сократить время полевых работ и полностью исключить нахождение персонала в опасной зоне карьера,

что соответствует современным требованиям промышленной безопасности. Использование российского программного обеспечения napoCAD Geonics обеспечивает не только соответствие отечественным стандартам, но и технологическую независимость в условиях импортозамещения. Разработанный подход демонстрирует существенное преимущество перед традиционными наземными методами съемки по точности, оперативности и детальности получаемой информации, что особенно важно для экологического мониторинга, рекультивации нарушенных земель и восстановительных работ.

Перспективы дальнейших исследований видятся в разработке унифицированной методики использования беспилотных комплексов для мониторинга карьеров, включая стандартизацию процедур съемки, обработки данных и расчета объемов выемки с учетом требований нормативных документов.

## ИКСОДОВЫЕ КЛЕЩИ ЛЕСО-ПАРКОВЫХ ЗОН Г. ВИТЕБСКА

**Осмоловский А.А.,**

студент 5 курса ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь

Научный руководитель – Яновская В.В., канд. биол. наук, доцент

Ключевые слова. Иксодовые клещи, *Ixodes ricinus*, *Dermacentor reticulatus*, г. Витебск.  
Key words. Ixodid ticks, *Ixodes ricinus*, *Dermacentor reticulatus*, Vitebsk.

Иксодовые клещи встречаются на всех континентах и обитают в разных климатических условиях по всему миру, в том числе и в Республике Беларусь. На территории нашей страны основное эпидемическое значение имеют клещи *Ixodes ricinus* и *Dermacentor reticulatus*. Представители этих семейств характеризуются чрезвычайно широким кругом «прокормителей» (животные-человек) и наибольшей степенью агрессивности [1–3]. Питаясь кровью, паразиты играют ключевую роль в качестве биологических переносчиков целого спектра инфекционных агентов, включая вирусы, риккетсии, бактерии, спирохеты, анаплазмы, пироплазмы, тейлерии и др., вызывающие многочисленные заболевания человека и животных. В настоящее время на территории Республики Беларусь не снижается количество антропонозных, зоонозных и антропозоонозных инфекционных и инвазивных заболеваний, причиной которых являются клещи и насекомые [4]. Сохраняется неблагоприятная эпизоотическая обстановка по пироплазмидозам как у мелких домашних, так и у сельскохозяйственных животных, а также периодически учащаются случаи заболевания человека после укуса клещей.

Цель исследования: анализ присутствия иксодовых клещей в лесопарковых зонах г. Витебска.

**Материал и методы.** Исследование проводилось в 2024 году в сентябре. Сбор иксодовых клещей осуществлялся с открытой природы на обозначенных маршрутах (таблица).

Таблица – Абсолютное количество иксодовых клещей в обследованных природных биоценозах г. Витебска

Территория обследования	Количество взрослых имаго клещей, абс.единицы	Количество нимф, абс.единицы
Лесо-луговые угодья горпоселка Ольгово	5	-
Парк им. Советской Армии (Улановичи)	7	1
Лесо-парко-луговая зона р. Лучеса непосредственно на территории г. Витебска	7	3
Лесо-луговая территория свободной экономической зоны в районе Журжева	9	-
Выборка клещей для г. Витебска	28	4
Другие рекреации	170	18
Общее количество клещей	216	