

ма, которая специально проектируется и создается для защиты человека и средств его деятельности от неблагоприятных свойств окружающей среды. Однако в процессе строительства и функционирования городов складываются предполагаемые или непредвиденные воздействия, которые способны вызывать в свою очередь негативные последствия как в деятельности человека, так и в его здоровье, и требовать при этом всестороннего анализа и принятия решений. Рассмотрение города как специфической ПТС обусловлено, согласно В.С. Хомичу с коллегами (2004), несколькими причинами: а) город представляет собой результат взаимодействия технических систем с присущими им параметрами и структурами с природной обстановкой, в которую они помещены; б) значительными масштабами привнесения техногенных веществ в природу, высокой концентрацией воздействия и глубиной преобразования природных комплексов; в) неоднородностью источников воздействия, обусловленной включением в каркас города целого набора источников, вызывающих воздействия промышленного, транспортного, сельскохозяйственного, рекреационного и других факторов; г) тесной территориальной взаимосвязанностью и интегрированностью всех видов воздействий в пределах города и в зоне его влияния; д) возможностью рассмотрения города в виде системы, функционирующей за счет потоков вещества и энергии на входе в систему (электроэнергия, топливо, сырьевые материалы, вода, пища и пр.), а на выходе из системы наряду с готовой продукцией – твердые отходы, сточные воды и выбросы в атмосферу.

Заключение. Под городом будем понимать пространственно-ограниченную природно-техническую систему (ПТС), представленную сложным комплексом взаимосвязанных обменом вещества и энергии живых организмов и абиотических элементов (природных и технических), создающим городскую среду обитания человека, отвечающую его биологическим, экономическим, трудовым, социальным и психологическим потребностям.

1. Андреева, Т.А. Экология в вопросах и ответах: учеб. пособие / Т.А. Андреева. – М.: Проспект, 2006. – 180 с.
2. Покшишевский, В.В. О некоторых задачах комплексных физико-географических исследований городов / В.В. Покшишевский // Вопросы географии. – 1952. – Сб. 28. – С. 177–191.
3. Емельянов, А.Г. Основы природопользования / А.Г. Емельянов. – М.: Академия, 2009. – 5-е изд., стер. – 304 с.
4. Герасимов, И.П. Советская конструктивная география. Задачи, подходы, результаты / И.П. Герасимов. – М.: Наука, 1976. – 208 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ В ОТКОСАХ БОРТОВ КАРЬЕРА ГЛИН «ЛУКОМЛЬ-1» НА ТЕРРИТОРИИ ЧАШНИКСКОГО РАЙОНА ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ

*А.Н. Галкин, А.Б. Торбенко, К.С. Мальков
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова*

Месторождение глин «Лукомль-1» находится в Чашникском районе Витебской области, разведано в 1968–74 годах комплексной горно-геологической партией Министерства промстройматериалов БССР. Запасы глин месторождения были утверждены в 1988 г. Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых СССР в качестве глинистой составляющей для производства портландцементов, кирпича глиняного, камней керамических пустотелых, керамзитового гравия и дренажных труб.

Добычные работы на месторождении осуществляются в двух карьерах – южном и северном. Первый из них разрабатывается ОАО «Минский завод строительных материалов» с 1994 года, второй – ОАО «Завод керамзитового гравия г. Новолукомль» с 1977 года. Современное положение карьеров данного месторождения характеризуется наличием участков, где возникли потери устойчивости карьерных откосов, сопровождаемые локальными оползневыми и другими деформациями. Согласно фондовым материалам, впервые

такие участки были выявлены при обследовании бортов карьера ОАО «Завод керамзитового гравия г. Новолукомль» в 1978 и 1985–87 гг.

В карьере ОАО «Минский завод строительных материалов» первое значительное обрушение нерабочего борта карьера произошло 6 марта 1996 года. В ноябре 1997 г. оползневые деформации на участке уже рабочего борта карьера, протяженностью 110 м, повлекли за собой разрушение находящихся вблизи железнодорожных путей и смещение вглубь горной выработки на расстояние до 5 м семи железнодорожных платформ, груженных полезным ископаемым. При этом было отмечено, что в карьерах ежегодно можно было наблюдать менее значительные обрушения откосов. Было установлено, что происходят они в основном весной и осенью на участках бортов карьеров протяженностью 100–150 м и высотой 21–29 м, подверженных периодическому замерзанию-оттаиванию и сильному увлажнению. Весной 2023 г. на отработанных откосах в северо-восточной и восточной частях карьера ОАО «Завод керамзитового гравия г. Новолукомль» вновь произошли оползни. Оползневые деформации подвергся участок склонов, протяженностью более 800 м. В перемещение было вовлечено более 55000 м³ грунта. В рамках договора о выполнении научно-исследовательских работ, заключенного между заводом керамзитового гравия г. Новолукомля и Витебским госуниверситетом имени П.М. Машерова, нами было проведено обследование участка деформации откосов нерабочих северо-восточного и восточного бортов карьера с целью установления вероятных причин возникновения оползневых процессов и выработки рекомендаций по предупреждению их дальнейшего развития.

Материал и методы. Для установления причин возникновения и развития опасных оползневых процессов в откосах северо-восточного и восточного бортов карьера завода керамзитового гравия был выполнен комплекс инженерно-геологических исследований, предполагающих изучение: морфологии и строения (структуры) оползней; обводненности, физических и физико-механических свойств пород, слагающих оползневые склоны; сопутствующих экзогенных геологических процессов; динамики развития оползневых явлений; соотношения усилий, определяющих равновесие масс горных пород, слагающих оползень (проводится посредством анализа устойчивости оползневого склона). Для получения информации о морфологии, строения оползня, наличии на склонах подземных вод (и зон повышенной влажности грунтов) использовались традиционные маршрутные наблюдения с привлечением фотосъемки и беспилотного летательного аппарата (БПЛА). Отбор образцов для определения физических и физико-механических свойств горных пород оползневых массивов осуществлялся по стандартной методике из обнажений склонов и неглубоких скважин, пробуренных с помощью ручного бурового инструмента «Бур геолога». Данные о физических и физико-механических свойствах грунтов, полученные лабораторными испытаниями, сопоставлялись с имеющимися материалами изыскательских работ прошлых лет, включая рекомендации, указания и т.п. Сопутствующие геологические процессы изучались также в ходе маршрутных наблюдений с привлечением фотосъемки и беспилотного летательного аппарата. Для анализа динамики развития оползневых явлений на склонах карьера использовались материалы беспилотной съемки апреля и октября 2023 года, а также картографические материалы предыдущих лет. Для съемки использовался БПЛА Phantom4 позиционирование которого осуществлялось с точностью 4–5 см с помощью модуля RTK. Обработка и сравнение материалов весенней и осенней съемки 2023 года проводились с привлечением инструментального программного обеспечения Agisoft Metashape, QGIS и SAGA. Полученные ортофотопланы и цифровые модели местности впоследствии способствовали объективному доказательству существования относительно стабильного состояния оползней в течение года. Кроме того, на базе полученных данных была построена модель формирования поверхностного стока на исследуемой территории, которая позволила судить о возмож-

ном застойном переувлажнении участков, примыкающих к северному и особенно восточному бортам карьера, в случае избыточного выпадения осадков. Все полевые исследования участков развития оползней в откосах бортов карьера выполнялись в два этапа. На первом из них проводились все морфологические и морфометрические исследования в зоне развития оползней и прилегающей к ней территории, осуществлялся отбор монолитов грунтов из отработанных откосов для лабораторных анализов и испытаний, определялись основные физические и физико-механические свойства грунтов. Вторым этапом был нацелен на установление изменений в состоянии оползневых участков с дополнительным отбором образцов грунта из неглубоких скважин на прилегающей к участкам местности и определения их свойств.

Результаты и их обсуждение. В результате проведения морфологических исследований было установлено, что на участке развития рассматриваемых склоновых процессов имеют место проявления оползней двух форм плановых очертаний: фронтальные и циркообразные. Первые из них приурочены к восточному и юго-восточному борту карьера, имеют субмеридиональное направление; вторые сформировались в северо-восточной и восточной частях карьера в направлении склоновых поверхностей перпендикулярно фронтальным. По положению поверхности скольжения это типичные асеквентные оползни, по механизму смещения – оползни выдавливания (сжатия). Особенностью их механизма в стадию подготовки смещения является воздействие вертикального давления вышележающей толщи на деформируемый «слабый» слой. Исследование оползневых участков позволило установить, что возникновение оползневых деформаций откосов карьера обусловлено комплексом естественных причин, поскольку при отработке данного участка каких-либо технологических нарушений, повлекших за собой обрушения, выявлено не было. Основным фактором схода оползней в карьере, как показали результаты исследований, следует считать наличие в непосредственной близости от откосов северо-восточного и восточного бортов карьера ряда заболоченных понижений и западин, которые в условиях аномально выпавших в зимний период 2022/2023 года атмосферных осадков, превышающих среднюю норму для данного района более чем в 1,5 раза, стали причиной повышенной концентрации талых вод в них, спорадического появления верховодки в перекрывающих продуктивную глинистую толщу отложениях и, как результат, значительного и глубокого промачивания и насыщения водой ниже залегающих грунтов, что привело к изменению их физико-механических свойств при увлажнении, повлекшему снижению прочности и устойчивости грунтовых массивов. Другим существенным фактором возникновения оползней в откосах карьера следует считать квазиоднородное строение грунтового массива, обусловленное частым присутствием в массиве глинистых грунтов тонких алевритовых прожилок, а также прослоев и линз тонкозернистого песка. Их наличие в совокупности с водонасыщением грунтового массива облегчает возникновение горизонтальных сдвигов в глинистой толще по контакту с прослойками, способствуя тем самым быстрому обрушению карьерных откосов.

Заключение. По результатам выполненных работ специализированным службам завода керамзитового гравия г. Новолукомль было выдано заключение, из которого следовало, что с экономической точки зрения представляется нецелесообразным проведение восстановительных работ бортов карьера, а также каких-либо технических работ по защите склонов от поражения оползневыми процессами, так как эти явления в принципе будут провоцироваться наличием близко расположенных заболоченных понижений, спорадическим появлением верховодки в перекрывающих продуктивную залежь отложениях и квазиоднородным строением разрабатываемой глинистой толщи. Последнее подтверждается анализом буровых колонок скважин, пробуренных в 1977 и 1987 гг. и расположенных восточнее исследуемых оползневых участков, где на глубинах от 4 до 33 м отмечаются многочисленные прослойки и линзы тонкого серого песка. Кроме того, существующие сельскохозяйственные угодья, находящиеся за пре-

делами земельного отвода карьера вне пользования заказчика, также могут рассматриваться как фактор провоцирования оползневых деформаций в откосах карьера. Дополнительная нагрузка, вызываемая работой сельхозтехники, выпасом скота и др., может способствовать возрастанию сдвиговых напряжений и давления поровых вод в глинистых грунтах, снижая их прочность на сдвиг. По этой причине руководству завода было предложено обратиться с ходатайством в органы исполнительной власти о расширении границ земельного отвода, мотивируя это тем, что без устранения основного естественного фактора провоцирования оползневых процессов какие-либо горные работы в пределах северо-восточного и восточного бортов карьера будут сопряжены с большой долей вероятности возникновения и развития оползней.

В дальнейшем для обеспечения длительной устойчивости отработанных бортов карьера при неблагоприятном сочетании факторов, определяющих прочностные характеристики слагающих их грунтов, проектные углы заложения откосов в толще озерно-ледниковых глин рекомендовано снизить до 35–32°, что было подтверждено расчетными данными, согласно которым численные значения коэффициентов устойчивости исследуемых оползневых склонов выше значений нормативного коэффициента запаса устойчивости.

В качестве профилактических мер по предупреждению дальнейшего возникновения и развития оползней на откосах карьера заводу керамзитового гравия было предложено организовать и силами его маркшейдерской службы проводить мониторинговые наблюдения за состоянием склоновых поверхностей и активностью сопутствующих оползням экзогенных геологических процессов, происходящих в карьере и на прилегающих территориях.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАСПРОСТРАНЕНИИ ОГНЁВКИ *HELIOTHELA WULFENIANA* (SCOPOLI, 1763) (LEPIDOPTERA, CRAMBIDAE) В БЕЛАРУСИ

Е.А. Держинский¹, Е.В. Татун²

¹*Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова,*

²*Браслав, Национальный парк «Браславские озёра»*

Огнёвка *Heliothela wulfeniana* (Scopoli, 1763) – единственный представитель подсемейства Heliothelinae Amsel, 1961 в европейской фауне. Она распространена в Западной, Южной и Центральной Европе на север до южной Фенноскандии, в Прибалтике и Восточной Европе (кроме севера европейской части России), на Северном Кавказе, в Закавказье, Малой и Средней Азии, на Южном Урале, юге Сибири, Дальнем Востоке России, северо-востоке Китая, в Корее и Японии [1–4]. Это небольшая бабочка с размахом крыльев 12–13 мм. В Центральной Европе лёт имаго происходит в мае–июне, затем с середины июля до конца августа или начала сентября. Встречаются в ксеротермных местообитаниях со скудной растительностью. Бабочки активны в дневное время, летают обычно в нескольких сантиметрах над поверхностью почвы, посещают цветки *Achillea* L., *Convolvulus* L. и *Thymus* L. [5]. В полёте быстротой движений напоминают небольших совков (Noctuidae). Всё это затрудняет наблюдения и выявление вида. На свет бабочки обычно не летят, но для них отмечено привлекающее действие синтетических половых аттрактантов, применяемых для отлова других чешуекрылых, в частности – *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1787) [6]. В Беларуси до настоящего времени была известна лишь одна находка *H. wulfeniana*, сделанная ещё в середине XX века в г. Минске [7; 8].