

## **АННОТАЦИЯ**

**на диссертационную работу Симанчук Елены Андреевны  
на тему: «Изучение закономерностей естественного зарастания отвалов  
предприятий горнодобывающей промышленности Костанайской  
области», представленную на соискание степени доктора философии  
(PhD) по образовательной программе 8D05101 – Биология**

### **Актуальность темы**

Интенсивное развитие горнодобывающей промышленности в Костанайской области привело к формированию обширных техногенных ландшафтов, включая отвалы вскрышных пород, хвостохранилища и карьеры, которые вызывают деградацию земель, эрозию почв, снижение биоразнообразия и ухудшение экологической обстановки. По данным земельного кадастра, на 1 ноября 2022 года площадь нарушенных земель Казахстана составила 244,8 тыс. га, из которых 40,4 тыс. га приходится на Костанайскую область.

В этих условиях изучение закономерностей естественного зарастания отвалов имеет высокую экологическую и практическую значимость, так как позволяет оценить потенциал самовосстановления экосистем и разработать научно обоснованные рекомендации для рекультивации нарушенных территорий.

Исследование проведено в контексте приоритетного направления развития казахстанской науки «Экология, окружающая среда и рациональное природопользование». Тема диссертационного исследования напрямую соотносится с задачами, поставленными в рамках Общенационального приоритета «Построение диверсифицированной и инновационной экономики», *«по охране окружающей среды при ликвидации последствий недропользования, использования отходов горнодобывающего производства в целях ресурсоэффективности»*. Также тема работы находит потенциальное практическое применение в свете «Стратегии достижения углеродной нейтральности Республики Казахстан до 2060 года» за счет восстановления деградированных земель с помощью лесной рекультивации железорудных отвалов и других посттехногенных территорий.

### **Основные теоретические положения и методы исследования**

Теоретической основой работы послужили концепции биогеоценологии, промышленной ботаники, экологии восстановления и ландшафтной экологии. Методология базируется на полевых геоботанических исследованиях, флористическом анализе, парцеллярном и маршрутно-экспедиционном методах, а также на применении агрохимического анализа почв и статистической обработки данных (ANOVA, корреляционный и факторный анализ).

Комплексный подход обеспечил достоверность результатов и позволил установить связи между свойствами субстрата, возрастом отвалов и структурой растительных сообществ.

**Целью работы** явилось изучение особенностей зарастания разновозрастных отвалов, входящих в состав АО «Соколовско-Сарбайского горно-обогатительного производственного объединения» (АО «ССГПО») и АО «Качары руда».

**Задачи исследования:**

1. Проанализировать последовательности сукцессионных стадий и динамики закрепления растений на техногенных ландшафтах АО «ССГПО» и АО «Качары руда».

2. Выявить роль эдафических и орографических факторов в формировании характера и пространственной структуры растительного покрова на отвалах в условиях Костанайской области.

3. Провести анализ флоры отвалов: определить видовой состав, таксономическую структуру, эколого-биологические и географические особенности.

4. Разработать научно обоснованные методические рекомендации по биологической рекультивации отвалов железорудных месторождений Костанайской области.

**Научная новизна данного исследования** заключается в том, что впервые проведено комплексное геоботаническое обследование разновозрастных отвалов АО «ССГПО» и АО «Качары руда» с применением статистических методов анализа. Выявлены ключевые эдафические и орографические факторы, лимитирующие естественный сингенез, и доказана его ограниченная эффективность, приводящая к формированию на старовозрастных отвалах специфических переходных фитоценозов, не достигающих состояния зонального климакса. В рамках инвентаризации техногенной флоры впервые для данных объектов проведена оценка степени ее синантропизации, а также впервые для флоры Костанайской области отмечены 5 новых видов: *Rubus sachalinensis*, *Achillea* × *kasakhstanica*, *Bryonia alba*, *Chondrilla ambigua* и *Sorghum sudanense*. На основании полученных данных разработаны адаптированные к местным условиям научно обоснованные методические рекомендации по биологической рекультивации железорудных отвалов.

**Практическая ценность** исследования заключается в разработке и внедрении готовых научно-обоснованных решений для горнодобывающей отрасли. Созданные «Методические рекомендации по лесной рекультивации» являются прямым инструментом для промышленных предприятий (включая АО «ССГПО») по оптимизации восстановления нарушенных земель в соответствии с экологическим законодательством РК и целями «Стратегии углеродной нейтральности до 2060 года». Кроме того, собранные гербарные

материалы, доступные в коллекциях TOBYLKZ (Костанай, Казахстан), KUZ (Кемерово, Россия), и созданное электронное учебное издание служат документированной базой для подготовки специалистов-экологов и дальнейшего научного мониторинга биоразнообразия в регионе.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Динамика естественной экологической сукцессии на техногенных насыпях АО «ССГПО» и АО «Качары руда» характеризуется стадийностью; однако, темпы и флористический состав данного процесса лимитируются прежде всего степенью содержания солей в субстратах. Несмотря на то, что на незасоленных площадях интенсивность зарастания выше, это не приводит к полному восстановлению естественных зональных сообществ.

2. Формирование растительного покрова на отвалах железорудных месторождений определяется комплексом эдафических и орографических факторов; гетерогенность техногенного рельефа создает мозаику местообитаний, детерминирующую пространственную неоднородность и характер сукцессионных процессов.

3. Техногенная флора отвалов характеризуется специфической таксономической, биоморфологической и эколого-ценотической структурой, отражающей адаптацию растений к условиям нарушенных местообитаний: преобладают травянистые поликарпики евразийского происхождения степного и лугового комплексов; сочетание доминирования зональных видов с постоянным присутствием рудеральных компонентов свидетельствует о направленности сукцессии к зональным аналогам при сохранении нестабильности формирующихся экосистем.

4. Разработанные научно обоснованные методические рекомендации по биологической рекультивации отвалов железорудных месторождений Костанайской области включают в себя критерии оценки лесопригодности, требования к этапам работ, а также адаптированный к местным условиям ассортимент древесно-кустарниковых пород и агротехнику их выращивания на техногенных субстратах.

**Выводы:**

1. Установлена четко выраженная стадийная динамика естественного сингенеза на отвальных массивах Соколовского, Сарбайского и Качарского месторождений, проявляющаяся через четыре логически последовательные фазы: зарождение пионерной группировки, трансформация в группово-зарослевое сообщество, эволюция сложного фитоценоза и формирование переходных растительных экосистем. Пионерная группировка на засоленных грунтах крайне малочисленна, насчитывая всего 7 видов, появляясь на 2-3 год после отсыпки. На незасоленных грунтах также отмечено 7 видов, из которых два относятся к степной зональной флоре. Группово-зарослевое сообщество содержит 42 вида на засоленных грунтах и 43 вида на незасоленных. На этапе диффузного (сложного) растительного сообщества на засоленных грунтах поселяется 32 вида, на незасоленных – 58 видов. На старом отвале возрастом

более 40 лет, на незасоленных участках формируются переходные, представляющие собой альтернативные климаксные сообщества, в которых отмечен 81 вид. Эта направленность сукцессии отражает постепенное усложнение структуры сообществ и накопление биомассы. Однако динамика этого процесса существенно лимитируется эдафическими факторами, в первую очередь сульфатным засолением техноземов. Появление зональных степных видов на незасоленных субстратах свидетельствует о потенциальной возможности восстановления зональноподобных сообществ, но даже на отвалах с многолетней экспозицией полного восстановления зональных фитоценозов не происходит, указывая на долговременный и, возможно, необратимый характер техногенной трансформации ландшафтов без целенаправленных мер.

2. Выявлены закономерности естественного зарастания отвалов, обусловленные действием эдафических и орографических факторов. Установлена ведущая роль орографического фактора в создании первичной гетерогенности среды: крутые склоны, подверженные интенсивной водной и ветровой эрозии, формируют экстремальные условия с дефицитом влаги и мелкозема, тогда как выровненные платообразные поверхности страдают от ветровой аридизации. Напротив, локальные понижения рельефа (западины, подножия склонов, террасы) функционируют как центры аккумуляции влаги и тонкодисперсного материала, становясь первичными очагами зарастания и рефугиумами для растений. Эдафические факторы, прежде всего вариабельность уровня и типа засоления, кислотности и гранулометрического состава субстрата, действуют на фоне орографической дифференциации, дополнительно определяя состав и структуру фитоценозов в конкретных микроместообитаниях. На засоленных отвалах отмечено 2 вида с высоким уровнем константности (IV балл) и 3 вида с особо высоким уровнем (V балл). На незасоленных отвалах зарегистрировано 9 видов с высоким уровнем константности (IV балл) и 12 видов с особо высоким уровнем (V балл). Таким образом, наблюдаемая мозаичность растительного покрова отвалов является прямым следствием пространственной неоднородности, создаваемой сочетанием техногенного рельефа и вариабельности свойств субстрата.

3. Проведен анализ видового состава и структурных особенностей техногенной флоры отвалов. В пределах исследуемых техногенных экосистем зарегистрирована экстраординарная (значительное) видовая насыщенность (разнообразие): флористическая совокупность отвалных массивов включает 284 таксономические единицы сосудистых растений, которые имеют дистрибуцию (распределены) по 163 родовым категориям и 44 семействам. Данный эмпирический факт является неоспоримым свидетельством высокого потенциала аборигенной флоры к активному освоению (колонизации) искусственно нарушенных почвенных покровов (земель). Таксономическая архитектура растительного покрова чётко отражает типологические параметры бореальных фитоценозов (растительных сообществ): абсолютное превосходство

принадлежит Покрытосеменным (283 таксона, что составляет внушительные 99,7%). Внутри этой доминирующей группы, Однодольные репрезентированы 40 видами (14,1%), а Двудольные составляют подавляющее большинство — 243 таксона (85,6%). Голосеменные же экспонированы лишь единичным видовым образцом. Биоморфологический анализ показал преобладание травянистых поликарпиков (64,4%) с ползучими или вьющимися побегами, что отражает стратегии выживания в нестабильных условиях и способность к многолетнему удержанию территории. Эколого-ценотический спектр с доминированием луговых и степных видов (50,4% видов – мезофиты, 27,8% – ксеромезофиты) указывает на основной источник диаспор и потенциальное направление сукцессии к зональным аналогам, однако существенная доля рудеральных видов (107 синантропных видов, степень синантропизации составляет 37,6%) подчеркивает сохраняющуюся нестабильность и нарушенность экосистем отвалов на всех стадиях их развития. Более половины видов (59,7%) обладают способностью к вегетативному размножению. Географический анализ подтвердил преобладание видов с широкими евразийскими ареалами, что характерно для пионерных флор.

4. На основании выявленных закономерностей и установленной длительной и ограниченной эффективности естественного сингенеза (скорость сукцессии замедляется засоленными породами, тогда как на незасоленных переходные сообщества формируются через 40-50 лет), созданы научно аргументированные методические указания по восстановлению растительного покрова (биологической рекультивации) отвальных территорий железорудных месторождений Костанайской области. Рекомендации включают критерии оценки лесопригодности техноземов, требования ко всем этапам рекультивации, адаптированный к условиям степной зоны ассортимент древесно-кустарниковых пород и агротехнические приемы их культивирования. Разработано электронное учебное издание «Техногенная флора железорудных отвалов Костанайской области», содержащее информацию о таксономическом составе, морфологическом строении, распространении и экологических особенностях 284 видов.

**Личный вклад автора:** проведение экспедиционных работ, выполнение геоботанических описаний, анализ существующей литературы, составление конспекта и его анализ, разработка рекомендаций по лесной рекультивации, электронного учебного издания. Данная работа представляет собой самостоятельное исследование автора, не являясь частью финансируемых научных проектов.

**Апробация результатов.** По материалам диссертационного исследования опубликовано 22 научных и учебно-методических труда, в том числе 3 статьи в журналах из перечня КОКСНВО МНВО РК, 4 статьи в международных рецензируемых журналах, а также методические рекомендации по лесной рекультивации и электронное учебное издание.