

# ПОЧВЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЛОЩАДОК И ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕМУТАЦИЯ (НА ПРИМЕРЕ САХАРНЫХ ЗАВОДОВ)

Ю.Г. Тютюнник\*, Л.М. Губарь, Н.А. Пашкевич\*\*,  
И.В. Гончаренко

Институт эволюционной экологии НАН Украины

Эл. почта: \*yulian.tyutyunnik@gmail.com; \*\*pashkevych.nataly@gmail.com

Статья поступила в редакцию 08.07.2019; принята к печати 17.07.2019

Производственный техногенез рассматривается как самостоятельный почвообразующий процесс, формирующий особую разновидность почв – индустриоземы. Их диагностическим горизонтом является генетический горизонт FR, образующийся из веществ и предметов, вовлеченных в технологический цикл и промышленное строительство. Почвенный покров территорий заводов, фабрик, комбинатов, шахт, электростанций, промзон в целом представлен доминирующими индустриоземами, а также другими типами измененных/созданных человеком почв. В общем случае индустриоземы нельзя считать разновидностью городских почв – урбаноземов и химически сильно загрязненных почв – хемоземов. Приведены примеры техногенных почвообразующих субстратов и индустриоземов промплощадок сахарных заводов Украины. Показано, что при снятии или ослаблении действия техногенеза на техногенных субстратах и на индустриоземах промплощадок сахарных заводов развиваются процессы ювенильного почвообразования и экологической демутации. Ведущими природными составляющими демутации индустриоземов являются процессы дерновый, гумусообразовательный, глеевый, делювиальный. В сахарозаводских индустриоземах имеют место также специфические техногенные демутационные процессы – жомовое гумусообразование, окисление элементной серы, гашение извести и др. За 100-летний период в условиях делювиального намыва на демутующих индустриоземах промплощадок заброшенных сахароварен могут формироваться гумусовые горизонты мощностью до 50 см, что приводит к образованию на индустриоземах молодых черноземовидных почв. Почвообразующие субстраты и почвы заброшенных сахароварен активно заселяются растительностью, образующей сообщества классов *Artemisietea vulgaris*, *Robinietea* и *Sisymbrietea*.

*Ключевые слова:* техногенез, индустриозем, сахарный завод, ювенильное почвообразование, экологическая демутация.

## SOILS OF INDUSTRIAL GROUNDS AND THEIR ECOLOGICAL DEMUTATION AS EXEMPLIFIED WITH SUGAR MILLS

Yu.G. Tyutyunnik\*, L.M. Gubar', N.A. Pashkevych\*\*, I.V. Goncharenko

Institute of Evolutionary Ecology, National Academy of Sciences of Ukraine

E-mail: \*yulian.tyutyunnik@gmail.com; \*\*pashkevych.nataly@gmail.com

Industrial technogenesis is considered as an independent soil-forming process resulting in a special type of soils, i.e. industrial soils. Their diagnostic horizon is the genetic horizon FR formed by substances and objects involved in the production cycle and industrial construction. The soil cover of the territories of factories, industrial complexes, mines, power plants, and industrial zones in general is represented by the dominant industrial soils, as well as by other types of altered/man-made soils. In general, industrial soils cannot be regarded as a sort of urban and chemically contaminated soils as it follows from the presented examples of technogenic soil-forming substrates and industrial sites of sugar mills in Ukraine. It is shown that, when the effect of technogenesis is removed or attenuated, the processes of juvenile soil formation and ecological demutation develop on technogenic substrates and industrial sites of sugar mills. The leading natural components of such industrial demutation are sod and humus formation and gley and dealluvial processes. Specific technogenic demutation processes include squeeze-humus formation, elemental sulfur oxidation, lime quenching, etc. During about 100 years of dealluvial inwashing processes in demutating industrial grounds of abandoned sugar mills there may be formed humus horizons of an up to 50 cm capacity, which leads to the formation of young chernozem soils on industrial grounds. Soil-forming substrates and soils of abandoned sugar mills are avidly occupied by vegetation, which forms communities referred to *Artemisietea vulgaris*, *Robinietea* and *Sisymbrietea* classes.

*Keywords:* technogenesis, industrial soil, sugar plant, juvenil soil formation, ecological demutation.

Одним из самых трудных объектов для современного почвоведения являются почвы промышленных территорий – комбинатов и заводов, фабрик и мастерских, электростанций и шахт; отдельных промплощадок, промцентров и промзон. Теоретическая трудность изучения почв этих территорий состоит в том, что нет четкой методологической и методической позиции относительно того, как относиться к *техногенезу*<sup>1</sup>. Техногенез – это процесс только почвотрансформирующий или также и почвообразующий?

Если первое, то почвы производственных территорий – мест наивысшего развития и концентрации техногенеза – не являются генетически самостоятельной разновидностью почв, и их следует относить к «техногенным поверхностным образованиям», «почвоподобным телам», «культурным слоям» и тому подобным отложениям, которые похожи на почвы, но все-таки не почвы («квазиземы»). Такая позиция в почвоведении сегодня является превалирующей, в частности, взята за основу для системы классификации почв России (2004) [24]. Но имеет место и другая точка зрения: считать техногенез полноценным почвообразующим процессом. В этом случае целый ряд «поверхностных отложений», возникающих при его определяющем участии, можно рассматривать как вполне реальные почвы. Такая позиция дискутируется, но с каждым годом у нее появляется все больше и больше сторонников. Разумеется, почвы, возникшие при определяющей роли техногенеза, будут совершенно своеобразными, часто не соответствующими традиционному понятию почвы [4]. Если техногенез носит производственный характер, то почвы, формирующиеся им, можно определить как *индустриоземы*. В отечественном почвоведении этот термин впервые встречается в работе М.Н. Строгановой и М.Г. Агарковой от 1992 г. [14]. Иногда говорят также *индустриземы* [3].

Сторонники противоположной точки зрения, то есть те, кто отрицают почвоформирующую роль производственного техногенеза и полагают, что им создаются не почвы как таковые, а «техногенные поверхностные образования» или «почвоподобные тела», именуют эти «тела» *артииндустратами* и *токсиндустратами* [24]. Считается, что впервые почвы

<sup>1</sup> В таких случаях полезно обращаться к первоисточнику. Автор понятия о техногенезе А.Е. Ферсман прямо указывал на связь идей геохимии в целом и геохимии техногенеза в частности с основами металлургии (И. Фогт) и химической промышленности (В.М. Гольдшмидт, Р. Шерлок) [21, с. 37–38, 539–540]. Ферсман однозначно включал в техногенез «использование элементов в сложных промышленных и хозяйственных операциях человека» [Там же, с. 722], подчеркивая, что последний «является агентом перемещения продуктов самой поверхности, прямо или косвенно создавая **мощные химические реакции** (выделено мной. – Ю.Т.)» [21, с. 726]. Как видим, в понимании классика техногенез выглядит процессом не только трансформирующим природные объекты, но и создающим качественно новые.

заводских территорий как собственно почвы начали рассматриваться в 1989 г. в Германии в «Рекомендациях по почвенному картографированию урбанизированных, индустриальных и других преобразованных почв (городских почв)» [3]. Здесь принципиальным моментом является то, что речь идет не о почвах горнопромышленных ландшафтов, которые в качестве так называемых эмбриоземов, новообразованных, ювенильных, скелетных, примитивных почв были вовлечены в исследовательскую орбиту почвоведения уже давно. То есть не идет речь о молодом почвенном покрове карьерно-отвалных комплексов.

В практическом – геоэкологическом – плане изучение почвенного покрова промзон и промцентров важно в трех отношениях.

1. Для зеленого строительства и промышленной ботаники. Озеленение промплощадок и промзон, как известно, является одним из ведущих приемов оптимизации производственной среды и охраны природы на территориях интенсивного техногенеза.

2. Для биорекулперации и биоремедиации почвенного покрова, загрязненного токсичными продуктами техногенеза.

3. Для рекультивации и ревалоризации посттехногенных промышленных ландшафтов, образовавшихся после остановки и забрасывания заводов и фабрик (что в больших масштабах наблюдалось в 1990–2000-х годах на всем постсоветском пространстве).

В последнем случае очень важным является изучение такого явления, как экологическая демутация почвенного покрова бывших промплощадок – постепенного самовосстановления почв производственных зон до того исходного естественного состояния, которое было свойственно данной территории прежде, чем на ней получили развитие техногенные процессы.

## ВОПРОСЫ ТЕРМИНОЛОГИИ И ИДЕНТИФИКАЦИИ

О почвах промзон обычно говорят как об особой разновидности городских почв – *урбаноземов* [3, 4, 14, 15]. По нашему мнению, это не совсем правильно. Ведь если принять эту точку зрения, то тогда становится непонятным, как следует относиться к почвам предприятий, которые территориально не связаны с городской средой, не примыкают к урбанизированным территориям даже на периферии – например, к почвам опасных химкомбинатов или атомных электростанций? Если строго придерживаться территориального критерия, то взгляд на индустриозем как на почву, которая в общем случае входит в типологическую группу урбаноземов, может приводить к серьезным эмпирическим ошибкам. Так С.Г. Новиков и Г.В. Ахметов описывают как «урбостратозем» и почву, имеющую толщину поверхностного горизонта

**UR** всего 2 см и 5 мощных (более 65 см) горизонтов **TCH**, залегающих на производственных отходах и содержащих литейные шлаки завода, работавшего с 1703 г. (!) [10, с. 1139] (подробно о техногенных генетических горизонтах – ниже).

Вызывают возражение также следующие два тезиса, высказываемые относительно индустриоземов. 1. Они рассматриваются как почва, «очень сильно» загрязненная воздушными выбросами и жидкими сбросами, разливами промпредприятий. 2. Территориально индустриоземы приурочиваются к «коммунально-промышленным зонам».

Для того чтобы говорить о новой разновидности почвы (и притом на достаточно высоком таксономическом уровне), нужно, чтобы в ней образовался и хорошо различался на макроуровне новый генетический горизонт – диагностический. В случае промзагрязнения почв разливами это достигается довольно просто: на поверхности почвы оседают несомые промстоком субстанции, проникая в форме растворов (например, солевых) и в более глубокие слои [7, 9, 22]. А вот в случае атмотехногенного генезиса формирование нового техногенного горизонта – явление достаточно редкое<sup>2</sup>. Можно, конечно, смягчить требования и выделять в качестве индустриоземов почвы, в которых изменения под влиянием атмосферных выбросов происходят не на морфологическом макро-, а на геохимическом микроуровне. Однако глубокая геохимическая трансформация почв до состояния так называемых *хемоземов* может происходить под влиянием не только промышленного, но и транспортного (выхлопные газы) и даже сельскохозяйственного (аэрозольное попадание в почву пестицидов и гербицидов) воздействия. Поэтому отдавать пальму первенства в формировании индустриоземов атмосферным выбросам, по нашему мнению, не верно. В общем случае индустриоземы разновидностью хемоземов не являются.

Дискуссионным является также тезис о приуроченности индустриоземов к коммунально-промышленным зонам городов. Во-первых, «коммунально-промышленная» зона – это не промплощадка. На языке городского ландшафтоведения и градостроительства – это своеобразная, нынче уже реликтовая, разновидность урбанизированного ландшафта – селитебно-промышленный ландшафт. Сегодня такие ландшаф-

<sup>2</sup> В работе [5, с. 69] говорится, что в почвах городов образуются «новые генетические горизонты» под воздействием атмосферного загрязнения, но примеры не приводятся. Мы могли бы привести такой: в зоне воздействия сталеплавильного производства (мартены, конвертеры) в атмосферу выбрасываются тучи крупнодисперсной графитовой пыли, которая, оседая на поверхность почвы, обуславливает возникновение своеобразного «графитового» горизонта. П. Хулиш и соавторы приводят пример формирования техногенного горизонта в почвы eutric murshic histosol (в их терминологии) под влиянием воздушного переноса пыли с отстойника содового завода [22, с. 1198].

ты не формируются, но раньше (до середины XX в.) они образовывались в районах чересполосной производственной, складской и жилой застройки [16]. Селитебно-промышленные городские ландшафты, а соответственно и характерные для них почвы, свойственны для среднего радиуса и периферии старых промышленных городов. Во-вторых, если допустить, что индустриоземы приурочены к коммунально-промышленным зонам, то встанет очень непростой вопрос об их диагностическом горизонте.

В отечественном почвоведении диагностическим горизонтом городских почв урбаноземов считается особый горизонт *урбик* (UR). По [4, с. 26], это «поверхностный насыпной, перемешанный горизонт, часть культурного слоя с примесью антропогенных включений (строительно-бытового мусора, промышленных отходов) более 5% мощностью более 5 см. Его верхняя часть гумусирована». Но смешение «строительно-бытового мусора» и «промышленных отходов» возможно только в почвах селитебно-промышленных ландшафтов. В коммунальной застройке, то есть в селитебных городских ландшафтах, в горизонте UR, как правило, нет промышленных отходов, а на территориях промплощадок коммунально-бытовые отходы, хотя и встречаются, играют мизерную роль. Тогда как, по какому генетическому горизонту диагностировать индустриозем? Нами для индустриоземов, как самостоятельной разновидности почв, было предложено различать особый диагностический горизонт – **FR** (от англ. factory) [20]. Его диагностические свойства и создаваемые при его участии почвы промплощадок рассмотрим на примере сахарных заводов Украины.

## ПОЧВЫ САХАРНЫХ ЗАВОДОВ

Исследование почв сахарных заводов проводилось на двух десятках из 68 объектов сахароварной промышленности в пределах Винницкой, Житомирской, Киевской, Черкасской и Черниговской областей. Мы говорим «объекты», поскольку это сахарные заводы не только действующие, но и недавно (в 1990–2000-е гг.), в среднем периоде (в 1940–1950-е) и давно (в 1910–1920-е, даже в XIX в., начиная с 1830-х гг.) остановленные, заброшенные, разрушенные [19]. В последнем случае приходится говорить уже не о сахарных заводах как таковых, а об их индустриальных следах (понятие индустриального следа в антропогенном ландшафте было обосновано нами в [17]).

**Искусственные почвообразующие субстраты.** Протекание процессов почвообразования на промплощадках сахарных заводов приурочено к субстратам трех типов: а) горные породы естественного сложения; б) субстраты, в которых техногенные изменения затронули только гранулометрический и петрографи-

ческий составы; в) вещества с глубокими техногенными изменениями минералогического и химического характера (вплоть до веществ синтетических). Субстраты всех трех групп либо формируют выраженные в рельефе отдельные массивы, на которых развиваются почвообразовательные процессы, либо более-менее перемешиваются, образуя почвенное тело из отдельных слоев, прослоев, включений, линз и пр. Рассмотрим почвообразующие субстраты групп «б» и «в», наиболее характерные для сахарных заводов.

**Дефекат** – основной отход свеклосахарного производства. Он представлен полутвердыми известковыми массами, которые имеют глинистую консистенцию, насыщены известняковой крошкой, органическими веществами, солями, микроэлементами. Дефекат образуется в больших количествах при дефекации и сатурации – очистке свекловичного сока с помощью негашеной извести, известкового молока, углекислого газа. Частично он утилизируется для целей промышленности стройматериалов как удобрение и мелиорант, но основные массы дефеката складываются на периферии промплощадок в отвалах и дефекатных ямах, формирующих своеобразный антропогенный ландшафт. Глинистая дефекатная масса имеет высокую водоудерживающую способность, что способствует заселению даже возвышенных участков отвалов гигрофитной растительностью. А известковый характер субстрата служит предпосылкой для приоритетного освоения его кальцефилами.

**Известь, известковая и известняковая крошка и камень.** Они являются как технологическими субстратами (известь, камень), так и отходами (крошка). Глинистые, водонасыщенные вплоть до тиксотропности массы гашеной извести содержатся в специальных «известково-заболоченных» понижениях рельефа – известковых ямах; их площадь по сравнению с дефекатными ямами мала. Известняковый (реже доломитовый) камень складывается на специальных площадках под открытым небом, транспортируется в печи обжига, загружается в них. Все эти технологические операции приводят к обильному поступлению известняковой пыли, камня и крошки разных фракций на поверхность различных участков промплощадки (наиболее обильно на территории и в окрестностях известнякового/известкового отделения около обжиговых печей) и многолетнему накоплению их в почвенной толще. Последняя из-за этого карбонатируется. Наличие в почве известнякового камня и крошки, слоев и прослоев извести на разных глубинах – едва ли не самый характерный признак сахарозаводского индустриозема. Наличие карбонатов в тех или иных его слоях следует обозначать специальным индексом, например, индексом **k**, используемым в системе индексации почв и почвенных горизонтов А.Н. Соколовского (ее официально придерживаются

в Украине, в том числе и авторы статьи).

**Уголь, угольная зола и шлак.** Уголь используется для обеспечения работы заводских котельных, а также печей обжига известняка. В первом случае в качестве отхода получается зола, во втором – шлак. Объем последнего невелик, но в заводские почвы куски шлака привносят свою геохимическую специфику. Золоотвалы можно встретить на периферии промплощадки, после отсыпки на них начинаются процессы почвообразования. Уголь рассыпается практически по всей территории завода, но особенно обильно – в местах разгрузки, хранения и загрузки в топочные системы (так называемые шихтовые дворы).

**Сера.** Элементарная дисперсная сера используется для получения газа  $SO_2$ , который применяется для сульфитации – глубокой очистки свекловичного сока, сиропа и клеровки. При разгрузке, складировании, хранении, транспортировке сера рассыпается, проникает в почву, образуя в ней прослой, примазки, включения. Локально прослой и массы серы могут принимать активное участие в почвообразовательном процессе, сообщая генетическим горизонтам сахарозаводских почв необычные свойства, характерные для почв вулканических районов (для обозначения наличия элементной серы в почвенных горизонтах предлагаем использовать индекс **sfr** от лат. sulfur).

**Гравий, песок, сунесь** – строительные материалы, состоящие из природных минералов и горных пород. На промплощадках они чаще всего становятся почвообразующей породой при забрасывании (бесхозяйственность, но явление не редкое) и при строительных, ремонтных работах. В почвах промплощадок часто собраны в отдельные генетические горизонты.

**Каменистый субстрат сложного состава** – битый кирпич, куски бетона, строительного камня вплоть до бута и др. Это либо строительный мусор, либо остатки руин цехов, складов, дымовых труб, печей обжига и др. На заброшенных, разрушающихся заводах каменистый материал особенно обильно, формирует мощные слои – как поверхностные, так и заглубленные. Искусственная каменистость – один из характерных признаков индустриоземов в гуще и на периферии цеховой и в складской застройке. Каменистость следует обозначать специальным индексом, предлагаем **ptr** (от лат. petra).

**Деловая древесина** – строительный и конструкционный материал, образующий в почвах промплощадок сахарозаводов важные включения и прослой, реже – сплошные слои. Разлагаясь, способствует насыщению органикой средних и нижних толщ почвенного профиля. Для обозначения обогащенных древесиной горизонтов можно использовать индекс **lgn** (от лат. lignum).

**Металл** – строительный и конструкционный материал, образующий в почвах сахарозаводов важные

примеси. Они обычно представлены стальными и чугунными включениями, но встречаются также алюминиевые, медные, латунные, бронзовые и др. Окисляясь и вступая в другие химические реакции, они насыщают почву солями, оксидами, гидроксидами металлов («металлизация почвы»). Заметное наличие металлических остатков и/или продуктов их разложения (ржавчины) в почве можно обозначить индексом **met**.

**Жом и органические массы отстойников.** Жом – субпродукт, водонасыщенная органическая масса, состоящая из высоложенных остатков свеклы. Жом временно складывается на промплощадке в специальных жомовых ямах. Используется как удобрение и корм в животноводстве. Погрузочно-разгрузочные и транспортные манипуляции с жомовой массой приводят к ее рассыпанию, разливу и растеканию, особенно по краям ямы, чем обеспечивается активное участие жома и жомовой влаги в почвообразовательном процессе.

На сахарных заводах образуются сточные воды с большим содержанием растворенных и взвешенных органических веществ. Водоёмкость свекловичного сахароварения велика: 700–1600% воды от веса свеклы-сырца. Поэтому стоков много, и шламонакопители сахарозаводов занимают большие площади. Отстойники располагаются на периферии заводов или на удалении от них. Со временем в них из технологической органики образуются органогенные почвы. Их количество и мощность бывают столь большими, что высохшие карты старых отстойников разрабатываются с целью получения черноземовидного материала, используемого в рекультивации, зеленом хозяйстве, как удобрение.

**Индексация генетических горизонтов и профиля индустриоземов.** Все перечисленные субстанции прямо или косвенно (через строительство) связаны с производством свекловичного сахара и поэтому являются субстанциями, на основе которых в пределах промплощадки сахарозавода в индустриоземах формируется один или несколько диагностических горизонтов FR. Происхождение гор. FR всегда одно и то же – производственно-строительные и технологические процессы (стройматериалы, сырье, продукты, субпродукты, отходы). Но идентификационные признаки, в том числе и морфологические, имеют очень большие вариации (это является важным отличием гор. FR от гор. UR). Как в таком случае гор. FR идентифицировать как целое? Производственно-строительную и производственно-технологическую составляющие генезиса гор. FR можно отразить в его наименовании. А вот дальнейшая его техногенно-генетическая детализация (и последующая индексация) ввиду огромного разнообразия техногенных факторов образования и свойств уже вряд ли целесообразна. Подробно детализировать свойства и признаки гор. FR следует при эмпирическом описании. При ин-

дексации и именовании разновидности индустриозема лучше ограничиться указаниями на самые общие свойства горизонта (горизонтов) FR: степень каменистости (ptr), насыщенности древесиной (lgn), металлическими включениями (met), карбонатным материалом (k), элементной серой (sfr) и др. Для передачи структурной сложности горизонта (горизонтов) FR предлагается использовать следующие обозначения: <sup>моно</sup>FR – гор. FR сложен одной технологической или производственно-строительной субстанцией; <sup>би</sup>FR – он сложен двумя разными технологическими и/или производственно-строительными субстанциями; <sup>поли</sup>FR – гор. FR сложен тремя и более различными технологическими и/или производственно-строительными субстанциями. По комбинациям слоев <sup>моно</sup>FR, <sup>би</sup>FR и <sup>поли</sup>FR индустриоземы можно группировать так: а) простые (в наличии только один слой <sup>моно</sup>FR или один слой <sup>би</sup>FR); б) сложные (присутствует один слой <sup>поли</sup>FR, или два одинаковых слоя <sup>би</sup>FR, или два и более разнокачественных слоя <sup>моно</sup>FR); в) составные (два и больше слоев <sup>поли</sup>FR; или слой <sup>поли</sup>FR и слой <sup>моно</sup>FR или <sup>би</sup>FR; или два и больше разнокачественных слоев <sup>би</sup>FR, которые могут дополняться слоями <sup>моно</sup>FR).

Индекс «FR», используемый для обозначения диагностического горизонта индустриозема, является основным, но не единственным. В формировании профиля индустриозема могут принимать участие и другие генетические горизонты – как искусственные, так и природные. Для обозначения погребенных или вновь формирующихся природных почвенных горизонтов, их свойств и включений мы, как уже подчеркивалось, использовали индексацию А.Н. Соколовского, а именно: **H<sub>d</sub>, H<sub>o</sub>, H, h, e, M, P, ag, del, gl** [2]. Для горизонтов искусственного происхождения, с искусственно созданными свойствами, использованы индексы **RAT, TCH, UR** и **L**, предложенные в [4, 8, 13]. Перечисленные обозначения генетических горизонтов оказались достаточными для почв промплощадок сахарных заводов. Но в случае почв промплощадок предприятий иных отраслей промышленности, скорее всего, понадобится использование и других индексов, как имеющихся в литературе, так и, возможно, вновь предлагаемых.

Профили индустриоземов вскрываются, идентифицируются, описываются и составляются, в принципе, так же, как и почвенные профили классического почвоведения, но с учетом техногенной специфики. Последнее требует повышенного внимания к техногенным субстанциям и включениям; знаний технологических процессов, ответственных за возникновение искусственных субстанций; понимания их геохимической специфики. Примеры профилей сахарозаводских индустриоземов даны на рис. 1.

Но основе изучения морфологических профилей индустриоземам, как и прочим почвам, даются наимено-

вания. Последние еще не нормированы, их примеры можно найти на карте почв г. Москвы [4, с. 197–198]. Примеры наших наименований индустриоземов сахарных заводов приведены на рис. 1 и далее по тексту.

Кроме собственно индустриоземов, на промплощадках целесообразно различать *техно-индустриоземы* (по аналогии с техно-урбаноцедами [11]). В них один или несколько горизонтов FR перекрываются также одним или несколькими горизонтами ТСН.

**Разнообразие почв промплощадок.** Почвенное разнообразие, мелкоконтурность и контрастность – одно из самых характерных свойств почвенного покрова урбанизированных территорий [23, 26]. Оно настолько значительно, что создает серьезные методические трудности при картографировании почв городов. Для их преодоления предлагается при урбопочвенном картографировании принимать в качестве базового пространственного выдела не ту или иную разновидность почвы города, а их характерное сочетание – *урбопедокомплекс* [23]. Это справедливо и для почв промплощадок, с тем, впрочем, замечанием, что понятие «урбо-» для них мало подходит. Почвенный покров сахарных заводов, кроме доминирующих индустриоземов, включает в себя также техно-индустриоземы, техноземы, экраноземы, реплантоземы,

эмбриоземы, иногда конструктороземы<sup>3</sup> и почвы мусорных свалок, а также фрагменты малоизмененных природных почв.

### ЮВЕНИЛЬНОЕ ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ И ДЕМУТАЦИЯ ИНДУСТРИОЗЕМОВ

Как подчеркивалось, мы рассматриваем техногенез не только как фактор трансформации исходных природных почв, но и как полноценный процесс образования качественно новых почв – не поверхностных техногенных отложений, не почвоподобных тел, а именно почв. Формы проявления техногенеза на промплощадке разнообразны и для каждого технологического цикла специфичны (что позволяет объединять их в определенные типы). Кроме технологических, возможны и строительные формы проявления техногенеза, но на промплощадке они связаны не с гражданским, а с промышленным строительством. После остановки и забрасывания предприятия важное значение для почвообразовательных процессов имеет разрушение его цехов и конструкций, резко увеличи-

<sup>3</sup> Детальные характеристики и описания перечисленных техногенных почв и «почвоподобных тел» хорошо представлены в современной урбопочвоведческой литературе ([12, 13, 18]), и здесь мы на них останавливаться не будем.



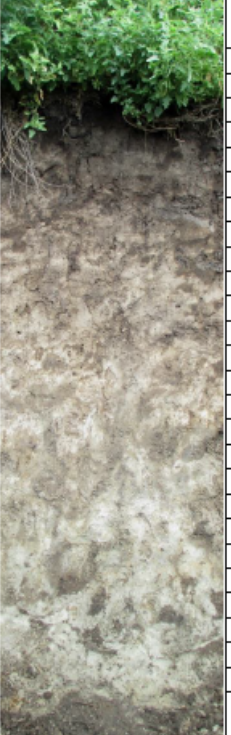
| 1. Индустриозём сложный известняковый глинисто-разнокаменный                        | Шаг 6-7 см | Индекс горизонта  | 2. Индустриозём простой сильно каменистый на мощном составе техно-индустриозёме     | Шаг 5-6 см | Индекс горизонта                           | 3. Индустриозём жомовогумусированный простой карбонатный оглеенный                    | Шаг 7-8 см | Индекс горизонта              |
|---|------------|---|---|------------|--|---|------------|-------------------------------|
|  |            | ptr – k – моноFR <sub>1</sub> – ag<br>(косое залегание)   |  |            | H <sub>d</sub> (до 3 см)                   |  |            | H <sub>d</sub>                |
|   |            | TEC – ptr – h<br>(косое залегание)                        |   |            | моноFR <sub>1</sub> – H – ptr              |   |            | H – FR <sup>моно</sup>        |
|   |            | k – моноFR <sub>2</sub> – ag – (ptr)<br>(косое залегание) |   |            | ptr – TEC <sub>1</sub> – h                 |   |            | FR <sup>моно</sup> – H        |
|   |            | H – (k) – (ptr)<br>(погребённый природный горизонт)       |   |            | TEC <sub>2</sub> – ptr – h                 |   |            | FR <sup>моно</sup> – h – (gl) |
|   |            |   |   |            | TEC <sub>3</sub> – (h)                     |   |            |                               |
|   |            |   |   |            | TEC <sub>4</sub> – ptr – h                 |   |            |                               |
|   |            |   |   |            | nonFR <sub>2</sub> – H – ptr – (k) – (del) |   |            | FR <sup>моно</sup> – (h) – gl |

Рис. 1. Примеры профилей индустриоземов. Сахарные заводы: 1) Саливонковский; 2) Сняевский; 3) Шамраевский

вающее каменистость и металлизацию почвы. В то же время и природные процессы почвообразования на промплощадках никуда не исчезают. Они происходят и имеют место, но играют второстепенную роль, подавляясь процессами техногенеза. Однако, как только влияние последнего в силу тех или иных причин и в тех или иных местах промплощадки ослабевает, а тем более прекращается, природа сразу же «берет свое», и начинается то, что в экологии называют *демутацией* (подробнее – ниже).

Самое слабое проявление техногенеза на промплощадке – перемещение и локализация природных и малоизмененных субстратов и субстанций. Обычно это естественные стройматериалы и природное сырье. Если такие субстраты более-менее долго пребывают в ненарушенном состоянии, они осваиваются растительностью, на них начинаются процессы дернового и гумусообразовательного, приводящие к появлению маломощных горизонтов  $H_0$  или  $H_1$ ,  $H$ ,  $HP$ ,  $PH$ ,  $Ph$  (индексом «Р» в системе Соколовского обозначают почвообразующую горную породу). В дальнейшем возможно развитие и других почвообразующих процессов, характерных для зоны исследований, – элювиального, иллювиального, глеевого и др. Поскольку в почвообразовательный цикл вовлекаются природные или близкие к природным (минералогически или химически неизменные) субстраты, этот цикл во многом аналогичен тому, что наблюдается на горно-промышленных землях. Почвы последних называют по-разному, нам представляется наиболее удачным термин «эмбриоземы» [6]. Его можно использовать и в нашем случае.

Сложнее обстоит дело, когда процессы природного почвообразования начинают развиваться на технологических субстратах, испытавших глубокие минералогические и химические трансформации, то есть на собственно промышленных субстратах. Они аналогов в природе не имеют, а если и имеют, то в весьма специфических условиях (например, вулканические ландшафты [26]). Процессы почвообразования на таких субстратах изучены намного хуже – отчасти потому, что им долгое время отказывалось, а часто отказывается и сегодня, в праве быть почвообразующими субстратами как таковыми. Очевидно, о почвах, развивающихся благодаря природным почвообразующим процессам (прежде всего, дерновому и гумусонакопительному) на технологических субстратах, следует говорить уже как об индустриоземах. Но это индустриоземы весьма примитивные, находящиеся, подобно эмбриоземам, в зачаточном состоянии. Назовем их *ювенильными индустриоземами*. В зарубежной литературе для обозначения таких почв можно встретить термин «сирозем» [3, с. 66]. С точки зрения русского языка он неудачен, поскольку может приводить к фонетической путанице из-за схожести со стандарт-

ным почвоведческим термином «серозем». Технологический почвообразующий субстрат в ювенильном индустриоземе можно обозначить индексами FR и/или TCH (индексом TCH, согласно [12, с. 1159], обозначается «твердофазный насыпной субстрат любого цвета, гранулометрического состава, созданный (модифицированный) хозяйственной деятельностью человека, [который] не имеет генетических горизонтов и педогенной структуры, резко отделяется от нижележащего материала»).

Собственно индустриоземы образуются техногенезом при второ-, третьестепенной роли природных процессов почвообразования. Для того чтобы образовалось главное в почве – морфологический профиль, состоящий из нескольких генетических горизонтов, необходимо, чтобы и в случае индустриозема техногенез проявил себя генетически по-разному. То есть разные технологические и промышленно-строительные процессы должны обусловить слоистую структуру техногенных отложений, где каждый слой сформирован своим техногенным процессом. В этом, собственно говоря, и заключается вся суть понятия «индустриозем». Основным диагностическим горизонтом индустриозема, как подчеркивалось, будет один или несколько (чаще) горизонтов FR. Они представлены генетически более ( $^{mono}FR$ ) или менее ( $^{bn}FR$ ) однородными или разнородными ( $^{poli}FR$ ) технологическими и промышленно-строительными субстанциями. В морфологическом профиле этой почвы возможны, и чаще всего встречаются, также другие генетические горизонты – техногенные (TCH, UR, RAT, L), реже – природные (H, P, Gl, M). Многочисленные техногенные включения и свойства генетических горизонтов индустриоземов обозначаются дополнительными индексами (см. выше).

Поскольку индустриозем, несмотря на то, что в нем могут отсутствовать типичные для многих (но не для всех!) природных почв горизонты  $H_d$  и  $H$ , является генетически уже «готовой» почвой, говорить о нем после прекращения активного почвообразующего действия техногенеза как о субстрате, на котором только начинается или начнется процесс почвообразования, будет некорректно. Здесь одна группа ведущих процессов почвообразования – техногенных – сменяется почвообразующими процессами иного рода – природными. Индустриоземы вступают в период демутации. После остановки и забрасывания предприятия они эволюционируют в сторону возвращения к исходной природной почве. Хотя окончательно это никогда не осуществляется, но долго демутующие индустриоземы становятся уже не индустриоземами, а новообразованными черноземовидными, лугово-черноземовидными, лугово-болотными или какими-то иными разновидностями почв, близкими к природным зональным или азональным почвам дан-

ной местности. Экологическая демутация индустриозема определяется его заселением растительностью, накоплением опада и отпада на его поверхности, зарождением и развитие дернового процесса, гумусообразованием, элливирированием, оглеением, намывом делювия и другими естественными процессами почвообразования. Имеют место также специфические посттехногенные процессы: в индустриоземах промплощадок сахарных заводов это *жомовое гумусообразование* (см. ниже), окисление серы с образованием  $SO_2$ , гашение  $CaO$ , карбонатизация верхних почвенных слоев выбросами землероев и др.

Приведем примеры формирования ювенильных индустриоземов и эмбриоземов на промплощадках действующих и недавно (8–10 лет назад) заброшенных сахарных заводов.

На свежих известняках различных фракций – от крупного камня до мелкого щебня – шихтовых дворов поселяются одиночные молодые экземпляры деревьев: клен (*Acer negundo* L., *A. platanoides* L.), грецкий орех (*Juglans regia* L.), тополь (*Populus alba* L.), абрикос (*Prunus armeniaca* L.), бузина (*Sambucus nigra* L.). Очень активно заселяет известняковый субстрат ежевика (*Rubus caesius* L.). Из травянистых видов на нем отмечены вьюнок (*Convolvulus arvensis* L.), пырей (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), кульбаба (*Leontodon autumnalis* L.), одуванчик (*Taraxacum officinale* Wigg). Большая часть этих растений, а также горец *Polygonum aviculare* L., «умудряются» расти даже в известковой яме с плотным такырообразным субстратом. На свежих россыпях дисперсной серы встречены одиночные экземпляры пырея, одуванчика, полыни (*Artemisia absinthium* L.), герани (*Geranium pusillum* L.), мятлики (*Poa annua* L.), гулявника (*Sisymbrium loeselii* L.). Самыми бедными по видовому составу оказались свежие навалки угля, на них прижилась лишь поросль клена *A. negundo*. Напротив, субстраты, представленные природными строительными материалами, быстро и активно зарастают разнообразной псамофитной и петрофитной растительностью.

Природные и искусственные субстраты довольно активно перемещаются, поэтому о начале гумусообразования на них можно говорить только тогда, когда это перемещение на более или менее длительный срок прерывается. Если они пребывают в «спокойствии» хотя бы 2–3 года, процессы зарастания, задернения, гумусообразования набирают силы, и к 8–10 годам в отдельных случаях уже можно говорить о формировании на них реальных эмбриоземов или ювенильных индустриоземов. Так, на навалках заброшенной кварцевой крошки отмечены гор.  $H_d$  мощностью до 2 см и гор.  $H_{ptr}$  – до 10 см, которые сформировались под растительным сообществом класса *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. in Tx. ex von Rochow 1951 (виды *E. repens*, белокудренник *Ballota nigra* L., пле-

вел *Lolium perenne* L., донник *Melilotus officinalis* (L.) Pall. и др.). На навалках мелкозернистого песка в смеси с гравием мощность  $H_0$  достигает 1,5 см,  $H_{ptr}$  – до 4 см. На них сформировался эмбриозем под сообществом класса *Digitario sanguinalis-Eragrostietea minoris* Mucina, Lososová et Šilc in Mucina et al. 2016 (виды: неравноцветник *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, щетинник *Setaria viridis* (L.) Beauv., льнянка *Chaenorhinum minus* (L.) Lange, полевичка *Eragrostis minor* Host и др.). На 10-летней навалке мелкого угля гор.  $H_0$  сильно фрагментирован, хотя его мощность местами достигает 3 см. На поверхности растут полыни *A. absinthium* и *Artemisia vulgaris* L., пырей *E. repens*, одуванчик *T. officinale*, подмаренник *Galium aparine* L., а лиственной растущих рядом клена *A. negundo*, бузины *S. nigra*, алычи *Prunus cerasifera* Ehrh., акации *Robinia pseudoacacia* L. (сообщество класса *Robinietaea* Jurko ex Hadač et Sofron 1980) сформирован отчетливый слой опада. В нем начался процесс гумусообразования, а под ним – гумусирование угольной крошки, но морфологически гор.  $H$  не просматривается, вероятно, из-за того, что субстрат и гумус не отличаются по цвету.

На заброшенных отвалах технологического известнякового камня и крошки, а также на отвалах дефлеката и в дефлекатных ямах процессы ювенильного почвообразования развиваются особенно интенсивно. Так, на периферии отвала известняковой крошки и камня завода, остановленного в 2007 г. Лучанского з-да (Таращанский р-н Киевской обл.), в 2014 г. сформировалась хорошо выраженная ассоциация *Chelidonio-Aceretum negundo* L. Ishbirdin et A. Ishbirdin 1989 (союз *Chelidonio-Acerion negundo* L. Ishbirdin et A. Ishbirdin 1989 класса *Robinietaea*), имеющая сомкнутость крон до 70% и состоящая из кленов *A. negundo*, *A. platanoides*, бузины *B. nigra*, акаций *R. pseudoacacia*, *R. caesius*. Центральная часть этого отвала заселилась одиночными экземплярами кленов *A. negundo*, *A. platanoides*, акаций *R. pseudoacacia*, берез *Betula pendula* Roth., сосны *Pinus sylvestris* L., тополя *Populus tremula* L., ивы *Salix caprea* L., крушины *Frangula alnus* Mill., а также травянистыми ксерофитами: костер *A. tectorum*, двурядка *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC., василек *Centaurea diffusa* Lam., скерда *Crepis setosa* Haller f. и др. В периферийных зарослях и около одиночных куртин в центре под опадом и отпадом, местами очень обильном, отчетливо различаются горизонты  $H_0$ , реже  $H_d$ , мощностью до 3–4 см. Но гор.  $H$  в силу значительной плотности сплошного каменисто-щебнистого субстрата еще не сформирован.

На отвалах дефлеката заброшенного в 2008 г. Махарицецкого сахзавода (Казатинский р-н Винницкой обл.) в 2012 г. была описана ассоциация *Atriplicetum nitentis* Slavnić 1951 (союз *Atriplicion* Passarge 1978, класса *Sisymbrietaea* Gutte et Hilbig 1975) с высоким проективным покрытием и доминированием полыни



*A. vulgaris*, пырея *E. repens*, лебеды *Atriplex sagittata* Borkh и латука *Lactuca serriola* L. Под сплошным ковром травянистой растительности образовался гор. Н<sub>0</sub> мощностью до 1,5 см, а также начал формироваться гор. Н. Особое разнообразие растительного покрова нами было отмечено в 2018 г. на дефекатных отвалах заброшенного в 2008 г. Ново-Быковского з-да (Бобровицкий р-н Черниговской обл.). На горках, холмах, гребнях дефекатных отвалов произрастают полыни *A. absinthium*, *A. vulgaris*, пырей *E. repens*, подмаренник *G. aparine*, бузина *S. nigra*, болиголов *Conium maculatum* L., татарник *Onopordum acanthium* L., тростник *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud и др.: в процессе формирования находится сообщество класса *Artemisietea vulgaris*. Мощность гор. Н<sub>0</sub> достигает 2 см, а горизонта Н-к – 6 см. Дефекатные ямы хорошо увлажнены, зарастают густой травянистой растительностью с проективным покрытием до 90%, при доминировании полыни *A. absinthium* и *A. sagittata*, пырея *E. repens*, тростника *Ph. australis*, вейника *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, крапивы *Urtica dioica* L. В наиболее влажных гигрофитных сообществах господствуют тростник *Ph. australis* и манник *Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb., под ними формируются своеобразные почвы, которые можно назвать дефекатно-болотными. На чуть более высоком (не более 0,5 м) гипсометрическом уровне сосредоточены дефекатные «луга» с господством крапивы *U. dioica* и осоки *Carex acuta* L. и покрытием до 100%. Образованная на глинистом дефекате почва имеет хорошо выраженный, плотный гор. Н<sub>0</sub> – до 8 см, но не имеет гор. Н: его формирование затруднено характером субстрата – вязким и бесструктурным.

Обратимся к примерам экологической демутации уже сформированных индустриоземов.

**Действующие предприятия** («нулевой цикл» демутации). На Шамраевском (Сквирский р-н Киевской обл.) и Саливонковском (Васильковский р-н Киевской обл.) заводах индустриоземы большей частью находятся, если можно так выразиться, в состоянии нулевого цикла демутации. То есть она либо не начинается, либо с той или иной периодичностью прерывается техногенными процессами почвообразования (синлитогенезом техногенных субстратов, экскавацией, утрамбовыванием и др.). Нулевой цикл демутации обычно ограничивается заселением индустриоземов растительностью. Так, на функционирующих шихтовых дворах формируются мощные составные карбонатизированные каменисто-угольные индустриоземы, которые заселяются полынью *A. vulgaris*, пыреем *E. repens*, крапивой *U. dioica*, тысячелистником *Achillea millefolium* L., марью *Chenopodium album* L., мятликом *Poa compressa* L. На них можно даже наблюдать зачатки настоящего растительного сообщества класса *Artemisietea vulgaris*. Но гори-

зонтов Н<sub>0</sub> и Н, хотя бы минимально проявленных, у этих индустриоземов нет. Среди цеховой застройки вскрыты индустриоземы мощные составные умеренно-разно-каменистые. Горизонты Н<sub>0</sub> и Н у них также отсутствуют, но в средней части профиля есть гумусированный горизонт RAT. Травянистая флора довольно обильна: произрастают марь белая *Ch. album*, пырей *E. repens*, мятлик *P. compressa*, крапива *U. dioica*, амброзия *Ambrosia artemisiifolia* L., пастушья сумка *Capsela bursa-pastoris* (L.) Medik., будра *Glehoma hederacea* L., подорожник *Plantago major* L., звездчатка *Stellaria media* (L.) Vill., клевер *Trifolium arvense* L., крапива *Urtica urens* L. и другие растения. Можно говорить о сформированной растительной ассоциации *Odontito-Ambrosietum* Jarolimek et al. 1997 (союз *Dauco carotae-Melilotion* Görs ex Rostański et Gutte 1971 класса *Artemisietea vulgaris*).

По бортам жомовой ямы в условиях ежегодного поступления жома и его интенсивного разложения с образованием гуминовых и фульвокислот происходит своеобразное жомовое гумусообразование. Формируется индустриозем с мощными гумусовыми и в разной степени гумусированными горизонтами (рис. 1, профиль № 3). В этой связи представляется целесообразным дополнить типологию гумусовых горизонтов городских почв, предложенную Б.Ф. Апаринным с соавторами [1, с. 1073] еще одним – четвертым – типом: *гумусовые горизонты техногенных почв* (то есть гумусовые горизонты, сформированные на основе или при активном участии органического вещества искусственных субстанций). Жомово-гумусированные почвы очень быстро осваиваются такими видами, как амброзия *A. artemisiifolia*, вьюнок *C. arvensis*, пырей *E. repens*, мятлик *P. compressa*, лебеда *Atriplex tatarica* L., бодяк *Cirsium oleraceum* (L.) Scop., клоповник *Lepidium densiflorum* Schrad., люцерна *Medicago lupulina* L., мыльнянка *Saponaria officinalis* L. и др. Они формируют растительную ассоциацию *Atriplicetum tataricae* Ubrizsy 1949 (союз *Atriplicion* класса *Sisymbrietea*).

**Ново-Быковский завод** (Бобровицкий р-н Черниговской обл.), заброшен в 2008 г. (период демутации – около 10 лет). **Участок «А».** Индустриоземы составные мощные каменистые известняковые, сформировавшиеся на песчаных и каменисто-песчаных техноземах в условиях недостаточного увлажнения из-за плохой водоудерживающей способности субстратов и почвенных горизонтов, а также хорошего прогрева и продуваемости поверхности. На них произрастают единичные молодые экземпляры деревьев: клен *A. negundo*, березы *B. pendula* и *P. alba*, тополь *P. tremula*, шелковица *Morus alba* L., вяз *Ulmus scabra* Mill. Из травянистых растений встречаются полыни *A. Absinthium* и *A. vulgaris*, костер *A. tectorum*, пырей *E. repens*, подмаренник *G. aparine*, одуванчик

*T. officinale*, клевер *T. arvense*, подорожник *Plantago lanceolata* L., портулак *Portulaca oleracea* L. и др. Однако устойчивое растительное сообщество еще не сформировано. Сплошного гор.  $H_0$  нет: начальное гумусообразование под опадом и отпадом проявляется фрагментарно, приурочено к куртинам кустов и молодых деревьев. С поверхности – горизонты  $^{mo-}$ FR-ptr-k и  $^{поли}$ FR-ptr-(met). Участок «Б». Индустриозем простой средней мощности сильнокаменистый, хорошо увлажняемый в условиях систематического затенения и плохой продуваемости. На участке образовались густые заросли с покрытием более 85%, состоящие из древесно-кустарниковых видов: клен *A. negundo*, тополь *P. tremula*, ива *S. caprea*, бузина *S. nigra*, конский каштан *Aesculus hippocastanum* L., хмель *Humulus lupulus* L. и травянистых – полыни *A. absinthium* и *A. vulgaris*, мятлик *P. compressa*, тростник *Ph. australis*, одуванчик *T. officinale*, крапива *U. dioica*, щавель *Rumex crispus* L., золотарник *Solidago canadensis* L. и др. Образовалась полноценная растительная ассоциация *Chelidonio-Acerion negundo* (союз *Chelidonio-Acerion negundo* класса *Robinietae*). Горизонты  $H_3$ , местами  $H_4$  – в зачаточном состоянии (0–1 см); под ними – гор.  $^{моно}$ FR-H-ptr – до 7 см, его природная гумусированность невелика, но уже хорошо заметна.

**Синявский** завод (Рокитнянский р-н Киевской обл.), участки заброшены в 1950-х гг. (период демутиации – около 60 лет). Условия увлажнения хорошие, высокий берег реки Рось. Территория густо заросла молодыми и средневозрастными деревьями клена *A. negundo* с примесью *A. platanoides*. Из травянистых видов преобладают крапива *U. dioica*, чистотел *Chelidonium majus* L., гравилат *Geum rivale* L. Сформирована устойчивая ассоциация *Chelidonio-Aceretum negundo*. Профиль индустриозема можно видеть на рис. 1 (разрез № 2).

**Пивецкий** (1, Мироновский р-н Киевской обл.) и **Велико-Прицковский** (2, Кагарлыкский р-н Киевской обл.) заводы, заброшены в 1920-х гг. (период демутиации – около 100 лет). 1. Участок приурочен к выположенной средней части склона неглубокой долины. На нем произрастают средневозрастные клены *A. negundo* и *A. pseudoplatanum* L., робиния *R. pseudoacacia*, груша *Pyrus communis* L. Травянистый покров хорошо развит, господствуют чистотел *Ch. majus*, будра *G. hederacea*, гравилат *G. rivale*, крапива *U. dioica*. Сформирована ассоциация *Chelidonio-Robinietum* Jurko 1963 (союз *Chelidonio majoris-Robinion pseudoacaciae* Hadac et Sofron ex Vitkova in Chytry 2013 класса *Robinietae*). Вскрыта новообразованная слабо оподзоленная черноземовидная почва на сложном карбонатном индустриоземе. Гор.  $H_4$  – до 3 см, хорошо развит, под ним – новообразованные горизонты H-e-k, P-H-k-ptr, P-h-ptr-k, у которых с глуби-

ной степень гумусированности снижается, а количество техногенных включений (сильно разложившийся известняк) увеличивается. С 50 см начинается погребенный гор.  $^{6u}$ FR-ptr-k.

2. Участок в геоморфологическом отношении аналогичен предыдущему. Окружен зарослями клена *A. negundo* с примесью боярышника *Crataegus oxyacantha* L., бересклета *Euonymus europaeus* L., шиповника *Rosa canina* L. Из травянистых видов преобладают полынь *A. absinthium*, тысячелистник *A. millefolium*, болиголов *C. maculatum*, пырей *E. repens*, коровяк *Verbascum thapsus* L. и др. Растительное сообщество находится в стадии формирования (дериват класса *Artemisietea vulgaris*). Вскрыта молодая маломощная черноземовидная почва, образованная на сложном карбонатном техно-индустриоземе. Гор.  $H_0$  – до 3 см, рыхлый, местами переходит в слабо выраженную дернину; ниже – новообразованный гумусовый гор. P-H-del мощностью до 8 см; далее – погребенные техногенные горизонты TCH<sub>1</sub>-gl, k-FR $^{моно}$ , TCH<sub>2</sub>-ag.

## ВЫВОДЫ

1. Техногенез является самостоятельным почвообразующим процессом. Индустриоземы – генетически, функционально и типологически самостоятельные почвы, образующиеся под воздействием производственного техногенеза. Диагностическим горизонтом индустриоземов является особый генетический горизонт FR. Он образуется из веществ и предметов, вовлеченных в технологический цикл предприятия, а также из субстанций, используемых в промышленном строительстве. В общем случае индустриозем нельзя отнести ни к категории урбанозема, ни к категории хемозема.

2. Индустриоземы формируются на территориях заводов, фабрик, комбинатов, шахт, электростанций, в целом – промзон. Наряду с собственно индустриоземами, для почв производственных территорий характерны индустриоземы ювенильные, у которых нет сформировавшегося гор. FR («зародышевые» почвы на искусственных субстратах технологического происхождения) и эмбриоземы (то же на переотложенных природных субстратах). Почвенный покров производственных территорий формируется также при участии других типов почв техногенного генезиса (техноземы, экраноземы, реплантоземы, конструктоземы и др.) и даже иногда при участии фрагментов природных почв.

3. В обстановке ослабления действия техногенеза или после прекращения его активной фазы (забрасывание предприятия), на переотложенных, техногенных субстратах промплощадок развиваются процессы ювенильного почвообразования, а на сформировавшихся индустриоземах – процессы экологической демутиации. Последние на почвах заброшенных

сахарных заводов представлены такими природными процессами, как дерновый процесс, гумусообразование и гумусирование, элювиальный, глеевый и делювиальный процессы, а также техногенными процессами окисления элементной серы, жомового гумусообразования и гашения извести. Демутуирующие почвы сахарных заводов активно заселяются

растительностью, на их руинах формируются растительные сообщества классов *Artemisietea vulgaris*, *Robinietea* и *Sisymbrietea*. По истечении векового периода демутации на бывших индустриоземах и на других техногенных почвах сахарных заводов формируются коротко-профильные, с горизонтом Н до 50 см, черноземоподобные почвы.

## Литература

### Список русскоязычной литературы

1. Апарин БФ, Сухачева ЕЮ, Булышева АМ, Лазарева МА. Гумусовые горизонты почв урбоэкосистем. Почвоведение. 2018;(9):1071-84.
2. Атлас почв Украинской ССР. Ред.: Крупский НК, Полупан НИ. Киев: Урожай; 1979.
3. Безуглова ОС, Горбов СН, Морозов ИВ, Невидомская ДГ. Урбопочвоведение. Ростов-на-Дону; 2011.
4. Добровольский ГВ, Строганова МН, Прокофьева ТВ, Стриганова БР, Яковлев АС. Почва, город, экология. М.: Фонд «За экономическую грамотность»; 1997.
5. Ковалева ГВ, Старожилов ВТ, Дербенцева АМ, Назаркина АВ, Майорова ЛП, Матвеевко ТИ, Семаль ВА, Морозова ГЮ. Почвы и техногенные поверхностные образования в городских ландшафтах. Владивосток: Дальнаука; 2012.
6. Курачев ВМ, Андроханов ВА. Классификация почв техногенных ландшафтов. Сибирский экологический журнал. 2002;(3):255-61.
7. Кухарчик ТИ, Козыренко МИ, Лапко ТЛ. Особенности трансформации почв на подстанциях в результате утечек полихлорвиниловых бифенилов. Почвоведение. 2018;(6):759-70.
8. Лебедева ИИ, Герасимова МИ. Возможности включения почв и почвообразующих пород Москвы в общую классификационную систему почв России. Почвоведение. 2011;(5):624-28.
9. Можарова НВ. Почвенный покров газоносных территорий. Почвоведение. 2010;(8):1001-10.
10. Новиков СГ, Ахметова ГВ. Почвы различных категорий землепользования г. Петрозаводска. Почвоведение. 2018;(9):1132-41.
11. Прокофьева ТВ, Варава ОА, Седов СН, Кузнецов АМ. Морфологическая диагностика почвообразования в антропогенно-измененных поймах рек на территории Москвы. Почвоведение. 2010;(4):399-411.
12. Прокофьева ТВ, Герасимова МИ, Безуглова ОС, Бахматова КА, Гольева АА, Горбов СН, Жариков ЕА, Матинян НН, Наквасина ЕН, Сивцева НЕ. Введение почв и почвоподобных образований городских территорий в классификацию почв России. Почвоведение. 2014;(10):1155-64.
13. Прокофьева ТВ, Мартыненко ИА, Ивашников ФА. Систематика почв и почвообразующих пород Москвы и возможности их включения в общую классификацию. Почвоведение. 2011;(5):611-23.
14. Строганова МН, Агаркова МГ. Городские почвы: опыт изучения и систематики (на примере почв юго-западной части г. Москвы). Почвоведение. 1992;(7):16-24.
15. Сысо АИ, Смоленцев БА, Якименко ВН. Почвенный покров новосибирского Академгородка и его эколого-агрономическая оценка. Сибирский экологический журнал. 2010;(3):363-77.
16. Тютюнник ЮГ. Идентификация, структура и классификация ландшафтов урбанизированных территорий. География и природные ресурсы. 1991;(3):22-8.
17. Тютюнник ЮГ. Индустриальные следы (на примере стеклоделия Закарпатья). Питання історії науки і техніки. 2008;(2):65-9.
18. Тютюнник ЮГ. Разнообразие почв урбанизированного ландшафта. Биосфера. 2014;6(2):187-95.
19. Тютюнник ЮГ. Цукроварні України. Індустріальна спадщина і ландшафт. К.: ІЕЕ НАНУ; 2016.
20. Тютюнник ЮГ і Шабатура ОВ. Індустріоземи та їх використання в археологічному ґрунтознавстві. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія ГЕОЛОГІЯ. 2016;(2):53-7.
21. Ферсман АЕ. Избранные труды. Том 3. М.: Издательство АН СССР; 1955.
22. Хулиш П, Пиндрал С, Кобиерски М, Чаржински П. Техногенные слои в органогенных почвах как результат воздействия отходов содовой промышленности. Почвоведение. 2018;(10):1192-201.

23. Шестаков ИЕ, Еремченко ОЗ, Филькин ТГ. Картографирование почвенного покрова на примере г. Пермь. Почвоведение. 2014;(1):12-20.
24. Шишов ЛЛ, Тонконогов ВД, Лебедева ИИ, Герасимова МИ. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена; 2004.

#### Общий список литературы/Reference List

1. Aparin BPh, Suhachiova EYu, Bulysheva AM, Lazareva AM. [Humus horizons of soils in urban ecosystems]. Pochvovedeniye. 2018;(9):1071-84. (In Russ.)
2. Atlas Pochv Ukrainskoy SSR. [Soil Atlas of the Ukrainian SSR]. Eds: Krupskii NK, Polupan NI. Kiev: Urozhay; 1979. (In Russ.)
3. Bezuglova OS, Gorbov SN, Morozov IV, Nevdomskaya DG. Urbopochvovedenie. [Urban Soil Science]. Rostov-on-Don; 2011. (In Russ.)
4. Dobrovolskiy GV, Stroganova MN, Prokof'eva TV, Srtiganova BR, Yuakovlev AS. Pochva, Gorod, Ekologiya. [Soil, City, Ecology]. Moscow: Za Ekonomicheskuyu Gramotnost; 1997. (In Russ.)
5. Kovaleva GV, Starozhilov VT, Derbentseva AM, Nazarkina AV, Mayorov LP, Matveyenko TI, Semal' VA, Morozova GYu. Pochvy i Tekhnogennyye Poverkhnostnyye Otlozheniya v Gorodskikh Landshaftakh Vladivostoka. [Soils and Man-Made Surface Formations in Urban Landscapes]. Vladovostok: Dal'nauka; 2012. (In Russ.)
6. Kurachev VM, Abdrohanov VA. [Classification of soils in technogenic landscapes]. Sibirskiy Ekologicheskiy Zhurnal. 2002;(3):255-61. (In Russ.)
7. Kuharchik TI, Kozyrenko MI, Lapko TL. [Features of soil transformation resulting from of polyvinyl chloride biphenyls leakage at power substations]. Pochvovedeniye. 2018;(6):759-70. (In Russ.)
8. Lebedeva II, Gerasimova MI. [Possibilities of inclusion of soils and soil-forming rocks of Moscow into the general classification system of soils of Russia]. Pochvovedeniye. 2011;(5):624-28. (In Russ.)
9. Mozharova NV. [Soil cover of gas-bearing areas]. Pochvovedeniye. 2010;(8):1001-10. (In Russ.)
10. Novikov SG and Ahmetova GV. [Soils of different land use categories in Petrozavodsk]. Pochvovedeniye. 2018;(9):1132-41. (In Russ.)
11. Prokofyeva TV, Varava OA, Sedov SN, Kuznetsov AM. [Morphological diagnostics of soil formation in anthropogenically modified river floodplains in Moscow]. Pochvovedeniye. 2010;(4):399-411. (In Russ.)
12. Prokofyeva TV, Gerasimova MI, Bezuglova OS, Bahmatova KA, Golyeva AA, Gorbov SN, Zharikov EA, Mitinyan NN, Nakvasina EN, Sibtseva NE. [Introduction of soils and soil-like formations of urban areas in the classification of soils in Russia]. Pochvovedeniye. 2014;(10):1155-64. (In Russ.)
13. Prokofyeva TV, Martynenko IA, Ivashnikov PhA. [Systematization of soils and soil-forming rocks of Moscow and the possibility of their inclusion in the general classification]. Pochvovedeniye. 2011;(5):611-23. (In Russ.)
14. Stroganova MN, Agarkova MG. [Urban soils: experience in studying and systematics (exemplified with soils in the south-western part of Moscow)]. Pochvovedeniye. 1992;(7):16-24. (In Russ.)
15. Syso AI, Smolentsev BA, Yakimenko VN. [Soil cover of the Novosibirsk Campus and its ecological and agronomic assessment]. Sibirskiy Ekologicheskiy Zhurnal. 2010;(3):363-77. (In Russ.)
16. Tyutyunnik YuG. [Identification, structure and classification of landscapes of urbanized areas]. Geografiya i Prirodnye Resursy. 1991;(3):22-8. (In Russ.)
17. Tyutyunnik YuG. [Industrial footprints (exemplified with Transcarpathia glasswork)]. Pytannya Istorii Nauki i Tekhniki. 2008;(2):65-9. (In Russ.)
18. Tyutyunnik YuG. [Variety of soils of urbanized landscape]. Biosfera. 2014;6(2):187-95.
19. Tyutyunnik YuG. Tsukrovarni Ukrainy. Industrial'na Spadschyna i Landshaft. [Sugar Factories of Ukraine. Industrial Heritage and Landscape]. Kyiv: IEE NANU; 2016. (In Ukrainian.)
20. Tyutyunnik YuG, Shabatura OV. [Industrial soils and their use in archeological soil science]. Visnyk Kyivs'kogo Natsionalnogo Universytetu Imeni Tarasa Shevchenka Ser Geol. 2016;(2):53-7. (In Ukr.)
21. Fersman AE. Izbrannyye Trudy. Tom. 3. [Selected Works. Volume 3]. Moscow: AN SSSR; 1955. (In Russ.)
22. Hulish P, Pindral S, Kobierski M, Charzhinski P. [Technogenic layers in organogenic soils resulting from the impact of soda waste]. Pochvovedeniye. 2018;(10):1192-201. (In Russ.)
23. Shestakov IE, Yeremchemko OZ, Phil'kin TG. [Soil cover mapping on the example of Perm']. Pochvovedeniye. 2014;(1):12-20. (In Russ.)
24. Shishov LL, Tonkonogov VD, Lebedeva II, Gerasimova MI. Klassifikatsiya i Diagnostika Pochv Rossii. [Classification and Diagnostics of Soils in Russia]. Smolensk: Oykumena; 2004. (In Russ.)
25. Greinert A. The heterogeneity of urban soils in the light of their properties. J Soils Sediments. 2015;15(8):1725-37.
26. Hout H, Simmonot M-O, Marion P, De Donato P, Morel J-L. Characteristics and potential pedogenetic processes of a Technosol developing on iron industry deposits. J Soils Sediments. 2013;13(3):555-68.