

МОРФОГЕНЕЗ В ПОСТТЕХНОГЕННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ

© 2022 г. Ю. Г. Тютюнник^{1,*}

¹Институт эволюционной экологии НАН Украины, Киев, Украина

*E-mail: yulian.tyutyunnik@gmail.com

Поступила в редакцию 04.06.2021 г.

После доработки 30.10.2021 г.

Принята к публикации 10.01.2022 г.

Изучены процессы морфолитогенеза на промплощадках заброшенных и разрушающихся заводов (на примере сахарных, стекольных, машиностроительных и химических). Их техногенный покров создается совокупностью техногенных компонентов промышленного ландшафта (представлены корпусно-цеховой застройкой и выносным оборудованием). Заброшенные промплощадки рассматриваются как посттехногенные ландшафты, а цикл их разрушения и саморазрушения – как своеобразную разновидность морфолитогенеза. Охарактеризованы главные проявления этого процесса, который поделен на три фазы и одиннадцать подфаз. Главный признак первой фазы – более-менее устойчивое существование техногенного покрова в условиях прекратившегося производственного техногенеза. Вторая фаза характеризуется искусственным (в первую очередь) и естественным саморазрушением техногенного покрова, его превращением в технолиты, на которых формируются ландшафты каменистого бедленда. Третья фаза – формирование реликтового посттехногенного рельефа на месте промплощадки под влиянием естественных процессов морфогенеза, литогенеза, почвообразования, а также возвратных экологических сукцессий. Подфазы являются детализацией фаз процесса. Приведены примеры наиболее интересных процессов рельефообразования и форм посттехногенного рельефа, возникающих во второй и третьей фазах разрушения и саморазрушения сахарных заводов.

Ключевые слова: технолит, реликтовый рельеф, фазы разрушения и саморазрушения

DOI: 10.31857/S0435428122020092

Антропогенная геоморфология различает множество форм рельефа, сформированных человеком или при его участии. Только терминов, которыми обозначаются такие формы, по подсчету Э.А. Лихачёвой и соавт. [1, с. 37–38], в русскоязычной литературе насчитывается около 20. Все они объединяются общим понятием *антропогенный рельеф*. В списке групп антропогенного рельефа различают две близкородственные категории, которые часто смешивают или путают: промышленный и горнопромышленный рельеф. Со вторым все более-менее ясно: это рельеф, образованный в результате добычи полезных ископаемых. Самые распространенные его формы – карьеры и отвалы. А вот что такое “промышленный рельеф” – рельеф заводов и фабрик, гигантских комбинатов и промышленных зон? Несмотря на имеющийся интерес к этому вопросу [2–4], четкого понимания нет. Камнем преткновения служат технические объекты и инженерные сооружения, которые в промышленном производстве представлены *цехово-корпусной застройкой* и агрегатами, аппаратами, машинами, конструкци-

ями, находящимися вне цехов и известными и промышленной архитектуре как *выносное оборудование*. Считать их формами рельефа? По этому вопросу в геоморфологии идут дискуссии, но мы их перенаправим в область ландшафтоведения, где возникает тот же вопрос: являются перечисленные выше объекты компонентами ландшафта? Если дать положительный ответ, что нами неоднократно обосновывалось [5, 6], то все здания и сооружения, конструкции и агрегаты причисляются к формам рельефа на том простом основании, что за ними признается статус ландшафтных компонентов. Такая позиция обоснована Л.Л. Розановым с использованием термина “рельефоиды” [4], который подразумевает, что это техногенные компоненты ландшафта, рассматриваемые с позиций только геоморфологии (т.е. как формы рельефа).

Учитывая сказанное, рельеф промплощадки/промландшафта в период функционирования производства можно подразделить на три или четыре составляющие: а) природные формы рельефа, в той или иной мере измененные во время

строительства предприятия; б) формы, созданные во время строительства (их можно объединить с “а”); в) формы антропогенного рельефа, образованные в процессе работы завода (обычно формируются твердыми и полутвердыми его отходами), и г) рельефоиды — корпусно-цеховая застройка, выносное оборудование, а также транспортная инфраструктура, частично специфичная для производства.

В настоящей статье мы рассмотрим объекты преимущественно из пункта “г”, но не во время работы предприятия, а после его окончательной остановки.

ПОСТТЕХНОГЕННЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ЛАНДШАФТ И РЕЛЬЕФ

В производственном контексте бытует понятие *постиндустриальной эпохи*. Аналогично имеет право на существование представление о постиндустриальных ландшафтах и, соответственно, о постиндустриальном рельефе. Категория “постмайнинговый” (ландшафт, геосистема, рельеф) в последние годы стала также широко использоваться. О посттехногенных ландшафтах и посттехногенном рельефе говорят реже. Исходные понятия — “техногенный ландшафт”, “техногенный рельеф” — имеют разные трактовки. В нашем понимании в техногенном ландшафте ведущим компонентом является *техногенный покров*. Он состоит из зданий и сооружений, машин и механизмов, конструкций и путей коммуникации. Если перечисленные объекты выполняют производственные функции, то следует говорить о *промышленном ландшафте* [5]. Посттехногенный ландшафт, а значит и рельеф, появляются тогда, когда все перечисленное перестает выполнять свои функции и разрушается либо природными процессами, либо человеком, а чаще и тем и другим. На разрушающейся промышленной площадке формируется *посттехногенный промышленный ландшафт*.

Города и поселки, дороги и промплощадки забрасывались человеком всегда [3, с. 436–452], но это случалось реже, чем возводились новые. С приходом постиндустриальной эпохи, с 1980-х годов, ситуация стала меняться. Крупное машинное производство во многих странах начало деградировать, а заводы и фабрики, рабочие поселки и даже целые города — забрасываться, разрушаться. Особенно ярко эти процессы проявились на постсоветском пространстве и были многократно простимулированы так называемыми реформами 1990-х годов. В УССР, например, функционировало более 190 сахарных заводов, а в сахароварный сезон 2020–2021 гг. их работало всего 30. “Под нож” деиндустриализации пошли заводы и иных отраслей промышленности. Образование посттехногенных промландшафтов при-

обрело массовый характер, а значит, проблема изучения их и их рельефа приобрела такую актуальность, которой не было ранее.

Одновременно возникло много новых теоретических вопросов, на что специалисты, исследующие *постмайнинговые ландшафты*, уже обратили внимание [7, т. 1, с. 142]. Самый любопытный из них — вопрос о “техногенезе наоборот”. Со времен А.Е. Ферсмана мы привыкли, что техногенез что-то создает (новые объекты, вещества, потоки, условия) и трансформирует. В случае остановки техногенеза мы сталкиваемся с ситуацией, когда его результаты и продукты остались, а сам процесс прекратился. Все то, что было им создано/трансформировано, возвращается во власть природных процессов, в частности, *естественного морфогенеза*, и начинает какую-то новую жизнь, еще мало исследованную. В *экологии* процесс восстановления экосистемы до состояния, близкого к исходному, после разрушения или существенного нарушения ее состава и структуры, принято называть *демутацией*. В работах [5, 8] предложено использовать этот термин и в геоморфологии для обозначения природных процессов трансформации посттехногенного, постмайнингового ландшафта, работающих над тем, чтобы вернуть “пост-ландшафт” в исходное природное, точнее, квазиприродное состояние. В геоморфологии пока не выработалось отчетливое понимание того, что именно следует понимать под демутацией постмайнингового, а тем более посттехногенного ландшафта, хотя эмпирического материала в этой области наработано много. Так, Г.И. Рудько и соавт. в двухтомной монографии [7] подробнейшим образом изучили процессы морфогенеза, происходящие в постмайнинговых ландшафтах, сформировавшихся в местах добычи угля, серы, нефти, озокерита и калийных солей на Западной Украине; но как отнестись к этим процессам — остается не до конца понятным. Авторы цитируемой работы называют их то деструктивными процессами, видя в них одно из проявлений техногенеза, то природно-антропогенными процессами, хотя собственно антропогенного в самих процессах уже ничего нет. Речь идет о такой “классике” морфогенеза, как склоновые процессы, заболачивание, карстование, суффозия, денудация и др. Другие исследователи говорят о постэксплуатационном техногенезе [9]. Третьи, если в закрытие шахт и карьеров вмешивается еще и человек со своими геотехнологиями и рекультивациями, — о постмайнинге [10]. Но все это так или иначе касается земель горнопромышленных. О ландшафтах заброшенных производственных предприятий речь не идет, либо упоминаются они вскользь. Между тем, их ситуация “пост-” имеет ряд особенностей, не наблюдающихся в отработанных карье-

Таблица 1. Главные проявления демутационных процессов в рельефе посттехногенных ландшафтов заброшенных сахарных заводов лесостепной зоны (римская цифра – фаза демутации; арабская – подфаза; технолиты – группы “г”: см. текст)

Ландшафты фабрично-заводские заброшенные	Ландшафты заброшенных кагатных полей	Ландшафты заброшенных жомовых ям
<p><i>I(1)</i> Завод остановлен, но работу предприятия легко можно возобновить. Процессы техногенеза прекращены. Вырезки металла нет. Биологическое выветривание – под действием микроорганизмов. Сохранность рельефоидов 100%</p>		
<p><i>I(2)</i> Начало заселения сооружений и конструкций растениями-подрывниками. Возобновить работу предприятия сложно. Сохранность рельефоидов 95–100%</p>		
<p>Внутри цехов – эпизодическая вырезка металла. Появляются мелкие искусственные разрушения сооружений (выбиты стекла, провалены крыши и др.)</p>	<p>Вырезки металла еще нет, но мобильные механизмы уже изъяты</p>	
<p><i>I(3)</i> Растения-подрывники развиты повсеместно, появляются крышники. Возобновление работы предприятия теоретически еще возможно. Сохранность рельефоидов ~95%</p>		
<p>Начинается полулегальная вырезка металла за пределами цехов. Единичные существенные и многочисленные мелкие разрушения корпусов и цехов</p>	<p>Начинается эпизодическая вырезка металла наземных конструкций</p>	
<p><i>I(4)</i> Вырезка металла приобретает массовый характер. Растения-подрывники обильны, но их разрушающая деятельность еще мало заметна. Возобновление работы предприятия невозможно. Сохранность рельефоидов 90–95%</p>		
<p>Начало бесповоротного разрушения цехов. Массовое расселение крышников. Начинается образование технолитов</p>	<p>Изъятию подвергаются подземные металлические конструкции, образуются искусственные отрицательные формы рельефа</p>	
<p>Ландшафты каменистого бедленда</p>	<p>Ландшафты давних кагатных полей</p>	<p>Ландшафты давних жомовых ям</p>
<p><i>II(1)</i> Изъятие металла легализуется и идет стремительно, сопровождаясь быстрым разрушением строений и корпусов, образованием ям и канав. Массово развиваются подрывники, результаты их деятельности становятся заметными. Сохранность рельефоидов снижается до 70–75%</p>		
<p>Выносное металлическое оборудование может еще сохраняться, но внутрицехового уже нет. Технолиты образуются массово, но преимущественно внутри сооружений. Хорошо развиты растения-крышники, сильно физическое выветривание</p>	<p>Массовое освоение растениями швов и трещин бетонных поверхностей. Изымаются бетонные плиты</p>	<p>Проявляются природные склоновые процессы. Фрагментарно задерновываются и заболачиваются днища ям</p>
<p><i>II(2)</i> Металл вырезан полностью или почти полностью. Природный морфогенез интенсивен. Идет фрагментарное задерновывание и массовое зарастание открытых каменистых поверхностей. Процессы биоразрушения достигают наибольшего развития</p>		
<p>~25% заводских зданий и сооружений полностью разрушено и превращено в каменистый бедленд, ~50% их стоят как “скелеты”. Технолиты образуются на межцеховых территориях. Развитие крышников максимально</p>	<p>Бетонные поверхности выветриваются до дресвы</p>	<p>Склоновые процессы на бортах интенсивны и разнообразны</p>
<p><i>II(3)</i> Процессы природного морфогенеза по всей бывшей промплощадке достигают наибольшей интенсивности. Не менее 50% корпусов и цехов разрушены полностью, металлического выносного оборудования нет, ½ и более территории бывшего фабрично-заводского ландшафта занята каменистым бедлендом. Разрушения, вызванные крышниками, максимальны</p>		
<p><i>II(4)</i> Процессы природного морфогенеза на технолитах начинают затухать. Промзастройка разрушена на 100%, единичные скелеты заводских корпусов и цехов, складские сооружения могут быть нетронутыми. Повсеместен каменистый бедленд, начинается его задерновывание</p>	<p>Растения со швов и трещин бетонного покрытия переходят к центральным частям бетонных плит</p> <p>Задерновано не менее 50% центральных частей каменистых поверхностей</p>	<p>Большая часть дна ямы – под слоем делювия и молодых почв. Сильное заболачивание, иногда торфообразование</p> <p>Дно ямы – полностью под почвенным, травянистым и древесно-кустарниковым покровом</p>

Таблица 1. Окончание

Ландшафты фабрично-заводские заброшенные	Ландшафты заброшенных кагатных полей	Ландшафты заброшенных жомовых ям
<p>Старо-промышленные ландшафты на месте фабрично-заводских</p> <p><i>III(1)</i> Технолиты и каменистый бедленд полностью задернованы</p> <p>Фрагменты выхода технолитов на дневную поверхность идентифицируются хорошо</p> <p><i>III(2)</i> Фрагменты выхода технолитов на дневную поверхность идентифицируются с трудом</p> <p><i>III(3)</i> Выходов технолитов нет. Идентификация возможна только по совокупности морфологических признаков, литологических и исторических данных</p>	<p>Старо-промышленные ландшафты кагатных полей</p> <p>Идентификация по морфологическим признакам возможна</p> <p><i>III(2)</i> Идентификация возможна только по литологическим признакам</p> <p><i>III(3)</i> Идентификация невозможна</p>	<p>Старо-промышленные ландшафты жомовых ям</p> <p><i>III(1)</i> Идентификация по морфологическим признакам возможна</p>

рах, шахтах, отвалах, горно-обогатительных шламоотстойниках и пр.

Прежде всего бросается в глаза то, что в посттехногенных ландшафтах субстрат, на котором проявляют себя процессы естественного или обусловливаемого человеком морфогенеза, является большей частью искусственным и не имеет аналогов в природе. Это не вскрышные суглинки и супеси, не пустая порода, не забалансовые руды и даже не минералы шламов магнитной сепарации или отсадки. Это: а) сырье, не до конца использованное в технологическом цикле, который прервался (оно может иметь и природный состав); б) остатки продукции остановившегося производства; в) его складированные отходы (во многих случаях химически глубоко измененные) и – самое главное – г) продукты разрушения зданий, сооружений, конструкций, путей сообщения. Из этих субстанций и субстратов на промплощадке и в ее окрестностях формируются отложения весьма специфического механического и химического состава. Вслед за Л.Л. Розановым назовем их *технолитами* [4]. Как природный морфогенез протекает на технолитах – вопрос малоизученный.

Ниже мы дадим характеристику некоторым важным особенностям морфогенеза в посттехногенных промышленных ландшафтах. В основу статьи лег полевой материал, собранный при исследовании: а) *индустриальных следов* [11] двух стекольных заводов Закарпатья; б) около 70 действующих и заброшенных в разные годы – от 1910-х до 2010-х – сахарных заводов Центральной Украины; в) двух недавно (2010-е) разрушенных крупных машиностроительных заводов – завода горного машиностроения в Кривом Роге и экскаваторного завода АТЕК в Киеве, а также остатков

крупнейшего завода хлорной химии “Радикал” (Киев), который был разрушен в 1990-х годах.

МОРФОГЕНЕЗ В РАЗНЫХ ФАЗАХ ДЕМУТАЦИИ ПОСТТЕХНОГЕННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Все посттехногенные изменения в рельефе заброшенного промландшафта будем рассматривать в контексте учения о демутации. Под ней обычно понимают так называемые обратные сукцессии, в ходе которых в “пост-ландшафте” самопроизвольно восстанавливается растительный покров и животный мир, биоценоз в целом. Реже понятие демутации применяют для обозначения процессов почвообразования в заброшенных антропогенных и техногенных ландшафтах. Пролонгируем это понятие и на процессы морфогенеза: будем говорить о *демутационном морфогенезе*. Это логично: если говорить о демутации ландшафта в целом, то обходить стороной другие его компоненты, включая морфолитогенную основу, будет неправильно. Поскольку техногенный покров мы также относим к ландшафтным компонентам, то следует говорить и о его демутации, хотя в этом случае смысл понятия “демутация” подвергается определенному искажению: ведь речь теперь идет не о самовосстановлении ландшафтного компонента, а о его саморазрушении.

Исследования показали [5], что за 100-летний период посттехногенный промландшафт проходит как минимум 3 фазы демутации – фазу-I, фазу-II, фазу-III. Для работающих заводов мы различаем также фазу-0, но здесь она рассматриваться не будет. Каждая фаза имеет свои особенности морфолитогенеза и соответственно своеобразные

формы рельефа, особенно в размерности “микро-” и “нано-”.

Первая фаза демутации посттехногенных ландшафтов определяется как состояние безнадёжной остановки и забрасывания завода, но без явных и массовых признаков его физического разрушения. Вхождение промландшафта в посттехногенную фазу-I обуславливается причинами экономическими: предприятие становится нерентабельным и юридическими — начинается процедура банкротства. О реновации, ревалоризации, ревитализации забрасываемой промплощадки или о перепрофилировании производства речь в данном случае не идет. Между физической остановкой завода и его юридической ликвидацией как субъекта хозяйственной деятельности проходит определенное время — от месяцев до 10–15 лет. Этот промежуток и есть фаза-I: предприятие остановлено — техногенез закончился; но целенаправленное и явное его разрушение еще не началось. Хотя обуславливаемые физическим и биологическим выветриванием процессы естественного саморазрушения техногенного покрова, особенно на поздних стадиях фазы-I, и могут проявляться уже заметно, заводские корпуса и цеха, а также выносное оборудование по-прежнему пребывают в относительной целостности и сохранности.

Наиболее существенные изменения в первой фазе происходят с рельефоидами, подверженными физическому и биологическому выветриванию, которое с годами нарастает. Важной является разрушающая деятельность микроорганизмов и грибов [12]. Но наиболее эффективные биоразрушения обуславливаются раздвигающими, протыкающими, подрывающими действиями корней и стволов деревьев. Занос семян в углы и швы между вертикальными и горизонтальными частями сооружений, их прорастание и дальнейший рост деревьев, кустов (особенно таких быстрорастущих и широко распространённых, как клен американский, береза, тополь, бузина, свидина) приводит к деформациям стен, заборов, опор, конструкций и т.п. с последующим их разрушением и обрушением (назовем такие растения “подрывниками”). Корни и поросль также интенсивно вспучивают, протыкают площадные асфальтовые покрытия, раздвигают бетонные плиты. Эти явления хорошо известны. А вот корне-разрушающая деятельность деревьев и кустов, поселяющихся на крышах, а иногда и на вертикальных стенах, известна меньше. Назовем такие растения “крышниками”. Не будет преувеличением сказать, что демутационный техногенный покров заброшенных заводов — их настоящая стихия. Уже в первой фазе демутации, после 6–7 лет простоя, а тем более после десятилетнего, на заводских корпусах можно увидеть настоящие “висячие сады Семирамиды”. Интересно, что ви-

довой состав крышников, даже более разнообразен, чем подрывников; например, среди них часто встречаются ивы и сосна обыкновенная, не характерные для подрывников. Крышники и подрывники как бы атакуют застройку с двух направлений — сверху и снизу: это ускоряет ее разрушение.

После юридической ликвидации завода в полную силу вступает такой фактор его разрушения, как массовая вырезка выносного и внутрицехового *металлического оборудования*. С этого начинается фаза-II. Заметим, что в данном случае речь идет уже не о саморазрушении техногенного покрова, а о его целенаправленном разрушении его же создателем. К деятельности “металлистов” не следует относиться иронически и нельзя ее преуменьшать: она — важная причина уничтожения рельефоидов и весьма мощный фактор антропогенного рельефообразования в местах прокладки подземных металлических коммуникаций (рис. 1). При вырезке металла начинают целенаправленно разрушаться цеха и корпуса, особенно их внутренние конструкции. К работе “металлистов” не редко подключаются заготовители камня и кирпича (на старых заводах он бывает весьма качественный). Это усиливает процесс разрушения заводской застройки. На ее месте из образовавшегося технолита (“технолита разрушения”) довольно быстро формируется ландшафт *каменистого бедленда*. Металла в нем немного, поскольку практически весь он утилизируется “металлистами”. Этот посттехногенный ландшафт имеет разные вариации, в зависимости от масштабов деятельности добытчиков металла и камня, а также — в зависимости от состава образующихся технолитов разрушения. Ландшафт каменистого бедленда представляет собой чередование холмов, холмиков и гряд, сложенных каменистым материалом с большей или меньшей долей мелкозема. Они перемежаются с ямами и углублениями, образующимися в результате изъятия металлических частей агрегатов, конструкций, технологических коммуникаций из-под земли. Целенаправленное разрушение и спонтанное саморазрушение техногенного покрова с последующим формированием каменистого бедленда — наиболее характерный признак фазы-II (рис. 2).

В первой половине фазы-II еще важна разрушающая деятельность древесно-кустарниковой растительности. Но по мере физического разрушения и саморазрушения цехов, корпусов, заводской инфраструктуры его роль ослабевает: корням и стволам просто становится нечего больше разрушать. Вместо этого начинают заметно проявлять себя *природные процессы рельефообразования* — склоновые процессы, эрозия, заболачивание, суффозия, образование псевдокарста и даже настоящего карста (для сахарных заводов характерно наличие карстующегося материала — известнякового камня: он используется в техноло-



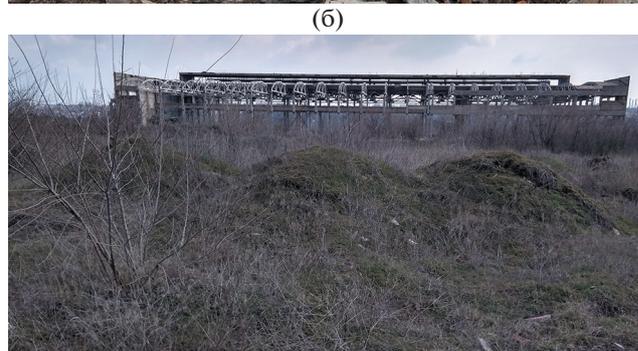
Рис. 1. Ров, образовавшийся в результате выемки железной трубы добытчиками металлолома на кагатном поле остановленного в середине 2000-х годов сахарного завода в с. Григорьевка Обуховского р-на Киевской обл. Весна 2021 г.

гическом цикле). Они не только накладываются на специфическую литологическую основу, но и проявляют себя в тех местах промплощадки, которые не заняты техногенным покровом и впоследствии технолитами. Это участки, где проходят подземные технологические коммуникации, располагаются разного рода технологические пустоты. Со временем они обрушаются, что влечет формирование специфических форм посттехногенного рельефа.

Когда роль природных процессов морфогенеза становится ведущей, а процессы разрушения и саморазрушения рельефоидов и других форм техногенного покрова сходят на нет, наступает третья фаза демутации посттехногенного ландшафта. Он постепенно нивелируется осыпями, оползнями и отседаниями, срезается денудацией, укрывается делювием и пролювием, задерновывается, местами заболачивается, зарастет деревьями и кустарниками, заселяется роющими животными и даже превращается в стихийные пастбища. Эти процессы идут десятилетиями и постепенно превращают бывший промышленный ландшафт в индустриальный след, или в реликтовый ландшафт, или в палимпсест – в зависимости от того, под каким углом смотреть.



(a)



(б)

Рис. 2. Территория бывшего завода горного машиностроения в г. Кривой Рог Днепропетровской обл. (а) – холмисто-ямковый рельеф каменистого бедленда во второй фазе демутации; (б) – холмистый рельеф каменистого бедленда в начале третьей фазы демутации. Завод начал разрушаться поэтапно в 1990-х годах. Весна 2021 г.

Но в любом случае демутировавший рельеф хранит память о тех производственных процессах и конструкциях, которые существовали ранее.

Самые характерные проявления демутационного процесса для трех типов посттехногенных ландшафтов сахарных заводов охарактеризованы в таблице (типология техногенных и посттехногенных ландшафтов сахарных заводов обоснована в [5]). Заметим, что фазы демутации разбиты на подфазы (впервые). Видно, что резких переходов между фазами нет. Однако в общем и целом они идентифицируются достаточно четко. Главные признаки таковы. Фаза-I – рельефоиды целы, но не функционируют. Фаза-II – рельефоиды разрушаются, превращаясь в технолиты. Фаза-III – разрушение завершено и процессы возобновления почвенно-растительного покрова – возвратные сукцессии – полностью господствуют на бывшей промплощадке, нивелируя оставшиеся проявления техногенеза. Важно отметить то, что разные разновидности посттехногенных ландшафтов демутуют с разной скоростью. Если одна их разновидность может пребывать, скажем, еще в первой фазе, то другая – уже во второй. Это было бы особенно отчетливо видно, если бы мы привлекли к рассмотрению также демутрующие

разновидности не техногенных, а лишенных техногенного покрова антропогенных производственных ландшафтов — экстрактивные, например, но мы их в этой статье не рассматриваем.

ОСОБЕННОСТИ ЛИТОГЕННОЙ ОСНОВЫ И МОРФОСКУЛЬПТУРЫ

Собственно посттехногенный морфолитоге-нез наиболее характерен для второй фазы дему-тации. Первую фазу можно считать, скорее, подго-товительной, а третью — реликтовой. В первой фазе морфоскульптура промплощадки продолжа-ет определяться рельефоидами и тем природным, измененным и сконструированным рельефом, который сформировался во время строительств и функционирования предприятия.

Трансформация рельефоидов физическим и био-логическим выветриванием во время простоя за-вода в конце первой фазы достигает заметных масштабов. Но в общем и целом процессы разру-шения в фазе-I определяющими не являются. Они — прерогатива фазы-II, в которой образуется основная масса технолитов (все технолиты груп-пы “г”), формируется характерная и специфиче-ская для посттехногенного промландшафта мор-фоскульптура. Наши исследования показали, что целесообразно различать *технолиты общего и спе-циального состава*. Первые образуются во всех ти-пах посттехногенных промландшафтов; вторые характерны только для промландшафтов какой-то определенной отрасли производства. Техноли-ты общего состава представляют собой смесь раз-носортного каменного боя (кирпич, бетон, ши-фер и др.), щебенки, гравия, бута, включают ме-таллические фрагменты, куски резины, пластика, деловой древесины. Технолиты специального со-става в заметном количестве содержат специфиче-ские для данного типа производства субстан-ции и их комбинации. Они несут информацию о своеобразии обусловившего их технологиче-ского цикла. Так, для фабрично-заводских отло-жений сахарных заводов характерен такой состав: кирпичный бой + известковый камень + уголь и угольная зола. По этой смеси практически безо-шибочно можно идентифицировать постинду-стриальные ландшафты — следы сахарных заво-дов даже на самых глубоких стадиях дему-тации. Для мест расположения стекольных заводов ха-рактерен бой стекла. Химические производства можно узнать по наличию в технолите специфиче-ских химических субстанций — сыпучих, мас-лянистых, полутвердых и пр.

Наиболее характерный для второй фазы каме-нистый бедленд на “свежих” технолитах состоит из субстанций как общего, так и специального состава, но распределенных по промплощадке неравномерно. Они образуют холмы, холмики, гряды, реже невысокие выровненные платооб-

разные участки. Такой каменистый рельеф явля-ется основой для формирования на более поздних стадиях дему-тации мелкохолмистого рельефа (рис. 2).

Отрицательные формы посттехногенного ре-льефа в фазе-II отличаются разнообразием и име-ют полигенетическое происхождение. Это, преж-де всего, ямы и канавы, вскрытые сборщиками металлолома при извлечении заводского металла из-под земли (рис. 1, 2). В пределах бывших фаб-рично-заводских ландшафтов отрицательные формы рельефа, сделанные “металлистами”, ча-ще всего сочетаются с каменистым бедлендом: образуется *холмисто-ямковый* рельеф.

Образующиеся естественным путем отрица-тельные формы посттехногенного рельефа пред-ставлены разнообразными феноменами обруше-ний и эрозии, суффозии и псевдокарста и даже настоящего карста. Обрушенные формы возни-кают в результате разрушения сводов подземных пустот с последующим проседанием грунта и да-же твердых покрытий из асфальта и бетона. Наи-более крупные — *мульды проседания* с диаметром 15–20 м и глубиной до 3 м образуются над подзем-ными резервуарами. Они изредка встречаются на открытых поверхностях. Более распространены *микромульды* диаметром до 1 м, глубиной до 0.5 м. Их часто можно встретить и на заасфальтирован-ных площадях. *Псевдопотоки* и *псевдогроты* ха-рактерны для мест прохождения линейных техно-логических пустот, которые открываются на дневную поверхность в результате обрушений и разрывов. Они концентрируют поверхностный сток и переводят его в подземный. В технологиче-ские пустоты потоками выносятся глинистый ма-териал перекрывающих эти пустоты отложений — образуется псевдокарст. Настоящие *карстовые воронки* возникают при наличии в технолитах большого количества карстующегося материала. На сахарных заводах это известняковый камень, используемый в технологическом цикле для по-лучения извести (с ее помощью очищается све-кольный сок). Своеобразны формы *слепо-эрози-онного рельефа*. Это — эрозионные рытвины и бо-розды, которые не имеют устья: не достигая базиса эрозии, поток проваливается во вскры-вающиеся подземные пустоты. Эрозионные процессы характерны для промплощадок, сформир-ованных в условиях сложного рельефа. Во вре-мена функционирования завода они сдержива-лись с помощью дренажа, водоотвода, укрепле-ния склонов и т.д. После его забрасывания противоэрозионные конструкции, приспособле-ния деградировали и разрушились; эрозионные потоки формируют *эрозионную морфоскульпту-ру* — вплоть до овражно-балочной.

Примерно такие же причины вызывают усиле-ние склоновых процессов. Склоны на промпло-



Рис. 3. Сложенные неиспользованным известняковым материалом искусственные мелкохолмистые террасы в пойме реки Росс в пределах промплощадки остановленного в начале 2010-х годов сахарного завода в г. Мироновке Киевской обл. Весна 2021 г.

щадках заводов разными способами укреплялись и стабилизировались. После забрасывания завода и особенно после разрушения зданий, сооружений, конструкций, подпиравших склоны, *оползневые, осыпные, солифлюкционные, делювиальные* процессы получают все условия для развития и начинают быстро формировать соответствующую морфоскульптуру. Своеобразны *склоны техногенного отседания*: они образуются при перекрытии естественных или искусственных крутых склонов крупным каменистым материалом, например, бетонными плитами или блоками.

Иногда можно наблюдать специфическую морфоскульптуру, формирующуюся на «экзотических» субстратах. Это могут быть, например, *денудационные формы* на навалках известнякового или содового материала; *такырообразный микро-рельеф* пересохших известковых ям, отстойников и шламонакопителей; *глинисто-органогенные поймы*, сложенные мочными отходами, и другие формы нано-, микро- и даже мезорельефа (рис. 3). Разнообразие посттехногенного морфолитогенеза велико.

В третьей демутационной фазе рельеф бывшего промышленного ландшафта приобретает все признаки *реликтового*. Мелкие формы, срезаясь эрозией, покрываясь делювием, задерновываясь, исчезают или изменяются до неузнаваемости. Более крупные подлежат расшифровке. Чтобы понять их происхождение, нужно знать, как минимум, технологию бывшего производства. Проще всего узнать железнодорожные насыпи и выемки, особенно при привлечении для расшифровки данных дистанционного зондирования. Не отражается на снимках, но в поле хорошо рас-

шифровывается мелкохолмистый рельеф в местах распространения каменистого бедленда (рис. 2). На снимках можно различить также корытообразные понижения, образованные под такими объектами, как жомовые и силосные ямы, бурчаные отстойники, открытые мазутохранилища и др. Но их конфигурация в плане чаще всего мало отличается от таковой иных антропогенных объектов, например, от сельскохозяйственных угодий. Подобные реликты требуют идентификации в поле, в том числе и с помощью литологических исследований. Иногда можно отыскать весьма оригинальную морфоскульптуру, и расшифровать ее можно, только очень хорошо зная технологию бывшего производства и те сооружения, конструкции, с которыми она была сопряжена. Такой формой стала цепь правильных невысоких вытянутых холмов, погруженных в яму шириной ~ 3 м, длиной ~ 50 м, глубиной 2 м на месте бывшего Трошинского сахарного завода (Каневский р-н Черкасской обл., заброшен в 1920 г.). Дальнейшие исследования показали, что перед нами – бывшая бурчаная. Эта сравнительно небольшая по размерам, очень своеобразная реликтовая морфоскульптура просматривается даже на космоснимке [13, с. 96].

Реликтовые формы рельефа третьей фазы, особенно в ее глубоких стадиях, хорошо задернованы, покрыты густой рудеральной или зональной луговой и древесно-кустарниковой растительностью (вплоть до молодых лесов). На них интенсивно идут процессы новейшего почвообразования. Спектр новообразованных почв широк – от эмбриоземов и ювенильных почв до не мощных, но уже полнопрофильных новообразованных зональных и интразональных почв, характерных для данных природных условий (черноземовидные, серолесовидные, лугово-черноземовидные и т.д.). Остатки технолитов в них обнаруживаются на глубинах уже 30–40–50 см.

ВЫВОДЫ

1. В пределах промышленных площадок остановленных и заброшенных заводов образуются посттехногенные промышленные ландшафты. Корпусно-цеховая застройка и выносное оборудование предприятий являются техногенными ландшафтными компонентами, а с точки зрения геоморфологии – рельефоидами.

2. В процессе функционирования предприятия, а после его забрасывания во время разрушения/саморазрушения техногенного покрова, на территории промплощадки образуются специфические отложения – технолиты. Они представлены неиспользованными производственным сырьем и товарной продукцией, отходами производства и продуктами разрушения техногенного покрова. На этих отложениях развиваются про-

цессы естественного морфогенеза, формирующие специфические формы нано-, микро- и даже мезорельефа.

3. Зброшенні заводи — посттехногенні ландшафти — трансформуються процесами демуації, головними слагаючими яких являються естественні морфогенез, літогенез, ґрунтоутворення і зворотні сукцесії рослинності (останні — найважливіший фактор біологічного вивітривання — біодеструкції техногенного покрива).

4. Виділяються 3 фази і 11 підфаз демуації посттехногенного промландшафту. В фазі-I техногенний покрив знаходиться в малозміненому стані в умовах припиненого техногенеза (звичайно до 10–15 років). В фазі-II він руйнується людиною, перетворюється в техноліт і формує ландшафти каменистого бедленда. В фазі-III, будучи повністю руйнованим і спробуючи вплив естественних процесів морфогенеза (а також педогенеза і зворотних екологічних сукцесій), перетворюється в основу для формування реліктових посттехногенних ландшафтів (“індустріальних слідів”). Підфазы демуації виділяються всередині фаз по комплексах ознак, “набір” яких різний для різних типів демуаційних посттехногенних ландшафтів.

5. В фазах II і III на територіях колишніх цукрових заводів утворюються своєрідні форми посттехногенного і реліктового рельєфу, наприклад, холмісто-ямковий рельєф каменистого бедленда; мульдвий, псевдопороновий і слепозерозійний рельєф над полями підземних технологічних комунікацій; удлинненні корито-ячеисті форми в межах колишніх бурчаних і др.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Антропогенная геоморфология / Отв. ред. Э.А. Лихачёва, В.П. Палиенко, И.И. Спасская. М.: Медиа-ПРЕСС, 2013. 416 с.
2. Голодковская Г.А., Елисеев Ю.Б. Геологическая среда промышленных регионов. М.: Недра, 1989. 220 с.
3. Рельеф среды жизни человека (экологическая геоморфология) / Отв. ред. Э.А. Лихачёва, Д.А. Тимофеев. М.: Медиа-ПРЕСС, 2002. 640 с.
4. Розанов Л.Л. Учение о геотехноморфогенезе. Теория и практика. М.: Изд-во URSS, 2019. 240 с.
5. Тютюнник Ю.Г. Виробничий ландшафт і його демуація. Київ: Інститут еволюційної екології НАН України, 2021. 142 с.
6. Тютюнник Ю.Г. Промышленный ландшафт // География и природные ресурсы. 1991. № 2. С. 135–141.
7. Рудько Г.І., Іванов Є.А., Ковальчук І.П. Гірничопромислові геосистеми Західної України: в 2-х томах. Київ — Чернівці: Вид-во “Букрек”, 2019. Т. 1. 464 с.; Т. 2. 376 с.
8. Тютюнник Ю.Г., Пашкевич Н.А., Губарь Л.М. Производственные ландшафты и их демуація (на примере свеклосахарной промышленности Украины) // Изв. РГО. 2019. Т. 151. № 5. С. 48–66. <https://doi.org/10.31857/S0869-6071151548-66>
9. Петрова И.Г., Савицьев И.А., Стороженко Л.А. Формирование постэксплуатационного техногенеза в зоне влияния рудника Кабан // Сергеевские чтения. 2019. Вып. 21. С. 218–223.
10. Шубин А.А. Задачи постмайнинга в период активизации техногенных процессов // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2006. № 3. С. 115–117.
11. Тютюнник Ю.Г. Індустріальні следи (на прикладі стекольного Закарпаття) // Питання історії науки і техніки. 2008. № 2. С. 65–69.
12. Биоповреждения / В.Д. Ильичев, Б.В. Бочаров, А.А. Анисимова и др. М.: Высш. шк., 1987. 352 с.
13. Тютюнник Ю.Г. Цукроварні України. Індустріальна спадщина і ландшафт. Київ: Вид-во “АБС-Пресс”, 2016. 330 с.

Morphogenesis in post-technogenic industrial landscapes

Yu. G. Tyutyunnik^{a, #}

^aInstitute for Evolutionary Ecology of the NAS of Ukraine, Kiev, Ukraine

[#]E-mail: yulian.tyutyunnik@gmail.com

Abandoned industrial sites and demolished plants and factories (e.g. sugar, glass, automotive, chemical) were used to examine the processes of morpholithogenesis. Modified landscape including industrial objects, infrastructure and equipment in the post-industrial time experiencing various stages of destruction, similar to natural phases of morpholithogenesis. The process includes three main phases and 11 sub-phases. During the first phase man-made industrial landscape remains unchanged. The second phase is characterized by artificial and natural destruction of the surface technogenic layer including industrial objects, their transformation into technoliths, and badland formation. During the third phase a new landscape is being formed by processes of morpho- and lithogenesis, soil development, and secondary floral succession. Each phase is subdivided into sub-phases based on detailed examination of pattern of destruction and new landscape formation.

Examples of post-technogenic relief of former sugar plant, formed during the transformation cycle of the former industrial landscapes, are given.

Keywords: technolith, industrial landscape, destruction phases

REFERENCES

1. *Antropogennaya geomorfologiya* (Anthropogenic geomorphology). E.A. Likhacheva, V.P. Palienko, I.I. Spas-skaya (Eds.). M.: Media—PRESS (Publ.), 2013. 416 p.
2. Golodkovskaya G.A. and Eliseev Yu.B. *Geologicheskaya sreda promyshlennykh regionov* (Geological environment of industrial regions). M.: Nedra (Publ.), 1989. 220 p.
3. *Rel'ef sredy zhizni cheloveka (ekologicheskaya geomorfologiya)* (Relief of the human environment (ecological geomorphology)). E.A. Likhacheva, D.A. Timofeev (Eds.). M.: Media—PRESS (Publ.), 2002. 640 p.
4. Rozanov L.L. *Uchenie o geotekhnomorfogeneze. Teoriya i praktika* (The doctrine of geotechnomorphogenesis. Theory and practice). M.: URSS (Publ.), 2019. 240 p.
5. Tyutyunnik Yu.G. *Virobnichii landshaft i iogo demutatsiya* (Production landscape and its demutation). Kyiv: Institute of Evolutionary Ecology of the National Academy of Sciences of Ukraine (Publ.), 2021. 142 p.
6. Tyutyunnik Yu.G. *Promyshlennyi landshaft* (Industrial landscape). *Geografiya i prirodnye resursy*. 1991. No. 2. P. 135–141. (in Russ.)
7. Rud'ko G.I., Ivanov E.A., and Koval'chuk I.P. *Girnichopromislovi geosistemi Zakhidnoï Ukraïni: v 2-kh tomakh* (Mining geosystems of Western Ukraine in 2 volumes). Kyiv – Chernivtsi: Bukrek (Publ.), 2019. Vol. 1. 464 p.; Vol. 2. 376 p. (in Ukr.)
8. Tyutyunnik Yu.G., Pashkevich N.A., and Gubar L.M. *Proizvodstvennyye landshafy i ikh demutatsiya (na primere sveklosakharnoi promyshlennosti Ukraïny)* (Production landscapes and their demutation (on the example of sugar beet industry of Ukraine)). *Izv. RGO. (Proceedings of the Russian Geographical Society)*. 2019. Vol. 151. N. 5. P. 48–66. (in Russ.)
<https://doi.org/10.31857/S0869-6071151548-66>
9. Petrova I.G., Savintsev I.A., and Storozhenko L.A. *Formirovaniye postekspluatatsionnogo tekhnogeneza v zone vliyaniya rudnika Kaban* (Formation of post-exploitation technogenesis in the zone of influence of the Kaban mine). *Sergeevskie chteniya*. 2019. Vol. 21. P. 218–223. (in Russ.)
10. Shubin A.A. *Zadachi postmaininga v period aktivizatsii tekhnogennykh protsessov* (Post-mining tasks during the period of activation of technogenic processes). *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*. 2006. No. 3. P. 115–117. (in Russ.)
11. Tyutyunnik Yu.G. *Industrial'nye sledy (na primere steklodeliya Zakarpat'ya)* (Industrial traces (for example, glassmaking in Transcarpathia)). *Pitannya istorii nauki i tekhniki*. 2008. No. 2. P. 65–69. (in Russ.)
12. *Biopovrezhdeniya* (Biodamage). V.D. Il'ichev, B.V. Bocharov, and A.A. Anisimova (Eds.). M.: Vyssh. Shk. (Publ.), 1987. 352 p.
13. Tyutyunnik Yu.G. *Tsukrovarni Ukraïni. Industrial'na spadshchina i landshaft* (Sugar factories of Ukraine. Industrial heritage and landscape). Kyiv: ABC—Press (Publ.), 2016. 330 p.