Костанайский региональный университет имени Ахмет Байт**ұ**рсынұлы

УДК 574.42: 581.524.34: 631.618 На правах рукописи

**Симанчук Елена Андреевна**

**Изучение закономерностей естественного зарастания отвалов предприятий горнодобывающей промышленности Костанайской области**

8D05101 - Биология

Диссертация на соискание степени доктора философии (PhD)

Отечественный научный консультант:

Султангазина Г.Ж., кандидат биологических наук, профессор

Зарубежный научный консультант:

Куприянов А.Н., доктор биологических наук, профессор

Республика Казахстан

Костанай, 2024

**СОДЕРЖАНИЕ**

[НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ 4](#_Toc167725569)

[ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ 5](#_Toc167725570)

[ВВЕДЕНИЕ 6](#_Toc167725571)

[1 ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ 12](#_Toc167725572)

[1.1 Геология и рельеф 12](#_Toc167725573)

[1.2 Климатические особенности 13](#_Toc167725574)

[1.2.1 Климатические сезоны года 14](#_Toc167725575)

[1.2.2 Агроклиматические ресурсы 17](#_Toc167725576)

[1.3 Почвенный покров 18](#_Toc167725577)

[1.3.1 Характеристика зональных почв 18](#_Toc167725578)

[1.3.2 Механический состав почв 21](#_Toc167725579)

[1.4 Растительность 22](#_Toc167725580)

[2 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВЕННОГО ЗАРАСТАНИЯ ОТВАЛОВ 26](#_Toc167725581)

[3 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ 31](#_Toc167725582)

[3.1 Объекты исследования 31](#_Toc167725583)

[3.1.1 Характеристика горнодобывающих предприятий 31](#_Toc167725584)

[3.1.2 Характеристика месторождений 32](#_Toc167725585)

[3.1.2.1 Сарбайское месторождение 33](#_Toc167725586)

[3.1.2.2 Соколовское месторождение 34](#_Toc167725587)

[3.1.2.3 Качарское месторождение 36](#_Toc167725588)

[3.1.3 Технология добычи железной руды 37](#_Toc167725589)

[3.1.4 Отвалообразование и параметры отвалов 39](#_Toc167725590)

[3.1.4.1 Отвалы АО «ССГПО» 40](#_Toc167725591)

[3.1.4.2 Отвалы АО «Качары руда» 46](#_Toc167725592)

[3.2 Методика исследований 47](#_Toc167725593)

[4 ДИНАМИКА ЕСТЕСТВЕННОГО ЗАРАСТАНИЯ ОТВАЛОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ 52](#_Toc167725594)

[4.1 Пионерная стадия зарастания отвалов 52](#_Toc167725595)

[4.2 Группово-зарослевое сообщество 55](#_Toc167725596)

[4.3 Сложный фитоценоз 61](#_Toc167725597)

[4.4 Проценоз 66](#_Toc167725598)

[4.5 Контроль 69](#_Toc167725599)

[4.6 Обсуждение полученных результатов 71](#_Toc167725600)

[5 ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ФЛОРЫ ОТВАЛОВ СОКОЛОВСКОГО, САРБАЙСКОГО И КАЧАРСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ 76](#_Toc167725601)

[5.1 Конспект техногенной флоры 76](#_Toc167725602)

[5.2 Систематический анализ техногенной флоры сосудистых растений 107](#_Toc167725603)

[5.2.1 Таксономическая структура 107](#_Toc167725604)

[5.2.2 Географическая структура 108](#_Toc167725605)

[5.2.3 Биоморфологическая структура 109](#_Toc167725606)

[5.2.4 Экологические группы растений по отношению к влагообеспеченности 111](#_Toc167725607)

[5.2.5 Эколого-ценотическая структура 112](#_Toc167725608)

[5.2.6 Способность к вегетативному размножению и степень вегетативной подвижности 115](#_Toc167725609)

[5.2.7 Способы распространения семян 116](#_Toc167725610)

[5.3 Синантропизация флоры 117](#_Toc167725611)

[6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОТВАЛОВ КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ 120](#_Toc167725612)

[6.1 Лесная рекультивация отвалов 120](#_Toc167725613)

[6.2 Состояние лесных насаждений на железорудных отвалах 122](#_Toc167725614)

[6.3 Основные принципы современной лесной рекультивации 123](#_Toc167725615)

[6.4 Оценка лесопригодности рекультивируемых территорий 125](#_Toc167725616)

[6.5 Требования к горнотехническому этапу рекультивации 131](#_Toc167725617)

[6.6 Подбор древесных и кустарниковых видов 134](#_Toc167725618)

[6.7 Закладка лесных насаждений на участках рекультивации 136](#_Toc167725619)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 145](#_Toc167725620)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 148](#_Toc167725621)

[ПРИЛОЖЕНИЕ А Классификация сукцессий фитоценозов 161](#_Toc167725622)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Б Характеристика изученных ценопопуляций 162](#_Toc167725623)

[ПРИЛОЖЕНИЕ В Результаты лабораторного анализа проб техноземов на отвалах 163](#_Toc167725624)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Г Примеры гербарных листов, оформленных в ходе диссертационного исследования 164](#_Toc167725625)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Д Анализ семейств по доли их участия во флоре отвалов Костанайской области 167](#_Toc167725626)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Е Характеристики изучаемых видов 169](#_Toc167725627)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Методические рекомендации 179](#_Toc167725628)

[ПРИЛОЖЕНИЕ З Акт внедрения результатов диссертационного исследования в производство 180](#_Toc167725629)

[ПРИЛОЖЕНИЕ И Электронное учебное издание 181](#_Toc167725630)

[ПРИЛОЖЕНИЕ К Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом 182](#_Toc167725631)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Л Акт внедрения результатов НИР в учебный процесс 183](#_Toc167725632)

# **НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

В настоящей докторской диссертации использованы ссылки на следующие нормативно-правовые акты:

ГОСТ 17.0.0.05-2002 Охрана природы. Открытые горные работы. Земли. Рекультивация нарушенных земель. Общие требования

ГОСТ 17.4.3.01-2017 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб

ГОСТ 17.5.1.03-86 Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель.

ГОСТ 26107-84 Почвы. Методы определения общего азота

ГОСТ 26207-91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО

ГОСТ 26423-85 Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки

ГОСТ 26426-85 Почвы. Методы определения иона сульфата в водной вытяжке

ГОСТ 26427-85 Почвы. Метод определения натрия и калия в водной вытяжке

ГОСТ 26428-85 Почвы. Методы определения кальция и магния в водной вытяжке

ГОСТ 7.1-2003 Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления

ГОСТ Р 59540-2021 Грунты. Методы лабораторного определения степени засоленности

Лесной кодекс Республики Казахстан от 8 июля 2003 года № 477

МВИ 66373620-005-2015 Методика определения органического вещества в почве с использованием поточно-декадной технологии анализа

О недрах и недропользовании. Кодекс РК от 27 декабря 2017 года, № 125-VI ЗРК

Об особо охраняемых природных территориях. Закон Республики Казахстан от 7 июля 2006 года № 175

ПНД Ф 16.2.2:2.3. 71-2011 Количественный химический анализ почв. Методика измерений массовых долей металлов в осадках сточных вод, донных отложениях, образцах растительного происхождения спектральными методами

Приказ Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 2 августа 2023 года № 289. Об утверждении Инструкции по разработке проектов рекультивации нарушенных земель

Экологический Кодекс РК от 2 января 2021 года №400-VI ЗРК

# **ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ**

В настоящей диссертации применяют следующие термины и сокращения с соответствующими определениями:

A – активность

pH – водородный показатель

V – встречаемость

АО «ССГПО» - акционерное общество «Соколовско-Сарбайского горно-обогатительного производственного объединения»

Б – береза

КОКСНВО МНВО РК - Комитет по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан

КП – класс постоянства

КПП - комплексный природный потенциал

ОПП - общее проективное покрытие

Ос – осина

рНводн. – реакция почвенного раствора

С – сосна

СО РАН – сибирское отделение российской академии наук

ТМО - техногенные минеральные образования

ЦП – ценопопуляция

ЧПП (P) - частное проективное покрытие

# **ВВЕДЕНИЕ**

Глобальный экологический кризис, вызванный чрезмерным потреблением и эксплуатацией природных ресурсов человеком, является одной из наиболее важных проблем современности [1,2].

Антропогенная деятельность в процессе добычи полезных ископаемых приводит к комплексным изменениям природных ландшафтов, которые включают деградацию почвенного и растительного покрова, нарушение структуры литогенной основы и гидрологического режима местности. В результате этих изменений природный ландшафт преобразуется в природно-техногенный, чаще в совершенно техногенный, а восстановление нарушенных экосистем может занимать столетия. XX век стал периодом беспрецедентного антропогенного воздействия на природу. В результате этого воздействия в глобальном масштабе произошли значительные изменения в структуре земных ландшафтов. Лесные массивы были частично или полностью уничтожены, а на их месте возникли лесопольные и лесолуговые ландшафты. Такие территории как лесостепи и степи трансформируются в полевые и сельскохозяйственные ландшафты после распашки [3, 4, 5].

Ф.Н. Мильков, основоположник ландшафтной экологии, выдвинул теорию о радикальном преобразовании всех ландшафтов Земли под влиянием антропогенной деятельности. Масштабная трансформация ландшафтов обусловила их новую категоризацию – антропогенные ландшафты. В биогеоценологии описано явление катастрофической сукцессии биогеоценоза, вызванное антропогенным воздействием. Это резкое изменение сообщества живых организмов, приводящее к полной или частичной гибели биоты и образованию нового, неустойчивого сообщества [6, 7].

Полное преобразование ландшафта, происходящее в процессе разработки месторождений полезных ископаемых, приводит к серьезным негативным последствиям. При разработке железорудных карьеров происходит формирование отвалов пустых пород.

Отвалы – это искусственные образования, создаваемые в результате складирования горных пород, вскрышных и других материалов, образующихся при добыче полезных ископаемых. Они являются ярким примером техногенного ландшафта, который обладает специфическими характеристиками, отличающимися от естественных природных ландшафтов.

Изменение природного ландшафта под влиянием отвалов выражается в преобразовании рельефа, уничтожении плодородного слоя почвы и деградации земель, а также в исчезновении естественной растительности.

Загрязнение окружающей среды отвалами происходит по нескольким направлениям. Отвалы являются источником пылевого загрязнения, которое негативно влияет на здоровье людей и состояние окружающей среды. Дожди и талые воды размывают отвалы, что приводит к загрязнению водоемов.

Геологические процессы, связанные с отвалами, включают просадки, которые могут привести к образованию воронок и провалов, а также оползни, представляющие опасность для людей и объектов инфраструктуры.

Научное изучение отвалов направлено на оценку их влияния на различные компоненты окружающей среды и разработку методов рекультивации, которые позволяют восстановить природный ландшафт и снизить их негативное влияние. Ю.А. Манаков в результате исследований отвалов вскрыши разграничил 8 групп экотопов (по степени благоприятности, наклону поверхности), отличающихся по своим экологическим характеристикам. Эти характеристики определяют степень благоприятности для жизни, что, в свою очередь, влияет на скорость зарастания этих искусственных ландшафтов [8, 9, 10].

Изучение фитоценозов в техногенной среде – это актуальное направление современной ботаники, имеющее прикладное значение для решения экологических проблем. Влияние техногенной среды на фитоценозы многогранно и проявляется на разных уровнях: морфогенез – происходит изменение размеров, формы, анатомии растений; физиолого-биохимические процессы – проявляются нарушение фотосинтеза, дыхания, водного обмена, накопление токсичных веществ; ценотические взаимоотношения – происходит изменение структуры и состава растительных сообществ. В связи с этим в 1967 году В.В. Тарчевский выделил промышленную ботанику из общей ботаники как самостоятельную научную дисциплину, что подчеркивает важность этого направления [11]*.*

Антропогенная нагрузка на территории Казахстана, обусловленная интенсивной добычей полезных ископаемых, приводит к образованию обширных техногенных ландшафтов. По данным земельного кадастра на 1 ноября 2022 года, площадь нарушенных земель в Казахстане составляет 244,8 тыс.га. Эти территории заняты отвалами вскрышных и горных пород, хвостохранилищами, золоотвалами, карьерами и др. Наиболее остро проблема деградации земель стоит в Мангистауской (70,5 тыс. га), Костанайской (40,4 тыс. га) и Карагандинской (33,2 тыс. га) областях. Помимо прямого нарушения почвенного покрова, добыча и переработка полезных ископаемых приводит к образованию значительных объемов промышленных отходов. На 1 января 2023 года в Казахстане накоплено 31,6 млрд тонн отходов, ежегодно этот показатель увеличивается на 1 млрд тонн [12].

Первые работы по изучению процессов зарастания отвалов железорудных месторождений Костанайской области проводилось в 70-х годах XX века. Отдельно отвалы Сарбайского рудника изучались в период с 1997 по 2003 гг. [13, 14].

**Целью** работы явилось изучение особенностей зарастания разновозрастных отвалов, входящих в состав АО «Соколовско-Сарбайского горно-обогатительного производственного объединения» (АО «ССГПО») и АО «Качары руда». 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*» [183]. 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 [184].

**Задачи** исследования:

1. Изучить закономерности естественного зарастания поверхности отвалов под действием экологических факторов и длительности их существования.

2. Оценить направленность и динамику естественного зарастания отвалов АО «ССГПО» и АО «Качары руда».

3. Изучить видовой состав и особенности техногенной флоры отвалов.

4. Разработать методические рекомендации по восстановлению растительного покрова отвалов предприятий горнодобывающей промышленности Костанайской области.

**Объект исследования** представлен комплексом взаимодействующих естественных и техногенных экологических систем на территории деятельности горнодобывающих предприятий Костанайской области АО «ССГПО» и АО «Качары руда»: это ландшафты, почвенный покров и растительность.

**Предмет исследования** – растительные сообщества, формирующиеся на отвалах. *Эмпирическим материалом исследования* послужили: растительные образцы, пробы почв.

**Научная новизна данного исследования**заключается в том, что проведено комплексное ботаническое обследование разновозрастных отвалов АО «ССГПО» и АО «Качары руда»; проведен анализ синантропности видов отвалов; изучены закономерности зарастания отвалов в зависимости от возраста и свойств эмбриоземов, слагающих отвалы; проведен систематический анализ техногенной флоры отвалов, найдены новые виды для флоры Костанайской области (*Rubus sachalinensis, Achillea* × *kasakhstanica, Bryonia alba, Chondrilla ambigua* и *Sorghum sudanense*); разработаны рекомендации по рекультивации железорудных отвалов Костанайской области.

**Практическая ценность** проводимого исследования заключается в том, что, полученные результаты использованы как основание для разработки методических рекомендаций по лесной рекультивации на отвалах железорудных предприятий Костанайской области. В ходе работы над рекомендациями были подобраны оптимальные способы снижения нагрузки и восстановления экосистем, максимально приближенные к естественным биоэкологическим и ценотическим свойствам. Также разработанное электронное учебное издание будет использовано в ходе обучения магистрантов в университете. Оформленные гербарные листы доступны к изучению в коллекциях TOBYLKZ (Костанай, Казахстан) и KUZ (Кемерово, Россия).

**Теоретическая значимость**. Комплексное исследование флоры отвалов проведено с использованием взаимодополняющих подходов. Во-первых, был проведен систематический анализ с детальной идентификацией всех видов растений, встречающихся на изучаемых отвалах. Во-вторых, проведен анализ биологических особенностей видов, в том числе жизненных форм, способов распространения семян. В-третьих, была дана оценка влияния факторов среды на распределение и особенности растений. Также собранные и обработанные нами данные, помогут расширить знания о закономерностях сукцессии растительных сообществ на техногенных субстратах.

*Методологией исследования послужили* труды таких ученых, как Куприянов А.Н. (2010, 2017), Манаков Ю.А. (2011, 2017), Конысбаева Д.Т. (2003, 2012), Терехова Э.В. (1974, 1976), Федотов В.И. (1978, 1985), Андроханов В.А. (2000), Долгополова Н.В (2020), Noviyanto (2017), Hendrychová (2020), Чаплыгина (2023) и проч.

В соответствие с поставленными целью, задачами и общей логикой, и процедурой исследования целесообразно применение следующей системы **методов*,*** включающей в себя:

1) общенаучные методы: анализ, синтез, обобщение, индукция, дедукция, классификация, обзор литературы;

2)специальные методы: сбор растений, гербаризация, геоботаническое описание, парцеллярный метод, маршрутно-экспедиционный метод, общий агрохимический анализ почв, сравнительно-сопоставительный анализ;

3)количественные и качественные методы статистической обработки*.*

**Положения**, выносимые на защиту.

1. Флора отвалов Соколовского, Сарбайского и Качарского железорудных месторождений насчитывает 284 вида, относящихся к 163 родам и 44 семействам.

2. Сукцессионные процессы на отвалах Соколовского, Сарбайского и Качарского месторождений характеризуются последовательными стадиями фитоценотического развития: пионерной группировкой, группово-зарослевым сообществом, сложным фитоценозом и проценозом.

3. Скорость сингенетических сукцессий зависит от совокупности факторов. Среди них литогенная структура вскрышных пород играет ключевую роль, незасоленные субстраты являются наиболее благоприятными для зарастания. При этом, возраст отвалов играет второстепенную роль.

**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.** Материалы, представленные в данной диссертации, опубликованы в 19 статьях, в том числе 1 статья в международном рецензируемом научном журнале, входящем в базу цитирования «Scopus»; 4 статьи – в журналах, входящих в перечень КОКСНВО МНВО РК; 3 статьи, имеющих статус «Conference paper» в базе цитирования «Web of Science»:

1. Natural vegetation communities on the iron ore dumpsites in Northern Kazakhstan. Biodiversitas. – 2023. – Vol. 24 (6). – P. 3414-3423. CiteScore (Scopus) 2022 – 2,2; процентиль по ботанике – 51, CiteScore 2023 – 2.8; процентиль по ботанике – 56.

2. Analysis of the syngenesis pioneer stage on the iron ore enterprises dump sites in the Kostanay region. Вестник Карагандинского университета. Серия Биология. Медицина. География. – 2023. – 3 (111). – С.159-168.

3. Analysis of group-thicket communities on iron ore industry dumps in Kostanay Region. Вестник Евразийского национального университета Л.Н. Гумилева. Серия Биологические науки. – 2023. – 3 (144). – С.26-39.

4. Analysis of complex phytocenoses of iron ore companies dumps of the Kostanay region. Вестник Казахского национального университета имени Аль-Фараби. Серия биологическая. – 2023. – 3 (96). – С. 66-79.

5. Taxonomic diversity of the *Ranunculaceae* family in the Tobol-Ishim and Turgai floristic districts of Kazakhstan. Вестник Казахского национального университета имени Аль-Фараби. Серия биологическая. – 2024. – 3 (100). – С. 4-18.

6. A zonal forest approach for restoring degraded lands in the Kostanay region. BIO Web of Conferences: VII International Scientific Conference «Problems of Industrial Botany in Industrially Developed Regions». – 2024. – 128. – 00002.

7. Floristic features of the Kostanay iron ore dump flora. BIO Web of Conferences: VII International Scientific Conference «Problems of Industrial Botany in Industrially Developed Regions». – 2024. – 128. – 00013.

8. Morphometric study of *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen under the conditions of Kostanay Region BIO Web of Conferences: VII International Scientific Conference «Problems of Industrial Botany in Industrially Developed Regions». – 2024. – 128. – 00022.

Результаты проведенного исследования были внедрены в производство на АО «ССГПО» при внесении дополнений в План рекультивации Юго-Западного автомобильного отвала Сарбайского месторождения (Приложение Ж, З), а также в учебный процесс при проведении практических и лабораторных занятий по дисциплинам: «Ботаника», «Систематика растений», «Экология», «Окружающая среда и биоразнообразие», «Современные вопросы систематики высших растений», «Современные проблемы биологии» (Приложение И, К, Л).

Основные результаты диссертационного исследования доложены на международных конференциях, форумах, опубликованы в прочих источниках:

1. Материалы XV международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии», Караганды, Казахстан, 20-21 января 2023. Статья на тему: Фиторекультивация как метод восстановления биоразнообразия техногенных ландшафтов.

2. Материалы международной научно-практической конференции «Путь в науку – 2023», Павлодар, Казахстан, 12 апреля 2023 г. Статья на тему: Қостанай облысының темір рудасы кәсіпорындарының үйінділерінде өсімдік жамылғысының түзілуін зерттеу.

3. Материалы XLIX международной научно-практической конференции Малой академии наук Республики Казахстан, Павлодар, Казахстан, 13-14 апреля 2023 г. Статья на тему: Техногендік ландшафттардың өсу ерекшеліктері.

4. Материалы II международного молодежного научного форума «Проблемы развития естественных наук и образования в контексте целей устойчивого развития», Алматы, Казахстан, 30 ноября 2023 г. Статья на тему: Рекультивация отвалов железорудных предприятий как фактор достижения устойчивого развития Костанайской области.

5. Материалы VIII международной научно-практической конференции «Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий», Рязань, Россия, 22-23 марта 2024 г. Статья на тему: Расширение ареалов: новые свидетельства миграции флоры на железорудных отвалах.

6. Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы научных исследований молодых ученых», Алматы, Казахстан, 29 марта 2024 г. Статья на тему: Биоразнообразие железорудных отвалов: возможности и ограничения естественного восстановления.

7. Материалы научно-практической конференции «Байтурсыновские чтения – 2024» на тему: «Концепция развития высшего образования и науки Казахстана – основа роста человеческого капитала и инноваций», Костанай, Казахстан, 19 апреля 2024 г. Статья на тему: Анализ влияния отвалов на окружающую среду.

8. Материалы международной научно-практической конференции молодых учёных, магистрантов, студентов и учащихся «Родной край – основа всех начинаний поколения молодых», Рудный, Казахстан, 25-26 апреля 2024 г. Статья на тему: Рекультивация отвалов как фактор устойчивого развития горнодобывающей отрасли региона.

9. Материалы I Международной научно-практической конференции «Агропромышленный комплекс в условиях инновационного развития: наука, технологии, кадровое обеспечение», Минск, Беларусь, 6-7 июня 2024 г. Статья на тему: Оценка перспективности выращивания кормовых культур на железорудных отвалах.

10. Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан. – 2023. – № 1. Статья на тему: Natural overgrowth of the dump sites of mining enterprises in the Kostanay region.

11. Ботанические исследования Сибири и Казахстана: сборник научных трудов. Статья на тему: Конспект флоры отвалов Соколовского, Сарбайского и Качарского железорудных месторождений (Казахстан), 2024. – №30.

**Структура и объем диссертации:** состоит из введения, 6 глав, заключения, списка использованных источников и 11 приложений. Объем рукописи – 160 страниц. Содержит 29 таблиц, 33 иллюстрации. Список использованных источников включает в себя 185 наименований зарубежных и отечественных источников.

Автор выражает **благодарность** руководству и сотрудникам отдела экологии и недропользования АО «ССГПО» и АО «Качары Руда», сотрудникам Кузбасского ботанического сада и Института экологии человека федерального исследовательского центра угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук за помощь в проведении данного исследования.

# **1 ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ**

## **1.1 Геология и рельеф**

Костанайская область – обширный регион площадью 196 тыс. км², раскинувшийся в северной части Республики Казахстан. Границы области проходят с Российской Федерацией на севере и северо-западе, с Актюбинской областью на западе и юго-западе, с Северо-Казахстанской, Акмолинской и Карагандинской областями на востоке и юго-востоке [15].

Рельеф области преимущественно равнинный, сформированный под влиянием эндогенных и экзогенных процессов, воздействия антропогенных факторов в неоген-четвертичный период. На севере простирается юго-западная окраина Западносибирской равнины, представленная пологоволнистой равниной с овражно-балочной сетью. Центральную часть занимает Тургайское плато, где равнинные участки сочетаются с мелкосопочником и останцами. На северо-западе возвышается Зауральское плато, характеризующееся холмисто-мелкосопочной возвышенной равниной. Юго-восточная часть области – это отроги Сарыарка, отличающиеся более расчлененным рельефом с сопками и останцами [15, 16].

Разнообразие геоморфологических условий обуславливает пестроту ландшафтов. На севере простирается лесостепь – березовые и сосновые леса, чередующиеся с лугами и полями. Для центра и юга характерна степная зона – ковыльные и разнотравно-ковыльные степи. На юго-востоке преобладают участки полупустыни – полынно-солянковая растительность.

Главной водной артерией области является река Тобол, которая, протекает через всю область с северо-востока на юго-запад. Питание реки преимущественно снеговое. В Тобол впадают многочисленные притоки, такие как Уй, Аят, Терисаккан, берущие начало в предгорьях Урала и Зауральского плато. С востока впадает река Убаган, начинающаяся в озере Кушмурун, расположенном в Торгайском понижении. В южной части Торгайской ложбины, простирающейся через область от севера до самых южных точек, протекает река Торгай, исток которой находится на Тургайском плато [15, 16].

Рассматриваемый регион представляет собой равнинную территорию, осложненную мелкосопочником. В геоморфологическом плане она разделяется на аккумулятивную (зандровые равнины, ложбины стока) и денудационную (увалисто-волнистые равнины, плато) равнины. В настоящее время на рельеф области влияют как природные (овражная эрозия, дефляция), так и антропогенные (оврагообразование, ветровая эрозия) факторы. Эти процессы ведут к усложнению рельефа, образованию оврагов, балок, дефляционных котловин [17].

В основе области залегает складчатый фундамент, возраст которого датируется докембрийским и палеозойским периодами. Он состоит из кристаллических пород (граниты, гнейсы, сланцы), которые выходят на поверхность в районе города Костаная. Складчатый фундамент перекрыт осадочными породами платформенного чехла, образовавшегося в мезозойскую и кайнозойскую эры. Мощные толщи осадочных пород (песчаники, известняки, глины) заполняют Тургайский прогиб, являющийся основной геоструктурой области [17].

Северная часть Костанайской области расположена в границах Западносибирской низменности и образована маломощными четвертичными супесями и песками. Четвертичные породы расположены над соленосными третичными глинами Западносибирской низменности и известняками, кварцево-глауконитовыми песками Торгайского и Зауральского плато. На западе и юго-востоке области происходит обнажение пород складчатого фундамента [17].

Геологическое строение Тургайского прогиба – это результат длительного геологического развития региона. Породы различных этажей характеризуются различными физико-механическими свойствами, что определяет особенности рельефа и геологических процессов, протекающих в прогибе. Толща пород Тургайского прогиба состоит из трех геолого-структурных этажей [18].

*Первый этаж* геологического разреза представлен породами докембрийского и раннепалеозойского возраста: это гранитоиды, базальты, также красноцветные породы пермского и триасового периодов, кварциты, гнейсы и сланцы [18].

*Второй этаж* сложен породами среднего и позднего палеозоя: известняки, порфириты, диабазы и сланцы. Особую ценность представляют месторождения магнетитовых руд, связанные с отложениями нижнего карбона. Эти месторождения служат важной сырьевой базой для черной металлургии [18].

*Третий этаж* составлен породамимезозойского и кайнозойского возраста – это морские отложения: песчано-глинистые образования; континентальные отложения, сформировавшиеся в течение кайнозоя. В конце триасового и в начале юрского периодов на территории изучаемой области сформировалась большая часть осадочных месторождений железных руд, бокситов и т.д. [18].

Туранская палеозойская плита, расположенная южнее Тургайского прогиба, имеет двухъярусное строение. Нижний слой, фундамент времен палеозоя, состоит из метаморфических и магматических пород. Верхний слой, чехол осадочных отложений мезо-кайнозойского возраста, состоит из осадочных пород, залегающих горизонтально. Горизонтальное залегание пород чехла привело к формированию равнинного рельефа [18, 19].

## **1.2 Климатические особенности**

Климат Костанайской области относится к резко-континентальному типу и характеризуется антициклональным типом погоды, незначительным количеством осадков, низкой влажностью. Изменчивый характер климата области обуславливается, в первую очередь, большой площадью территории, а также влиянием с запада Уральских гор, с востока – Казахского мелкосопочника [19, 20].

Широкие амплитуды изменения годовых и суточных температур являются нормой для области. Зимний период отличается пасмурной, холодной погодой с продолжительным устойчивым снежным покровом; частотны и сильные ветры, метели и туманы. Летний сезон довольно жаркий и короткий [19, 20].

Климатические условия оказывают серьезное влияние на самозарастание нарушенных территорий: температура, влажность, осадки, ветровой режим, - все данные показатели в той или иной степени регулируют рост и развитие растительных сообществ на карьерно-отвальных ландшафтах. Общие закономерности климата, микроклимат, погодные аномалии, катализированные изменением климата, могут изменять метаболизм и видовой состав экосистем. Некоторые изменения экосистемной динамики могут происходить медленно – с постепенным изменением доминантных видов на определенной территории, другие же изменения могут быть внезапными: вымирание, болезни, пожар [21].

Так, согласно исследованию ученых из Центра энергетических исследований Норвежского института иностранных дел (NUPI) и базирующегося в Осло Центра международных климатических исследований CICERO, рост температур в Центральной Азии опережает среднемировые темпы, что приводит к ускоренному усугублению разнообразных проблем, в том числе таяния ледников, дестабилизации речных стоков и роста засушливости [21, 22].

Каждые 10 лет в период с 1983 по 2019 гг. среднегодовая температура на территории Казахстана повышалась на 0,26оС, что в условиях резко-континентального климата приводит к метеорологической и гидрологической засухе в том числе и в степной зоне северной части страны. В Казахстане, дни атмосферных засух за период 1930-1965 годов составляли 55 дней, а в последние годы их продолжительность достигла 89 и более дней. Засуха крайне негативно влияет на процессы естественного зарастания нарушенных земель, поверхность которых лишена плодородного слоя и подвергается ветровой эрозии, что усложняет укоренение и развитие растительных сообществ [23].

В данном пункте мы рассмотрим климатические особенности Костанайской области, потенциально оказывающие влияние на самозарастание отвалов горнодобывающей промышленности Костанайской области.

1.2.1 Климатические сезоны года

Продолжительность периода тепла при среднесуточной температуре воздуха выше нуля в среднем длится 200-205 дней на севере и около 218 - на юге Костанайской области. Стоит отметить, что климатическое наступление весеннего периода при постепенном и устойчивом повышении среднесуточной температуры до значений, превышающих 00С, для лета это значение равно 150С, не совпадают с принятыми календарными значениями и различаются в разных точках области, также различаются из года в год [19, 24].

Границы климатического начала весны по территории области разница от 28 марта по 6 апреля, а продолжительность варьируется в пределах 43-51 суток. Наступление лета также существенно разница: в северной части области – конец мая, в южное же – середина мая. И длительность данного времени года отличается от 93 суток севернее до 124 южнее. Месячную разницу в продолжительности лета можно объяснить большой широтной протяженностью территории Костанайской области. Начало осени также не совпадает на севере (конец августа) и юге (середина сентября). Сроки наступления зимы: конец октября – начало ноября, а продолжительность находится в пределах 144-161 суток [19].

Исходя из вышеописанного можно сделать вывод, что самый длительный период года в Костанайской области – это зима – более 5 месяцев (ноябрь – март), лето ограничивается 3-4 месяцами. Осенний период в области охватывает менее 2 месяцев, а самый короткий сезон – весна – 1,5 месяцев [19].

Ветровой режим является одним из факторов, оказывающим значительное влияние на рост и развитие растений, т.к. ветер способствует интенсивному испарению влаги из почвы. Ветровая эрозия повышает уязвимость легкой почвы за счет удаления самой тонкой и наиболее плодородной ее части, включая питательные вещества, что потенциально ограничивает развитие растительности. Ветер сильнее и продолжительнее средней нормы может привести к пригибанию стеблей растений, что негативно сказывается на их дальнейшей жизнедеятельности. Среднегодовая скорость ветра варьируется в пределах 3,2-5,7 м/с. Максимальная зафиксированная скорость ветра в году - 24-35м/с. Юго-западное направление ветра превалирует над остальными на территории области. Однако, стоит отметить, что на территории Торгайской долины преимущественно друге направление – северо-восточное [19, 20, 25, 26].

По мере продвижения с севера на юг области показатели теплообеспеченности и влагообеспеченности существенно изменяются. Однако, средняя годовая температура воздуха сохраняется положительной для всех районов области, варьируется от 1 до 4° С. Самый холодный месяц январь со вредней температурой в -15-17 °С. Самое экстремальное понижение температуры в самые холодные зимы до -44° С. Самая низкая зафиксированная температура за последние 10 лет -47° С – в п. Кушмурун. Месяцем с наивысшей среднесуточной температурой является июль: на севере до +19° С, а на юге до + 24° С [19, 20].

Повышение температуры воздуха днем до 40-45°С возможно в особенно жаркие засушливые дни. Тепловой период с температурой выше нуля сохраняется на территории северной части области 200-205 дней, южной – 210-218 дней [19, 20].

Достаточное потребление воды позволяет растению осуществлять свои физиологические функции. Вода является неотъемлемой частью процесса фотосинтеза, терморегуляции организма, транспорта питательных элементов и т.д. Рассматривать ресурс влаги необходимо с нескольких сторон:

1) количество и распределение атмосферных осадков;

2) режим снежного покрова;

3) режим увлажненности почвы.

Сравнительная характеристика влагообеспеченности по наиболее теплому и наиболее холодному периоду в области показана в таблице 1 [19, 20].

Таблица 1 – Характеристика атмосферных осадков в Костанайской области по периодам

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Период | Осадки | |
| Север области | Юг области |
| Год | ~ 330 мм | ~ 220 мм |
| Зима | Наибольшая высота снежного покрова: февраль, март | |
| ~ 20 – 30 см | ~ 18 – 20 см |
| Лето | 70-75% от годовых | |
| относительная влажность воздуха < 30% | |
| не более 15 – 20 дней;  длительные обложные дожди | 60 дней и более;  кратковременные ливневые дожди, порывистые сильные ветра |

Для гидрологического режима Костанайской области характерна высокая годовая изменчивость. В засушливые периоды, которые наблюдаются в 2-3 раза чаще, чем влажные, количество осадков может быть в 2-3 раза ниже среднего многолетнего значения. В более влажные годы наблюдается обратная картина: количество осадков значительно превышает норму. Среднегодовое количество осадков в области колеблется от 220 до 330 мм. Эта изменчивость обуславливает необходимость разработки мер по рациональному использованию водных ресурсов, а также по защите земель от засухи. Для черноземной зоны региона количество осадков выше, чем для степной зоны [15, 19, 20].

**Снег в Костанайской области выпадает неравномерно, в зависимости от широты и рельефа. В северных районах, где преобладают возвышенности, снег ложится раньше и лежит дольше. В южных районах, где преобладают равнины, снег ложится позже и лежит меньше. В среднем, в области снег лежит 125-161 день** [15, 19].

Для зимы в области характерны продолжительные и сильные ветры, которые сдувают снежный покров с возвышенностей рельефа в понижения, это приводит к значительно более глубокому промерзанию почв на пустых от снега участках. Часто фиксируются бураны в течение зимы [15].

Весна достаточно короткая, количество выпадающих осадков низкое, температурный режим быстро меняются в сторону нарастания, это происходит из-за значительно увеличивающегося поступления теплых воздушных масс со стороны южных регионов. Поверхность почвы весной подвергается сухим сильным ветрам и быстро высыхает. Частотны и пыльные бури при частых суховеях [15].

Лето жаркое и сухое при относительно большом количестве атмосферных осадков. В этот сезон довольно частотны суховеи, усиливающие испаряемость влаги и развеивающие почвы. Нередки засухи [15, 19].

Для осеннего сезона свойственна пасмурная и сырая погода. Температурные показатели начинают снижаться уже с конца летнего периода, часто достигая точки замерзания в середине осени. В то же время, первое снегопад может не наступить до зимнего солнцестояния, особенно в южных регионах, где снежный покров может отсутствовать до последних дней декабря [15, 19].

### 1.2.2 Агроклиматические ресурсы

В ходе данного исследования наиболее целесообразно учитывать не столько отдельные климатические факторы, сколько их совокупность, влияющую на произрастание различных культур. Эта совокупность факторов называется агроклиматическими ресурсами. Агроклиматические ресурсы – это совокупность различных факторов климата, виляющих на возможность возделывания определенных культур. К таким факторам относятся: уровень солнечной радиации, характеристики термического режима и режима увлажнённости почвы в течение вегетационного периода [19].

Согласно исследованию 2016 года, проводимому ТОО «Институт географии», на территории Костанайской области выделено 4 агроклиматические зоны. В таблице 2 указаны названия этих зон, предельные значения коэффициента увлажнения (К) за вегетативно активный период и суммы температур воздуха выше 10 0С, осредненные за многолетний период [19].

Таблица 2 – Агроклиматические зоны Костанайской области [19]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Название | К | ∑Т10, 0С |
| II | Слабовлажная умеренно теплая | 0,8-1,0 | 2200-2500 |
| III-б | Слабо засушливая теплая | 0,6-0,8 | 2450-2750 |
| IV-a | Умеренно засушливая теплая | 0,4-0,6 | 2700-3200 |
| V-a | Очень засушливая умеренно жарка | 0,3-0,4 | 3100-3500 |

Полученные данные позволили сделать вывод, что на территории области нет *зоны I – «Умеренно влажная умеренно теплая»*. Также стоит отметить, что территория области почти поровну поделена между парами II-III-б и IV-a-V-a [19].

Как было описано ранее, агроклиматические ресурсы оцениваются с помощью показателей, влияющих на рост, развитие и продуктивность растений. При оптимальном уровне влаги растения способны максимально эффективно использовать солнечную радиацию и накапливать наибольшее количество биомассы. Недостаточное влагообеспечение приводит к тому, что использование солнечной энергии снижается до минимума, что в дальнейшем приводит к уменьшению продуктивности видов.

Знание агроклиматических зон позволит предположить, какие растения могут существовать и отвалах, а также сопоставить флору нарушенных территорий с предполагаемой и контрольной.

## **1.3 Почвенный покров**

Широтная зональность обуславливает три почвенные зоны и четыре подзоны в Костанайской области, где с севера на юг происходит постепенная смена степени и вида влияния экологических и климатических факторов.

К плоским зонам обычных равнин относятся:

1) Степная зона: включает в себя умеренно-увлажненную, умеренно-засушливую и сухую степи;

2) Полупустынная зона;

3) Пустынная зона.

Стоит отметить, что на территории области также встречаются интразональные почвы, их распределение зависит от природной зональности. Интразональные почвы отличаются от зональных тем, что могут находиться в несвойственных зонах в том числе в виде отдельных массивов. В Костанайской области такими почвами являются солонцы, луговые и пески, все они пустынные с почвообразованием бурого типа [15, 19].

### 1.3.1 Характеристика зональных почв

1) *Черноземы обыкновенные*

Средняя мощность гумусового слоя – 60-80 см; очень высокий гумусовый статус (6,2-8,0%). Обыкновенные черноземы формируются в северной части степной зоны, на лёссовидных суглинках или элюводелювии коренных пород, преимущественно глинисто-суглинистого состава. Они формируются под разнотравно-дерновиннозлаковыми степями, которые не позволяют воде глубоко просачиваться в почву [19, 27].

2) *Черноземы обыкновенные карбонатные*

Средняя мощность гумусового слоя – 40-80 см; очень высокий гумусовый статус (6-8%). Карбонатные черноземы образуются на делювиальных отложениях и элювии коренных пород. Они чаще всего тяжело- и среднесуглинистые, реже легкосуглиниистые. Эти почвы характеризуются высоким содержанием карбонатов в верхнем горизонте, что приводит к неблагоприятным агрофизическим свойствам, таким как высокая рыхлость, повышенная аэрация, непрочная структура и низкая влагоёмкость. Во всех горизонтах карбонатных черноземов широко распространены углесоли кальция [19, 28].

3) *Черноземы обыкновенные солонцеватые*

Встречаются на слабодренированных участках, где подстилающие породы залегают близко к поверхности в районах водоразделов Тобол-Убаган, Убаган-Есиль. Они формируются под угнетенной и разреженной степной растительностью [19, 29].

Средняя мощность гумусового слоя – 40-70 см; очень высокий гумусовый статус (7-9%). Скопление гипса находится на глубине 80-120 см. Отличительная особенность этих почв – это соленосный горизонт в нижней части профиля, сформировавшийся в следствие недостаточного дренирования. Засоление носит в основном сульфатный характер. Чаще данные почвы встречаются в виде массивов или пятен в степной зоне в условиях засушливого климата. Эти почвы формируются на пересеченном рельефе, в местах, где соленосные породы подходят близко к поверхности, а также на древних речных террасах [19, 29].

4) *Черноземы южные нормальные*

Средняя мощность гумусового слоя – 35-60 см; высокий гумусовый статус (4-7%). Данный тип почвы с низким содержанием фосфора образовался под разнотравно-типчаково-ковыльной растительностью [19, 30].

5) *Черноземы южные карбонатные*

Содержание гумуса – высокий гумусовый статус (4-6%). Уровень карбонатности может быть определен как с поверхности, так и с глубины 28-30 см, в зависимости от целей исследования, гипс – 100-120 см [19, 29].

6) *Черноземы южные солонцеватые*

Средняя мощность гумусового слоя – 30-65 см; низкий гумусовый статус (0,2-0,4%). Эти почвы отличаются от обыкновенных черноземов наличием натрия в составе поглощенных оснований, что является признаком солонцеватости. Максимальная концентрация солей наблюдается в нижних горизонтах почвы. Черноземы южные солонцеватые встречаются на территории области в виде отдельных массивов или в комплексе с солонцами [19, 29]. Сформированы на древних речных террасах из рыхлых, лессовидных отложений, которые образовались в результате размыва и переноса горных пород, под злаково-полынными ассоциациями [31].

7) *Лугово-черноземные* почвы

Средняя мощность гумусового слоя – 60-80 см; содержание гумуса: высокий гумусовый статус (4-9%). Глубокие горизонты почвы, богатые гумусом, имеют более темную окраску, а ржавые и сизые пятна указывают на специфические процессы, происходящие в почве [19, 29].

Образуются главным образом в лесостепной зоне, однако могут быть зафиксированы и в лиственно-лесной, и в степной зонах. В отличие от черноземов данные почвы формируются при повышенном увлажнении в следствии накопления влаги поверхностного стока или близкого залегания грунтовых вод на глубине 3-7 м, являются полугидроморфными – находятся на границе между гидроморфными и автоморфными почвами. Лугово-черноземные почвы образуются под растительностью, которая включает в себя разнотравье, злаки и лиственные деревья. Эта растительность растёт на слабодренированных равнинах, в замкнутых понижениях рельефа, на подпойменных террасах и нижних частях склонов [19, 32].

8) *Темно-каштановые* почвы

Средняя мощность гумусового слоя – 38-45 см; средний гумусовый статус (2,5-4,5%). Образуются в условиях сухих степей. Благодаря песчаному составу, соли не задерживаются в этих почвах, а вымываются в более глубокие слои [19, 29].

9) *Темно-каштановые карбонатные,* частично *остаточно-карбонатные* почвы

Средняя мощность гумусового слоя – 30-50 см; средний высокий гумусовый статус (3,0-4,0%). Водорастворимые соли, преимущественно сульфаты - глубже 80-100 см. Образуются на возвышенных равнинах и речных долинах, которые плохо дренированы. Эти равнины и долины состоят из суглинков и глин, содержащих большое количество карбонатов [19, 29].

10) *Темно-каштановые солонцеватые* почвы

Средняя мощность гумусового слоя – 30-50 см; средний высокий гумусовый статус (2,5-4,5%). Рельеф и гидротермический режим данных мест обуславливают уникальный генезис этих почв, они формируются на пологих участках водоразделов, террасах рек [19, 29].

11) *Темно-каштановые малоразвитые и неполноразвитые (ксероморные) щебнистые* почвы. Средний гумусовый статус (2,3-3,8%). Рельеф и материнская порода отрогов Зауральского плато являются ключевыми факторами формирования этих почв. [19, 29].

12) *Средне-каштановые карбонатные (темно-каштановые малогумусные)* почвы

Средняя мощность гумусового слоя – 35-45 см; средний гумусовый статус (2,5-3,5%). Среди обменных оснований по составу преобладает кальций – до 90%, содержание магния – 15-25%, а натрия – не более 1-3% [19, 29].

13) *Средне-каштановые карбонатные,* частично *остаточно-карбонатные*

Восточная часть области богата этими почвами, образовавшимися на крупных водоразделах [19].

14) *Средне-каштановые солонцеватые* почвы

Сформировались на террасах озер, в долинах рек и межсопочных понижениях. Характерная черта данных почв заключается в повышенной щелочности. По содержанию натрия (% от ЕКО) делятся на виды: слабосолонцеватые - 3-5%, среднесолонцеватые 5-10% и сильносолонцеватые - 10-15% [19, 33].

15) *Средне-каштановые малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые* почвы

Рыхлый обломочный материал, образовавшийся в результате выветривания горных пород, стал основой для этих почв [19].

16) *Светло-каштановые нормальные* почвы

Средняя мощность гумусового слоя – 15-18 см; средний высокий гумусовый статус (2-2,5%) [19, 29].

17) *Лугово-каштановые* почвы

Средняя мощность гумусового слоя – 60-80 см; высокий гумусовый статус (4-6%) – суглинки, и низкий (1,5-2%) для супесчаных и песчаных почв. Ареал данного типа почвы локализуется в ландшафтах, доминирующими почвами которых являются каштановые. При этом он преимущественно приурочен к понижениям рельефа – низменным равнинам, надпойменным террасам рек и озер. Благодаря таким формам рельефа происходит дополнительное увлажнение почвенного профиля посредством поверхностного стока и близкого залегания грунтовых вод (3-6 метров) [19, 29].

18) *Бурые пустынные* почвы

Средняя мощность гумусового слоя – 25-35см; низкий гумусовый статус (1-2%). Данные почвы характеризуются низким содержанием азота и фосфора. Генезис данных почв связан с карбонатными и засоленными меловыми отложениями, а также палеоген-неогеновыми и четвертичными образованиями, характеризующимися пестротой литологического состава [19, 29].

19) *Бурые пустынные солонцеватые* почвы

Благодаря особенностям аридного климата области и геолого-морфологических характеристик данной подзоны, почвы этого подтипа имеют яркую повышенную засоленность [19].

20) *Луговые* почвы

Средняя мощность гумусового слоя – чаще до 25 см; очень высокий гумусовый статус (до 12%). Данные почвы приурочены к понижениям рельефа (террасированные склоны, низкие террасы, лощины). Формируются при близком (до 3 м) залегании пресных/слабоминерализованных грунтовых вод, которые, вместе с водами поверхностного стока, дополнительно увлажняют почвы [19, 32].

Луговые почвы встречаются на террасах и в поймах рек Тобол и Убаган.

21) *Солонцы*

Средний гумусовый статус (2-3%). Генезис данных почв связан с глинистыми и суглинистыми отложениями различного происхождения, характеризующимися первичным или вторичным засолением, обусловленным влиянием грунтовых вод. Особенность солонцов – крайне низкое содержание валового фосфора [19].

22) *Пустынные* п*ески с почвообразованием бурого типа* характерны для перевеянных песчаных массивов.

### 1.3.2 Механический состав почв

Механический состав почвы имеет важное значение в росте и развитии растений, т.к. от него зависит интенсивность почвообразовательных процессов. Именно различия в механическом составе почв оказывает существенное влияние на окислительно-восстановительные реакции, поглотительную способность, накопление гумуса и других необходимых элементов, на водный режим, степень аэрации и т.д. [34, 35]

В экосистемах с ограниченными водными ресурсами влажность почвы и растительность находятся в тесной взаимосвязи, которая лежит в основе динамики экосистемы. Текстура почвы влияет на водный баланс между растением и почвой через режим водообеспеченности почвы. Характеристики почвы влияют на распределение и продолжительность пребывания воды в почве, а это, в свою очередь, влияет на распределение растений и структуру растительности [34-38].

Некоторые характеристики почвы могут вызывать засуху у растений даже в благоприятных климатических условиях. Для легких супесчаных и песчаных почв характерна высокая скорость прогрева весной, высокая аэрация и водопроницаемость. В следствии хорошей аэрации происходит быстрая минерализация органического вещества растительных остатков, в то время как гумификация и накопление питательных веществ снижается. Большая водопроницаемость, приводящая к низкой влагоемкости, не позволяет почвам накапливать достаточно воды, в результате происходит вымывание элементов питания [34, 35].

В то время как, тяжелосуглинистые и глинистые типы почв отличаются от прочих высоким содержанием глинистых частиц, данная особенность объясняет характеристики данных грунтов: плотная структура и низкая пористость, низкая воздухо- и водопроницаемость, недостаток большинства питательных веществ. Такие характеристики имеют негативное влияние на онтогенез растений на почвах с таким механическим составом, в том числе происходит задержка роста, недостаточное развитие корневой системы и повышенная подверженность различным болезням [35].

В Костанайской области определены различные типы почв, каждый обладает своими характерными особенностями.

*1) Глинистые и тяжелосуглинистые* обычны таких типов почв, как черноземы и темно-каштановые почвы [19].

2) *Карбонатные засоленные глинистые и тяжелосуглинистые* образованы на водораздельных равнинах из карбонатных и засоленных глин, тяжелых суглинков [19].

3) *Средне- и легкосуглинитые* почвы

Содержат 25-30% частиц физической глины. Эти почвы преобладают на Западе области, в основном, в бассейнах рек: Тобол, Убаган, Торгай [19].

4) *Средне- и легкосуглинистые карбонатные и засоленные* почвы сформировались в результате комплексного взаимодействия геолого-геоморфологических, климатических и биотических факторов на карбонатных суглинках и глинах [19].

5) *Супесчаные* почвы

Обширно представлены на дренированных территориях вдоль рек Аят, Тобол и Убаган. Кроме того, значительные массивы расположены в районе конфлюенции данных рек [19].

6) *Щебнистые* почвы

Представленные почвы представляют собой продукт совместного действия продолжительных процессов вымывания и накопления продуктов выветривания из верхнего почвенного слоя, материнской породой данных почв стали щебнистые суглинки. В качестве подстилающих пород могут выступать как крупные обломки горных пород (щебень), так и плотные лессовидные суглинки [19].

## **1.4 Растительность**

Распределение растительности по территории области подчиняется основным закономерностям широтной и высотной зональности, а также континентальности климата. Развитие растительных сообществ происходит в соответствии с распределением почв, тепла и влаги. Природные зоны Костанайской области представлены лесостепью, степью и полупустыней [15, 39].

*Лесостепь* Костанайской области представляет собой фрагментарный ландшафт, занимающий небольшие территории. Она характеризуется чередованием небольших лесных массивов – березовых либо березово-осиновых – с луговыми, богаторазнотравными и ковыльными степями. Почвы в основном здесь представлены черноземами. В водоразделах встречаются небольшие болота [15, 40].

В пределах степной зоны, к югу от лесостепи, встречаются небольшие лесные массивы: *колочные степи*. Эти участки представляют собой особый тип ландшафта, отличающийся от окружающей степи. Центральная часть колочных степей часто занята густыми зарослями ив, влаголюбивых деревьев, хорошо приспособленных к условиям повышенной влажности. В некоторых случаях вместо ивовых лесов в центре колочных степей могут располагаться осоковые болота. Образование колочных степей связано с особенностями рельефа: они обычно располагаются в балках и оврагах, где накапливается больше влаги [15, 40].

*Степная* часть областисостоит из пяти подзон, далее указана классификация по мере увеличения аридности условий:

* Умеренно-засушливая разнотравно-ковыльная степь. Почвы в данной степной зоне – обыкновенные черноземы. Преобладают многолетние травы, составляющие основу травянистого яруса. Наибольшее распространение получили злаково-бобовые травостои, среди которых самые активные типчак, ковыль, клевер, мятлик, люцерна [15, 40].
* Засушливая разнотравно-ковыльная образована преимущественно на южных черноземах. В этой подзоне травяной покров становится более однообразным, преобладают ковыль, типчак, полынь, овсяница. Почвы - черноземы южные, менее плодородные, чем черноземы обыкновенные [15, 40].
* Умеренно-сухая типчаково-ковыльная подзона располагается на темно-каштановых почвах. В этой подзоне травяной покров становится еще более однообразным, преобладают типчак, полынь, ковыль. Почвы - темно-каштановые, содержат меньше перегноя и питательных веществ, чем черноземы [15, 40].
* Сухая ксерофитноразнотравно-типчаково-ковыльная подзона Основной тип почв – каштановые. В этой подзоне травяной покров становится скудным, преобладают полынь, типчак, ковыль. Почвы - каштановые, еще менее плодородные, чем темно-каштановые [15, 40].
* Опустыненная полынно-ковыльно-типчаковая подзона (светло-каштановые почвы). В этой подзоне травяной покров практически отсутствует, преобладают полынь, типчак, ковыль. Почвы - светло-каштановые, самые бедные из всех степных почв [15, 40].

Разделение степи на подзоны обусловлено изменением климатических условий от севера к югу[15, 40].

На границе степной и лесостепной зон Костанайской области находится переходная зона, где встречаются изолированные островки березово-осинового леса в пределах ксерофильной растительности – преимущественно роды *Stipa* и *Festuca* [15, 40].

В степной зоне встречаются различные типы степей, которые отличаются друг от друга почвенными условиями и составом растительных сообществ: от лугов до пустынных солончаков. Состав этих сообществ определяется комплексом факторов: климатом, рельефом, типом почвы [15, 40].

На луговых и аллювиально-луговых почвах произрастают злаковые луга с доминированием вейниковых, пырейных, острецовых и костровых трав. В условиях засоления формируются галофитовые луга с ячменем, лисохвостом, ломкоколосником и другими солеустойчивыми видами [15, 40].

В заболоченных местах распространены травяные болота с зарослями тростника, пырея и осок. На степных солонцах черноземной зоны встречаются различные группировки: грудницево-типчаковые, ковыльно-типчаковые, полынно-типчаковые. В каштановой степи на солонцах доминируют типчаково-полынные, грудницевые, чернополынные и другие сообщества [15, 40].

Пустынные солонцы характеризуются кокпековыми и биюргуновыми сообществами. На солончаках преобладает сочно-солянковая растительность [15, 40].

Лесные сообщества региона представлены березовыми, березово-осиновыми и сосновыми массивами. В их составе встречаются многие виды из родов: *Betula*, *Populus, Alnus, Pinus, Elaeagnus, Larix* и др. На юге региона растут саксаульники [15, 40].

*Пустыня.* Ближе к югу области формируются северные пустынные растительные сообщества эфемерово-полынного типа (бурые пустынные почвы).

Таким образом, разнообразие почвенно-климатических условий обуславливает богатство и своеобразие растительного мира области. Сохранение этих уникальных экосистем является важной задачей.

Стоит отметить, что на территории Костанайской области определены 2 лесорастительнные провинции, а площадь лесного фонда достигает 274,1 тыс. га, лесные массивы расположены на 215,1 тыс. га: провинции Зауральско-Убаганских лесовна севере области и Абуго-Тургайских ленточных боров *–* в центре региона [15, 19].

На территории Костанайской области расположены 354,4 тыс. га особо охраняемых территорий: Наурзумский государственный природный заповедник, 3 государственных заказника и 9 памятников природы. На территории Наурзумского заповедника находятся под охраной 687 видов высших растений. Сосновые леса являются реликтовыми, сохранившиеся в малоизменённом виде с третичного-начала четвертичного периода [19, 41].

По данным 2008 г., полученным Пережогиным Ю.В., на территории Костанайской области обнаружено всего 1223 вида растений из 454 родов и 107 семейств. Наиболее крупные семейства, встречающиеся на данной территории: *Asteraceae* (201 в.), *Poaceae* (105), *Fabaceae* (80), *Chenopodiacceae* (67), *Brassicaceae* (66), *Caryophyllaceae* (53), *Cyperaceae* (49), *Rosaceae* (49), *Ranunculaceae* (38), *Scrophulariaceae* (36), *Lamiaceae* (33), *Apiaceae* (32), *Boraginaceae* (29), *Polygonaceae* (26) [39]. Разнообразные исследования отдельных территорий Костанайской области также показывают преобладание семейств *Asteraceae, Rosaceae, Polygonaceae* [43, 44], *Poaceae* и *Fabaceae* [45].

Внутриматериковое положение Костанайской области обуславливает её геоморфологическое, климатическое, эдафическое и растительное разнообразие. Широтная и высотная зональность, а также континентальность климата определяют распределение растительного покрова, который развивается в соответствии с распределением почв, тепла и влаги. Лесостепь, степь и полупустыня - основные природные зоны области. Равнинный рельеф с антропогенной овражной эрозией и дефляцией постепенно меняет морфологию поверхности Костанайской области.

# **2 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВЕННОГО ЗАРАСТАНИЯ ОТВАЛОВ**

Добыча полезных ископаемых оказывает значительное воздействие на окружающую среду, приводя к изменениям природных ландшафтов, пылевым выбросам в атмосферу, водной и ветровой эрозии почвы, просадкам, оползням и эндогенным пожарам. Понимание последствий добычи необходимо для поиска способов сохранения биоразнообразия и восстановления нарушенных территорий. Растительность признана ключевым фактором в рекультивации открытых карьеров рядом исследователей, ведется активная разработка эффективных методов восстановления растительности [46-57].

При рекультивации нарушенных при добыче земель важно тщательно подбирать местные зональные виды, адаптированные к конкретным условиям окружающей среды. При этом следует учитывать видовой состав сопредельных территорий, типы утраченных местных видов и местообитаний, а также степень деградации экосистем [46, 48, 53-56]. Доказано, что восстановление растительного покрова может не только защитить почву от эрозии, но и улучшить ее качество. По мере роста деревьев и кустарников улучшаются микроклиматические условия: снижается интенсивность освещения и температура, повышается влажность воздуха [46, 57].

В связи с высокой стоимостью и ресурсоемкостью активной рекультивации некоторые горнодобывающие компании прибегают к пассивному восстановлению растительного покров. Различные исследования естественного зарастания позволили выявить виды растений, которые могут выживать в суровых условиях этих участков [46-48, 50, 51, 53-57, 59]. Эти данные могут быть использованы для ускорения восстановления путем высадки этих видов в подходящих местах.

Анализ исследований, проведенных в странах, соседствующих с Казахстаном, демонстрирует, что восстановление растительности на отвалах происходит естественным образом по схеме, сходной с первичной сукцессией, которая представляет собой процесс освоения растений ранее не заросшей территории. Эти исследования предоставляют ценную информацию для рекультивации после горных работ в Казахстане [46, 63-68].

Как упоминалось ранее, большинство техногенно нарушенных земель претерпевают сукцессию – процесс, приводящий к развитию растительного сообщества с изменяющимся видовым составом. По мере прогрессирования сукцессии одни биоценозы сменяют другие, замыкая биохимический круговорот веществ [69, 70].

Растительные сообщества формируются на оголенной породе отвалов согласно общим закономерностям первичных сукцессий. Явление сукцессии вызывало интерес многих авторов [68-73], обобщение этих работ было проведено Б. Миркиным [74] (Приложение А).

Важнейший фактор, влияющий на появление растительного покрова при первичной сукцессии – это близость нарушенной территории к источникам семян – массивам естественной растительности [51-54].

Зональностью определяется совокупность видов, чьи семена, безусловно, попадут на поверхность отвалов в результате их расселения. Близость массивов естественной растительности выступает важным фактором в формировании растительного покрова на отвальных территориях, поскольку эти массивы становятся источником семян и оказывают существенное влияние на видовое разнообразие, численность и распространение всходов. Наличие на отвалах растений, несвойственных конкретной зоне, свидетельствует о возможности перемещения семязачатков растений на значительные расстояния [75-82].

Физические свойства, водопроницаемость и влагоемкость техногенного элювия напрямую зависят от литологического состава пород. Толщина вновь образующегося условно плодородного слоя зависит в том числе от угла наклона склона: чем он больше, тем больше вероятность того, что плодородный слой будет смыт водными потоками и тем меньше растительности покроет склоны. Максимальная скорость зарастания наблюдается на участках с достаточным увлажнением, расположенных в понижениях рельефа. В частности, у подножий отвалов зоне накопления продуктов выветривания и эрозии (аккумулятивной зоне катены) структурирование фитоценозов по видовому составу и фитомассе происходит наиболее интенсивно, что обусловлено относительно высоким уровнем влажности [14, 83, 84].

Определенно, важная роль в зарастании отвалов отдается влиянию форм рельефа на всех уровнях. Мезорельеф определяет направленность сингенетических сукцессий в сторону образования лесных, луговых, степных сообществ. Микрорельеф определяет скорость сингенеза. От нанорельефа зависит мозаичность растительного покрова в пределах экотопа [85].

В процессе восстановления растительного покрова на техногенных ландшафтах формируются зональные и интрозональные типы растительности. В зависимости от напряженности экологических факторов этот процесс может продолжиться десятки и сотни лет [14, 71, 74, 86-89].

Изучение большого количества нарушенных земель, в том числе отвалов разного генезиса и характера минерального сырья в северном полушарии исследователями выделены три стадии сингенеза, которые характерны для первичных сукцессий в катастрофически измененных экотопах [90, 91].

*Пионерные группировки* - это сообщества растений, которые первыми заселяют открытые участки, например, после пожара или вырубки леса. Растения в таких группировках не образуют устойчивых связей друг с другом, так как их главная задача - быстро освоить территорию и создать условия для развития более устойчивых сообществ. Данная стадия развития растительности характеризуется низким проективным покрытием (до 15%), единичным и разрозненным размещением растений, ограниченным видовым разнообразием (до 25 видов), низким участием зональных видов [92-95].

*Группово-зарослевые сообщества* образуются, как правило, патиентами, между растениями появляются определенные взаимоотношения, взаимовлияние, но характер фрагментарный, особи мало связаны между собой трофическими связями. Диагностические признаки данной стадии: проективное покрытие выше 15%; число видов варьируется от 10 до 30; преобладание эврибионтные виды [90, 91].

*Диффузные сообщества* – это сложные фитоценозы, в которых взаимоотношения между растениями носят смешанный характер. В таких сообществах растения конкурируют друг с другом за ресурсы, но также могут сотрудничать, например, в борьбе с вредителями или болезнями. Диагностические признаки данной стадии: проективное покрытие уже более 30 %; число видов 20-50; обычно наблюдается доминирование видов зональной или интрозональной флоры [90, 91].

Первичная сукцессия теоретически должна закончиться образованием замкнутого зонального сообщества, но практически на отвалах этого не наблюдаем, поскольку для его достижения требуется чрезвычайно длительный период времени. Возможно образование четвертой стадии сингенеза - *проценоза* [90, 91].

Многообразие стратегий обуславливается био- и абиотическими факторами, влияющими на пионерные сообщества и скорость сукцессии. Селективность заноса семязачатков детерминирована биологическими особенностями и экологическими условиями отвалов. Благоприятные экотопы быстро зарастают ограниченным числом видов, чьи семена первыми попали в данную среду. Дальнейшее развитие определяется эдафическими факторами и зависит от энергии прорастания семян [14, 75, 76, 86, 87, 96-102].

Взаимодействие зональных климатических и экологических условий, таких как эдафические и орографические факторы, при ведущей роли естественной растительности на данной местности приводит к образованию растительного покрова на нарушенных в результате промышленной эксплуатации земель в ходе самозарастания. Кроме того, доказано, что скорость и качество самосева отвалов находится в прямой зависимости от ориентации склонов: на северных – процесс идет в 1,8-2,3 раза хуже, чем на других [84].

Временной фактор не всегда играет решающую роль. В оптимальных условиях (достаточная влажность, накопление мелкозема) пионерная стадия может длиться всего 2-3 года. В то же время, в местах с экстремальными условиями (крутые склоны, осыпи, дефицит влаги) она может затянуться на 15-20 лет. Ключевой фактор – это интенсивность экологических факторов, определяющая продолжительность каждой стадии. Восстановление растительного покрова приводит к формированию зональных и интрозональных типов растительности. Флоры больших территорий обычно находятся в равновесии по количеству видов, но с большими интервалами. На нарушенных же территориях элизия (поселение новых видов) превалирует над эцезисом (выбыванием видов). Первые этапы сингенеза на отвалах носят эцезионный характер (с уменьшением видового богатства). В дальнейшем, в ходе сингенеза, видовое богатство сначала возрастает, а затем, к концу начинает снижаться [9, 76, 83].

Смена доминирующих видов – закономерный процесс естественного зарастания отвалов. На начальных стадиях (до 7 лет) доминируют сорные растения, хорошо приспособленные к нарушенным экосистемам. На более старых участках возрастает роль бобовых и злаковых, способных эффективнее использовать ресурсы бедных почв. Незначительное увеличение проективного покрытия на старых участках сопровождается резким увеличением задернения и насыщенности верхнего горизонта корнями. Стадия сложного фитоценоза характеризуется остепнением и ксерофитизацией растительных сообществ, что выражается в снижении доли луговых мезофитных видов. Пропорции между стадиями сингенеза также меняются с возрастом: доля пионерных группировок планомерно снижается в течение 30 лет; доля экотопов со сложными фитоценозами возрастает. Однако даже через 30 лет в экотопах с неблагоприятными условиями 5-6% площади занято пионерными сообществами [78].

Многочисленные исследования флоры отвалов сходятся во мнении, что она отличается бедностью. Это связано с недостатком элементов минерального питания и неблагоприятными экологическими факторами, препятствующими произрастанию многих растений. На первых стадиях сингенеза на отвалах появляются растения, не характерные для зональной флоры. В основном это сорные и заносные виды. Нередки случаи, когда отвалы превращаются в «коридоры инвазии», через которые проникают инвазионные виды. Эти виды могут на протяжении многих лет доминировать в техногенных фитоценозах, проявляя склонность к экспансии на другие территории [75, 79, 86, 87, 103, 104].

Отвалы горнодобывающих предприятий Костанайской области характеризуются разнообразием экологических условий, что обуславливает их потенциальную пригодность для произрастания растений.

Дефицит продуктивной влаги, недостаточная водопроницаемость, неустойчивый экстремальный температурный режим на разных элементах рельефа и минимальное плодородие эмбриоземов негативно влияют на флору отвалов, ограничивая видовое разнообразие и формируя специфические фитоценозы.

Обильное увлажнение в понижениях, преобладание мелкой фракции в нижней части склонов и значительное накопление снега в зимний период на отдельных участках отвалов способствуют развитию растительности. Динамика сукцессионных процессов зависит не коррелирует с хронологическим периодом существования отвалов, а регулируется специфическими экологическими условиями каждого участка. Однако даже при оптимальных условиях, могут формироваться незональные и нетипичные для данной местности фитоценозы со слабой способностью к саморегуляции м самовосстановлению.

Образующийся растительный покров на отвалах является объективным показателем восстановления нарушенных экосистем. Он отражает степень развития растительных сообществ, их структуру и близость к естественным фитоценозам. Растительность также отражает эколого-географические особенности территории, но имеет и собственное значение, связанное с особенностями техногенного воздействия. Самые чувствительные индикаторы успешного восстановления фитоценозов на отвалах – это динамика флористического разнообразия, проективного покрытия и соотношения возрастных групп в популяциях.

Соколовское, Сарбайское и Качарское месторождения на протяжении полувека служат полигоном для изучения естественного восстановления растительного покрова на техногенных ландшафтах. Анализ данных, полученных в результате ряда исследований самозарастания отвалов этих объектов, позволяет не только оценить динамику формирования и изменения флористического состава, но и выявить ключевые проблемы и наметить пути их решения [13, 14, 104, 105].

Добыча полезных ископаемых негативно влияет на окружающую среду, изменяя ландшафты, загрязняя воздух и почву, вызывая эрозию, оползни и эндогенные пожары, уничтожая растительность.

На естественное восстановление растительного покрова влияют: близость к источникам семян, зональность, литологический состав пород, рельеф и экологические факторы.

Естественное восстановление растительного покрова на отвальных территориях Костанайской области возможно, но это длительный и ограниченно эффективный процесс, зависящий от многих факторов. Рекомендуется разработать комплексные решения по восстановлению естественных экосистем на отвалах и использовать данные исследований для ускорения восстановления.

# **3 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

## **3.1 Объекты исследования**

## 3.1.1 Характеристика горнодобывающих предприятий

Для проведения данного исследования были определены потенциальные предприятия области: АО «ССГПО», «Качары руда», «Варваринское», «Костанайские минералы»; ТОО «Комровское горное предприятие», «ОРКЕН», «БРЕНДТ». Подтвердили согласие на совместные работы АО «ССГПО» и «Качары руда».

АО «ССГПО» – это крупнейший в Казахстане производитель железорудного сырья. Оно также является единственным в стране производителем железорудных окатышей [106].

В Костанайской области первые рудные проявления бурого железняка были обнаружены в 1889 году А. Краснопольским. Однако только в 1930-х годах, после изучения геологической структуры Торгайского прогиба академиком Ферсманом, было принято решение о проведении геологоразведочных работ по выявлению запасов полезных ископаемых. В ходе этих работ были изучены Аятское месторождение и открыты Сарбайское, Соколовское, Лисаковское и Куржункульское месторождения бурых железняков [107].

По данным геологоразведочных работ 1957 года общие запасы железных руд области составляли 11,8 млрд. тонн [107].

В 1957–1960 годах комбинат введен в эксплуатацию в составе дробильно-сортировочной фабрики доменных и мартеновских руд, фабрики глубокого обогащения, фабрики окомкования, вспомогательных сооружений и цехов [108].

В период с 1957 по 1960 год в Костанайской области была осуществлена реализация масштабного инфраструктурного проекта – строительство ССГПО, в состав которого вошли предприятия:

* Дробильно-сортировочная фабрика доменных и мартеновских рудосуществляла первичную переработку руды, дробя её и сортируя по фракциям.
* Фабрика глубокого обогащения повышала содержание железа в руде, удаляя из неё примеси.
* Фабрика окомкования производила окатыши из обогащенной руды, которые являются более удобным сырьем для производства стали.
* Вспомогательные сооружения и цехи обеспечивали работу основных производств, например, электростанцию, железнодорожные пути и т. д.

Ввод в эксплуатацию ССГПО стал важным событием в развитии казахстанской металлургии. Оно позволило обеспечить страну собственным сырьем для производства стали, которое ранее импортировалось из других стран.

В 1960 году в Сарбайском карьере был произведен первый массовый взрыв по руде, что позволило запустить первую очередь Сарбайского рудника мощностью 1,5 миллиона тонн сырой руды в год. С 1955 года Соколовское месторождение разрабатывается открытым способом, а с 1976 года – подземным. Сарбайское месторождение разрабатывается с 1957 года, а Куржункульское – с 1981 года. Проектная глубина Сарбайского и Соколовского карьеров составляет 650 метров. Разработка Качарского карьера началась в 1975 году. Проектная глубина карьера составляет 750 метров [109, 110].

В качестве сырья для производства товарной продукции АО «ССГПО» используются руды, добытые на Сарбайском, Соколовском (открытым и подземным способами) и Куржункульском месторождениях; АО «Качары руда» – Качарском. Доставка руды на обогатительную фабрику осуществляется железнодорожным транспортом [111, 112].

## 3.1.2 Характеристика месторождений

В северо-западной части Казахстана, в пределах Тургайского прогиба, расположено три крупных месторождения магнетитовых руд – Соколовское, Сарбайское и Качарское. Торгайские отложения образовались в результате вулканической и осадочной деятельности в Зауральской зоне. Эти месторождения, а также ряд более мелких месторождений и проявлений, образуют протяженный магнетитоносный пояс, простирающийся в северо-западном направлении от Сарбайского месторождения на юге до Глубоченского месторождения на севере. Расположение основных месторождений и проявлений магнетита указаны на рисунке 1 [111].

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 1 – Расположение основных месторождений и проявлений магнетита Тургайского пояса по отношению к основным интрузивным сериям Зауральской зоны [111]  *Разломы = пунктирная красная линия. Месторождения приурочены к Валерьяновской зоне между Ливановским и Апановым разломами.* |

Расположенная на западе Тургайского прогиба (Казахстан), Тургайская железорудная провинция – лидер по запасам магнетита. Здесь преобладают контактово-метасоматические месторождения, связанные с палеозойскими карбонатами и вулканитами. Пластово-линзовидные рудные тела (до 7 км, мощность 10-300 м) содержат 39,3-43,2% железа (сплошные, вкрапленные, брекчиевые текстуры) и ассоциированы со скарнами. Ключевые месторождения – Сарбайское, Соколовское и Куржункульское – обладают суммарным ресурсом свыше 3 млрд. тонн, активно разрабатываются более 60 лет и обеспечивают сырьем металлургию региона [111, 112].

Главный рудный минерал месторождения — магнетит. Второстепенные рудные минералы — гематит, кобальтсодержащий пирит, халькопирит, галенит и сфалерит. Месторождения магнетита преимущественно метасоматического происхождения, образуются в результате замещения известняков. В меньшей степени встречаются месторождения магнетита вулканогенного происхождения [111, 112].

Горно-геологические условия месторождения сложные.

### 3.1.2.1 Сарбайское месторождение

Месторождение расположено на западном крыле Соколовско-Сарбайской антиклинали, в западной части Сарбайского диоритового массива. Оно состоит из трёх основных рудных залежей: Восточной, Юго-Восточной и Западной. Рудные тела пласто- и линзообразной формы залегают среди вулканогенно-осадочных пород нижнего карбона (Рисунок 2).

Размеры рудных залежей Сарбайского месторождения составляют от 1000 до 1900 метров в длину и от 170 до 185 метров в ширину. Рудные тела залегают на глубине от 700 до 1800 метров. Около половины каждого рудного тела представляет собой ядро более высокого качества, содержащее около 50% железа. Остальная часть рудного тела состоит из руды с содержанием железа от 20 до 50%. На месторождении широко развита сеть тектонических нарушений, по которым произошло смещение рудных тел и внедрение даек диорит- и гранит-порфиров. Средняя мощность перекрывающих мезозойских и кайнозойских пород составляет 70 метров. Рудные тела сложены чередующимися прослоями массивных и вкрапленных магнетитовых руд и безрудных метасоматитов. Общие запасы руд 527 млн. т (1984) при среднем содержании железа в 42,14% [111-113].

По данным Тереховой Э.Б. [114], на Сарбайском месторождении вскрышные породы представлены: «четвертичными супесями и глинами, неогеновыми песками, супесями и глинами, чеганскими глинами, опоками, кварцевыми песками, меловыми кварцево-глауконитовыми песками, лигнитовыми глинами и песками, меловыми пестроцветными глинами» [104, 105, 114].

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 2 – (А)Упрощенная карта-план Сарбайского месторождения. Пунктирная линия ЮЮЗ-ССВ показывает линию разреза на 6B. (B) Упрощенный геологический разрез Соколовского месторождения [111]. |

Результаты проведенного анализа работ Тереховой Э.Б. [114] позволяют сделать некоторые частные выводы, представляющие интерес для данного исследования – все вскрышные породы Сарбайского месторождения имеют кислую реакцию. Значения водородного показателя варьируются в широких пределах от 2,5 до 7,7. Среднее значение pHводный равно 5,19. Для различных видов растений оптимален определенный интервал значений, что необходимо учитывать при рассмотрении самозарастания отвалов [114].

### 3.1.2.2 Соколовское месторождение

Соколовское месторождение расположено на восточном крыле Соколовско-Сарбайской антиклинали (см. рисунок 3). Оно сформировалось из нижнекаменноугольных отложений. Этот участок состоит из магматических пород, таких как брекчии и туфы андезитовых порфиров, базальтовые микропорфиры с их туфами, андезито-базальты и их туфы, а также осадочные породы - известняки, красноцветные конгломераты, песчаники и алевролиты верхнего палеозоя. Завершают список мезозойские и кайнозойские песчано-глинистые отложения [111, 115].

Соколовская свита – это главная рудоносная свита месторождения, содержащая наиболее мощные залежи высококачественных магнетитовых руд. Рудная зона прослеживается скважинами на протяжении 9 км (при ширине 100-600 м) и на глубину до 1100 м [111, 115].

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 3 – (A) Упрощенная карта-план Соколовского месторождения;  (B) Геологические разрезы через месторождение Соколовское [111]. *Пунктирная линия ЮЮЗ-ССВ показывает линию сечения на 5B* |

Среднее содержание железа – 41%: в богатых рудах 55,6 %, в бедных – 39,2 %. Также месторождение содержит значительное количество сульфидов с содержанием от 2,5 до 3,3% серы в основной массе руды. Начальные балансовые запасы железной руды составляли 1300 млн. т, при среднем содержании железа 40,2 % [111-113, 115].

Как было указано ранее, Тереховой Э.Б. [114] был проведен агрохимический анализ вскрышных пород на различных месторождениях Костанайской области, в т.ч. и на Соколовском месторождении. Вскрышные породы данного карьера представлены «четвертичными супесями и глинами, чеганскими глинами, опоками, олигоценовымы песками и супесями; кварцевыми песками, меловыми кварцево-глауконитовыми песками, лигнитовыми глинами и песками, меловыми пестроцветными глинами» [104, 105, 114].

По данным Тереховой Э.Б. [114], все вскрышные породы Соколовского месторождения имеют кислую реакцию, как и Сарбайское, с небольшими отклоениями. Значения водородного показателя варьируются в широких пределах от 2,8 до 7,0. Среднее значение pH водный равно 5,06. Для различных видов растений оптимален определенный интервал значений, что необходимо учитывать при рассмотрении самозарастания отвалов [114].

3.1.2.3 Качарское месторождение

Качарское месторождение магнетитовых руд – самое большое в Тургайской железорудной провинции, расположенное вдоль западного борта Тургайского прогиба (см. рисунок 4). По разным данным, приблизительные балансовые запасы руд равны от 1 до 2 млрд. тонн, содержащих 44,9% железа [111-116].

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 4 - (A) Упрощенный план Качарского месторождения  (B) Геологические разрезы месторождения Качар [111]  *Пунктирная линия ЮЮЗ-ССВ показывает линию разреза на B.* |

Месторождение состоит из шести отдельных блоков, разделенных разломами. Литология, морфология и положение складок, а также интенсивность трещиноватости и форма рудных тел значительно варьируются среди блоков. Четыре предоставляют собой последовательность переслаивающихся вулканических и осадочных пород, в то время как остальные сформированы неслоистыми вулканическими породами и, предположительно, образованы в жерле палеовулкана [111].

Месторождение объединяет 3 крупных тектонических блокаменных участка северного, южного и северо-восточного. В северном находится основная часть рудных тел. Месторождение перекрыто рыхлыми отложениями мезозойско-кайнозойского возраста, мощность которых составляет 130-200 метров. Среди руд месторождения преобладают сплошные магнетитовые. Также встречаются мартитовые, скаполит-магнетитовые, скарновые и другие типы руд, но они менее распространены [111, 115, 116].

В отличие от других месторождений района, на Качаре интрузивные тела не расположены непосредственно рядом с рудными телами. Высокотемпературные изменения в месторождении и рядом с ним, по-видимому, произошли в отсутствие близко расположенной интрузии. Скаполит образует ореол, простирающийся на несколько сотен метров наружу от руды [116].

Проектом предусмотрена открытая разработка месторождения (до 720 метров) с въездными траншеями, отвалами и комбинированной транспортной системой. Добыча скальных пород и руды ведется циклично-поточным методом с конвейерной выдачей горной массы из карьера. Обогащение руды – двухэтапное: сухое магнитное сепарирование, затем мокрое [115, 116].

Результаты проведенного Тереховой Э.Б. [114] анализа вскрышных пород на Качарском месторождении, позволил сделать выводы о том, что вскрышные породы данного карьера представлены «четвертичными супесями и глинами, неогеновыми песками, супесями и глинами; чеганскими глинами; опоками; кварцевыми песками; меловыми кварцево-глауконитовыми песками; лигнитовыми глинами и песками; меловыми пестроцветными глинами» [104, 105, 114].

Вскрышные породы Качарского месторождения имеют как кислую реакцию, так и нейтрально либо слабощелочную реакцию, что отличает данное месторождение от Сарбайсокго и Соколовского. Значения водородного показателя варьируются в широких пределах от 2,8 до 9,0. Среднее pHводный значение равно 6,57. Для различных видов растений оптимален определенный интервал значений, что необходимо учитывать при рассмотрении самозарастания отвалов [114].

## Технология добычи железной руды

Добыча железной руды из недр земли осуществляется посредством комплекса взаимосвязанных технологических процессов. На Сарбайском, Соколовском и Качарском месторождениях руда добывается открытым (карьерным) способом (Рисунок 5). Данный тип добычи целесообразен при близком залегании руды к поверхности. На Соколовском также применяется закрытый способ в недрах с помощью шахт [117].

При *карьерном способе добычи* выполняются следующие основные процессы:

* Перед началом разработки карьера, для обеспечения доступа к рудным телам и облегчения добычи, требуется провести комплекс работ по снятию и складированию плодородного слоя почвы. Удаление верхнего слоя почвы производится с помощью специализированной техники. Снятый плодородный слой может быть использован для рекультивации земель, подвергшихся антропогенному воздействию, или для повышения плодородия малопродуктивных угодий [117].

Буровзрывные работы – это метод, основанный на бурении скважин и закладке в них взрывчатых веществ. Взрыв приводит к разрушению крепких скальных пород, которая затем удаляется с помощью экскаваторов и бульдозеров [117].

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 5 – Общая блок-схема процессов открытых горных работ по добыче железной руды |

* Вскрышные работы. Удаление горной породы, не содержащей полезного ископаемого, осуществляется с помощью экскаваторов-драглайнов, бульдозеров и буровзрывных работ. Данные работы классифицируются на горно-капитальные и текущие. Первые проводят во время начальной стадии для обеспечения первичного доступа к руде путем прокладки капитальных траншей. Вторые же проводятся в период эксплуатации, нацелены на контроль и регулирование объемов и площадей вскрытых запасов руды в соответствии с нормативами. Вскрышные породы бывают рыхлые (удаление без буровзрывных работ) и скальные (требуют буровзрывные работы) [117].
* Добыча руды – совокупность процессов извлечения руды из массива горных пород. В карьерах по добыче железной руды добыча производится экскаваторным методом [117].
* Транспортировка. В ходе разработки месторождения перевозят различные грузы: вскрышные породы, железная руда, горнопроизводственные материалы. Преимущественно используются автомобильный и железнодорожный транспорт, реже – конвейерный и трубопроводный [117].
* Первичное дробление. Добытая руда подвергается первичному дроблению, то есть измельчению до размера, необходимого для дальнейшей транспортировки и переработки. Первичное дробление руды осуществляется с помощью дробилок и возможно на борту карьера. Данный процесс в железорудных карьерах чаще всего используется при конвейерной транспортировке [117].
* Складирование отвальных пород. Отвалообразование и складирование — это технологические процессы, завершающие разработку горных пород на карьерах. Насыпь пустых пород называется породным отвалом, насыпи пород плодородного слоя, некондиционных руд и полезного ископаемого — складами или спецотвалами [117].

При *подземной разработке* месторождений железных руд подземные горные выработки осуществляются под толщей перекрывающих пород. Каждый рудник имеет свои уникальные особенности, определяемые формой, мощностью, углом падения рудного тела и глубиной его залегания. Современная подземная добыча железных руд осуществляется на глубинах от нескольких сотен метров до одного километра и более. Подземная добыча железной руды – это процесс извлечения полезного ископаемого из недр Земли, который включает в себя три основных этапа: вскрытие, подготовку к его выемке сырья и очистную выемку [117].

*Вскрытие* – это создание системы горных выработок, обеспечивающих доступ к рудному телу. Оно осуществляется с поверхности или из подземных выработок. Вскрытие может быть вертикальным, наклонным или горизонтальным [117].

*Подготовка* – это комплекс мероприятий, направленных на создание условий для эффективной очистной выемки. Она включает в себя [117]:

* Проходку дополнительных горных выработок, необходимых для обеспечения безопасной и эффективной работы горных машин и оборудования [117];
* Проведение подготовительных взрывных работ [117];
* Сооружение крепи и водоотливных сооружений [117].

*Очистная выемка* – это процесс извлечения полезного ископаемого из недр Земли. Она осуществляется с помощью горных машин и оборудования, таких как экскаваторы, комбайны, погрузчики и вагонетки [117].

В начале разработки месторождения вскрытие, подготовка и очистная выемка выполняются последовательно. Это связано с тем, что вскрытие необходимо для обеспечения доступа к рудному телу, а подготовка - для создания условий для эффективной очистной выемки. По мере разработки месторождения вскрытие и подготовка могут совмещаться. Это позволяет сократить сроки и снизить затраты на добычу железной руды [117].

В ходе исследования в рамках данной диссертации изучались отвалы, образовавшиеся в ходе карьерной добычи железной руды.

## 3.1.4 Отвалообразование и параметры отвалов

В Костанайской области добывают различные ископаемые: черные и цветные металлы, уголь и асбест, при добыче открытым способом в местах добычи в земной коре образуются выемки, к которым прилегают отвалы. Отвалы представляют собой самый распространённый вид техногенных массивов в горнодобывающей промышленности, образующийся в следствие размещения на поверхности пустых (вскрышных) пород или некондиционного минерального сырья. Формирование отвалов – важный этап горного производства, от которого зависит эффективность и безопасность добычи, а также рекультивация земель после завершения работ [118-120].

В горнодобывающей промышленности применяется разнообразие методов укладки отработанного материала, что приводит к образованию отвалов различных типов: конических (высокая крутизна склона), хребтовых (относительно пологие склоны) и плоских (пластообразная форма, возможно террасирование) [120].

В процессе открытой добычи полезных ископаемых отвалы, места складирования вскрышных пород, могут размещаться тремя основными способами: внутренние (в отработанном карьере, ограниченная вместимость), внешние (за границами карьера, большая вместимость, занимаются дополнительные площади), комбинированные (сложная организация работ) [120].

Согласно данным Колесниковой и Пикаловой: «В зависимости от способа механизации работ, отвалы разделяют на: бульдозерные, экскаваторные, конвейерные, гидравлические» [120].

Различия по происхождению, составу и свойствам грунтов, слагающих отвал, позволяют обозначит лимитирующие факторы развития растительных сообществ:

- для отвалов из минеральных грунтов лимитирующим фактором является недостаток или полное отсутствие органического вещества в усвояемой форме. Органическая жизнь возникает здесь заносом диаспор. Этот тип отвалов характерен для горнодобывающей и рудоперерабатывающей промышленности (уголь, сланцы, руды цветных металлов, железо) [120];

- для отвалов, сложенных субстратами, насыщенными органическом вещество, либо полностью из него состоящими, лимитирующий фактор – избыток органики, недостаток минеральных солей. Органическая жизнь возникает автохтонно – диаспоры или целые организмы могут находить в субстрате. Этот тип образуется на предприятиях, добывающих и перерабатывающих органическое вещество (целлюлозно-бумажная, легка и пищевая промышленность) [120].

### 3.1.4.1 Отвалы АО «ССГПО»

Сарбайское, Соколовское и Куржункульское рудоуправление занимаются вскрышными работами при добыче железных руд, в ходе которых образуются пустые породы, вывозимые на отвалы авто- и железнодорожным транспортом [121].

Были отобраны отвалы, подходящие для проведения данного исследования, на них не проводились работы по рекультивации, вся растительность – исключительно естественного происхождения. Выбраны участки отвалов, где отсыпка завершена не менее, чем за 1-2 года до проведения данного исследования.

Отвалы ССГПО, рассматриваемые в данном исследовании:

***1) Юго-Восточный отвал Соколовского месторождения***

Юго-Восточный отвал Соколовского месторождения расположен в 3,5 км от города Рудный Костанайской области (Рисунок 6). Параметры отвала: длина – 4,1 км, ширина – 0,9 км, высота – 32 м., проектная площадь – 2,75 км2 [122].

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 6 – Юго-Восточный отвал Соколовского месторождения |

Основание отвала представлено тремя типами пород:

- *суглинки*

*- глины неогеновые*

*- глины чеганские, палеогеновые*

На данный отвал авто- и железнодорожным транспортом с 1956 г. вывозились техногенные минеральные образования (ТМО) в виде рыхлых песчано-глинистых вскрышных пород платформенного чехла, исходным сырьем для которых служили опоки, пески и глины. Генетический тип месторождения-источника ТМО – контактово-метасоматический. Почвенный покров характеризуется наличием южных, суглинистых, малогумусовых, солонцеватых черноземов [122].

Средняя скорость ветра в районе отвала равна 5 м/сек, максимальная – более 20 м/сек. Количество атмосферных осадков в год – 300-320 мм, в том числе 70-75% летом [122].

При загрязнении ТМО отчуждается 2,75 км2 земель.

Отвал является плоским внешним многоярусным.

В рамках данного диссертационного исследования особый интерес вызывают факторы среды, влияющие на онтогенез растений, в т.ч. химический состав поверхности отвалов. Химический состав вскрышной породы с указанием минимального, максимального и среднего значения представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Химический состав силикатной части вскрышных пород [122]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название | Содержание, % | | |
| минимальное | максимальное | среднее |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| SiO2 | 0.75 | 33.3 | 9.50 |
| Al2O3 | 0.15 | 11.84 | 3.32 |
| CaO | 1.1 | 52.33 | 13.1 |
| MgO | 0.28 | 18.46 | 5.94 |
| SO3 | - | 5.98 | 0.94 |
| K2O | 0.01 | 2.29 | 0.60 |
| Na2O | 0.08 | 1.72 | 0.46 |
| P |  |  | 0.0378 |
| S | 0.5 | 5.3 | 2.0 |
| Co |  |  | 0.006 |
| Ni |  |  | 0.0012 |
| Cu |  |  | 0.041 |
| Zn |  |  | 0.025 |
| Pb |  |  | 0.005 |
| Cd |  |  | - |
| As |  |  | - |
| Ba |  |  | - |
| Xr |  |  | - |
| Hg |  |  | - |

Исходя из полученной в АО «ССГПО» информации, вскрышные породы не содержат рудных компонентов.

***2) Юго-Западный отвал Сарбайского месторождения***

Юго-Западный отвал Сарбайского месторождения расположен в 11 км от города Рудный Костанайской области (Рисунок 7). Параметры отвала: длина – 3,4 км, ширина – от 0,3 до 1,2 км, высота – 10-45 м., площадь – 2,877 км2 [123].

На данный отвал авто- и железнодорожным транспортом с 1956 г. вывозились ТМО в виде рыхлых песчано-глинистых вскрышных пород платформенного чехла, исходным сырьем для которых служили опоки (10%), пески (60%) и глины (30%). Генетический тип месторождения-источника ТМО – контактово-метасоматический, скарново-магнетитовый. Почвенный покров характеризуется наличием южных, суглинистых, малогумусовых, солонцеватых черноземов [123].

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рисунок 7 – Юго-Западный отвал Сарбайского месторождения | |

Таблица 4 – Химический состав силикатной части вскрышных пород [123]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название | Содержание, % | | |
| минимальное | максимальное | среднее |
| SiO2 | 59 | 81.4 | 70.2 |
| Al2O3 | 4.67 | 19 | 11.8 |
| CaO | 0.4 | 70 | 35.2 |
| MgO | 0.59 | 1.91 | 1.25 |
| Fe2O3 | 4.32 | 17 | 10.7 |
| P |  |  | 0.038 |
| S | 0.5 | 5.3 | 2.0 |
| Co |  |  | 0.006 |
| Ni |  |  | 0.0012 |
| Cu |  |  | 0.041 |
| Zn |  |  | 0.025 |
| Pb |  |  | 0.005 |
| Cd |  |  | - |
| As |  |  | - |
| Ba |  |  | - |
| Xr |  |  | - |
| Hg |  |  | - |

Средняя скорость ветра в районе отвала равна 5 м/сек, максимальная – более 20 м/сек. Количество атмосферных осадков в год – 300-320 мм, в том числе 70-75% летом [123].

При загрязнении ТМО отчуждается 2,877 км2 земель.

Отвал является плоским внешним многоярусным.

В рамках данного диссертационного исследования особый интерес вызывают факторы среды, влияющие на онтогенез растений, в т.ч. химический состав поверхности отвалов. Химический состав вскрышной породы с указанием минимального, максимального и среднего значения представлен в таблице 4.

Исходя из полученной в АО «ССГПО» информации, вскрышные породы не содержат рудных компонентов.

***3) Юго-Западный отвал Южно-Сарбайского участка***

Юго-Западный отвал Южно-Сарбайского участка месторождения расположен в 10 км от города Рудный Костанайской области (Рисунок 8). Параметры отвала: длина – 2 км, ширина – 0,1-0,8 км, высота – 10-25 м., площадь – 1,309 км2 [124].

На данный отвал авто- и железнодорожным транспортом с 2008 г. вывозились ТМО в виде рыхлых песчано-глинистых вскрышных пород платформенного чехла, исходным сырьем для которых служили опоки (10%), пески (60%) и глины (30%). Генетический тип месторождения-источника ТМО – контактово-метасоматический, скарново-магнетитовый. Почвенный покров характеризуется наличием южных, суглинистых, малогумусовых, солонцеватых черноземов. Вмещающие породы – скальные-вулканогенно-осадочные и интрузивные породы, метасоматиты [124].

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рисунок 8 – Юго-Западный отвал Южно-Сарбайского участка | |

Средняя скорость ветра в районе отвала равна 5 м/сек, максимальная – более 20 м/сек. Количество атмосферных осадков в год – 300-320 мм, в том числе 70-75% летом.

При загрязнении ТМО отчуждается 1,3 км2 земель.

Отвал является плоским внешним многоярусным.

В рамках данного диссертационного исследования особый интерес вызывают факторы среды, влияющие на онтогенез растений, в т.ч. химический состав поверхности отвалов. Химический состав вскрышной породы с указанием минимального, максимального и среднего значения представлен в таблице 5.

Исходя из полученной в АО «ССГПО» информации, вскрышные породы не содержат рудных компонентов.

Таблица 5 – Химический состав силикатной части вскрышных пород [124]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название | Содержание, % | | |
| минимальное | максимальное | среднее |
| SiO2 | 0.75 | 33.3 | 9.50 |
| Al2O3 | 0.15 | 11.84 | 3.32 |
| CaO | 28.4 | 52.33 | 40.76 |
| MgO | 0.28 | 18.46 | 5.94 |
| SO3 | - | 5.98 | 0.94 |
| K2O | 0.01 | 2.29 | 0.60 |
| Na2O | 0.08 | 1.72 | 0.46 |
| P |  |  | 0.038 |
| S | 0.5 | 5.3 | 2.0 |
| Co |  |  | 0.006 |
| Ni |  |  | 0.0012 |
| Cu |  |  | 0.041 |
| Zn |  |  | 0.025 |
| Pb |  |  | 0.005 |
| Cd |  |  | - |
| As |  |  | - |
| Ba |  |  | - |
| Xr |  |  | - |
| Hg |  |  | - |

***4) Отвал «Старый» Соколовского карьера***

Отвал «Старый» находится в 5 км от города Рудный (Рисунок 9).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рисунок 9 – «Старый» отвал Соколовского карьера | |

Параметры отвала: длина – 5 км, ширина – 0,5-3,3 км, высота – 60 м., площадь – 13,5 км2.

Возраст отвала – более 50 лет. Выведен из эксплуатации АО «ССГПО». Вскрышные породы вывозились различным траспортом.

Средняя скорость ветра в районе отвала равна 5 м/сек, максимальная – более 20 м/сек. Количество атмосферных осадков в год – 300-320 мм, в том числе 70-75% летом [121].

При загрязнении ТМО отчуждается 13,5 км2 земель.

Отвал является плоским внешним многоярусным.

### 3.1.4.2 Отвалы АО «Качары руда»

В октябре 1960 при разработке плана открытых работ на Качарском месторождении, установили границы карьера, исходя из значения расчётного экономически целесообразного коэффициента вскрыши 10 м3/м3 и величины углов предельного откоса по рыхлой толще до 26° (в среднем 23–24°), по скальным породам 42–38°. Запасы руды в контуре карьера 1040 млн т (313,5 млн м3). Общее количество пустых пород 3532,4 млн т (1635,5 млн м3), в том числе рыхлых и полускальных — 1800,9 млн т (969,5 млн м3), скальных 1731,4 млн т (665,98 млн м3) [125].

Вскрышные породы, образующиеся при добыче руды на Качарском месторождении: суглинки; глина песчанистая, чеганская, слоистая, лигнинтовая, бокситовидная, зоны окисления; опока послойно-кремнистая, слоистая; песчаник на опоко-глинистом цементе, кремнистый, слоистый, глауконитовый; пироксен-скаполитовые метасоматиты; афириты; туфы порфиритов; порфириты; известняки [126].

На данный момент вывоз вскрышных пород производится на 3 отвала (№№ 3, 4, 8), которые показаны на рисунке 10. Проведен осмотр всех указанных далее отвалов. Для проведения флористических исследований выбран отработанный отвал, не подверагющийся прямому техногенному воздействию на момент исследования.

*Отвал № 3*

Располагается к северо-востоку от Качарского карьера.

Начало отсыпки данного отвала – 1986 г. На данный отвал поступает порода с верхних горизонтов, которую транспортируют железнодорожным транспортом через восточную траншею. Отвальные работы ведутся на 4 ярусах с пометками 205, 217, 229 и 241 м [126].

Насыпной объем составляет 338034125 м3 (01.05.2022 г.)[126].

*Отвал № 4*

Автоотвал №4 располагается к северу от Качарского карьера.

Начало отсыпки отвала – 1975 г.

На данный отвал поступает порода с Северного участка карьера. Отвалообразование происходит на 3 ярусах с отметками 201, 213 и 225 м [126].

Насыпной объем составляет 124230 378 м3 (01.05.2022 г.) [126].

*Отвал №7*

Железнодорожный отвал №7 располагается на Северо-Западе от карьера. Отвальные работы ведутся в 3 яруса. Отвалообразование на некоторых участках приостановлено в 1980 г, 2002 г., 2009 г., 2017 г., на данных участках происходят процессы зарастания, описанные далее в работе. Отсыпка отвала на момент исследования окончена [126].

|  |
| --- |
|  |
|  |
| *желтый - №7, фиолетовый - №4, голубой - №3, розовый - №8*  Рисунок 10 – Расположение отвалов Качарского месторождения |

*Отвал № 8*

Автоотвал №8 располагается к югу от Качарского карьера.

На данный отвал порода поступает с Южного участка карьера. Отвалообразование производится на 4 ярусах с отметками 203, 217, 229 и 241 м. В юго-восточной части отвала ведется отсыпка первого яруса с железнодорожного тупика. Отсыпка производится экскаватором ЭШ 10/50. Насыпной объем составляет 142852968 м3 (01.05.2022 г.) [126].

## **3.2 Методика исследований**

Флористические исследования проводились в мае-августе 2022 и 2023 года на разновозрастных отвалах АО «ССГПО» и АО «Качары руда». Предварительно совместно с сотрудниками предприятий были определены разновозрастные отвалы и различным литологическим составом (Рисунок 11).

В ходе выполнения работ был зафиксирован раннелетний и летний аспект растительности. Обследование территории начиналось с определения типов местообитаний, особенностей субстрата; отнесения к определенной стадии сингенеза и перечня основных растительных формаций данной территории. Одновременно проводился сбор полевого материала и почвенных образцов в соответствии с программой полевых исследований. Таким образом, охватывался весь комплекс существующих экосистем и максимально возможная полнота выявления видов растений, присущих данной территории.

|  |  |
| --- | --- |
| А | Б |
| В | Г |
| А - Склон на второй уступ отвала; Б - Пионерная группировка на склоне;  В - Зарастание второго уступа; Г - Склон на третий уступ.  Рисунок 11 – Отвалы предприятий | |

Геоботанические описания выполнялись на всех отмеченных типах растительности. Места описаний фиксировались с помощью приборов системы глобального позиционирования (GPS) (Приложение Б). Флористические данные были обработаны с помощью программного обеспечения IBIS 7.2. Данная программа позволяет проводить комплексный анализ флористических данных, включая расчет индексов биоразнообразия, анализ флористического сходства и различия, построение эколого-ценотических рядов и другие задачи [127].

В соответствии с общепринятыми методиками проводился учет численности и встречаемости видов.

Фиксировались следующие показатели: общее проективное покрытие (ОПП, %): доля площади, занятой проекциями всех особей данного вида в фитоценозе; частное проективное покрытие (ЧПП, %): доля площади, занятой проекциями особей данного вида в ярусе, к которому он принадлежит; встречаемость (%) – доля фитоценозов, где был отмечен данный вид. [98, 128, 129].

На исследуемых отвалах было выполнено 72 геоботанических описания: 15 – пионерные группировки, 26 – группово-зарослевые сообщества, 22 – сложные фитоценозы, 8 – на старом 50-летнем отвале. Характеристики ценопопуляций представлены в Приложении Б. Также были выполнены геоботанические описания для контрольной территории. Результаты исследования опубликованы в различных публикациях [46, 142-147]

Расчет фитоценотических показателей: плотности травостоя (шт./м2), количество видов (шт.), парциальное проективное покрытие (%) – проводился по указанным ранее показателям. Для оценки степени участия каждого вида в фитоценозе использовался показатель встречаемости, на основании которого выделялись классы постоянства (КП) с шагом 20%: I (единичные виды) – 20%, II (редкие) – 40%, III (обычные) – 60%, IV (доминантные) – 80%, V (константные) – 100% [46, 76].

Комплексный показатель активности вида позволяет оценить его жизненное преуспевание на конкретной территории. Он отражает вклад вида в состав флоры и его уровень адаптации к условиям среды [130].

Расчет активности видов выполнялся в модулях системы IBIS Зверева А.А. по формуле 1 [127]:

 (1),

где *Act* – расчетная активность таксона для мониторинговой площади в процентах (0÷100%);

*N* – число учетных площадок (элементарных метровых проб);

*C* – постоянство таксона – абсолютное число учетных площадок, где зарегистрирован таксон;

*A*i – проективное покрытие таксона на i-ой учетной площадке;

*A*Σ – сумма проективных покрытий таксона на всех учетных площадках.

Программа IBIS позволяет объединить списки видов в единую таблицу и провести глубокий анализ флоры. Систематический анализ этой таблицы даёт информацию о таксономической структуре (соотношении отделов, классов, порядков, семейств, родов и видов, а также о наличии эндемичных и реликтовых видов), флористическом спектре (процентном соотношении семейств в регионе, что позволяет сравнивать флору разных регионов) и принадлежности флоры к определенной ботанико-географической области (сходстве флористического спектра с флорой других областей и наличии видов, характерных для данной области) [127, 132-138].

В рамках исследования был применен метод расчета коэффициента синантропизации флоры железорудных отвалов, основанный на формуле, разработанной Е.П. Прокопьевым и соавторами. Указанный коэффициент учитывает совокупную встречаемость как синантропных, так и гемерофобных видов. Расчет коэффициента синантропизации позволяет оценить уровень адаптации флоры к антропогенно-измененным условиям на отвалах [128].

|  |  |
| --- | --- |
| Na Na Nb  Ks = ∑ai × 100÷ (∑ai + ∑bi ) ,  i=1 i=1 i=1 | (2), |

где *Ks* – коэффициент синантропизации;

*ai* – встречаемость синантропных видов;

*Na* – число синантропных видов;

*bi*– встречаемость видов гемерофобов;

*Nb* – число видов гемерофобов.

Выделено пять основных групп ареалов: мультирегиональная, голарктическая, евразийская, азиатская, американо-азиатская группа.

*Мультирегиональная группа* – растение распространено в двух и более царствах флоры.

*Голарктическая группа* – распространение вида охватывает не менее 3 подцарств Голарктики. Голарктика может характеризоваться не только специфичным набором флоры, но и господством определенного типа флоры, отсутствующие или слабо представленные в южных областях. Голарктика занимает большую часть Северного полушария, от высокоширотной Арктики до субтропической зоны включительно [139].

*Евразийская группа* – группа видов, распространенных на территории Европы, Западной Сибири и западной части Древнего Средиземья. Евразийская группа включает в себя ряд типов ареалов. Евроазиатский тип – покрывает территорию Европы, Западной Сибири, Средней и Передней Азии. Евро-сибирский тип – виды, широко распространенные в бореальной подобласти Голарктики, однако отсутствующие в Старом Свете. Евразийско-атлантический тип – группа видов, распространенных, большей частью, в западной части Голарктики. Евро-западноазиатский ­ в Западной Сибири проходит восточная граница распространения этой группы [139].

*Азиатская группа* – растения Сибири, Центральной и Северной Азии. Включает в себя собственно азиатский тип ареалов, западно-азиатский тип, восточноазиатский, североазиатский, сибирский и южно-сибирский типы ареалов. Азиатский тип ареалов охватывает восточную часть Голарктики, без Старого Света и Средиземноморья. Западно-азиатский тип приурочен к Западной Сибири и Передней Азии. Сибирский и южно-сибирский типы теснее связаны с Алтае-Саянской горной области, характеризующейся мощным видообразованием [139].

*Американо-азиатская* группа представлена растениями, связанных с флорой Северной Америки.

Изучение жизненных форм видов флоры базировалось на фундаментальных трудах И.Г. Серебрякова, заложившего основы геоботанического районирования и изучения растительных сообществ [140].

Определение жизненных форм осуществлялось с использованием авторитетных ботанических источников, таких как «Флора Сибири» [141] и «Флора Казахстана» [142], содержащих подробные описания и характеристики видов.

Для оценки отношения видов к увлажнению была применена шкала А.П. Шенникова, являющаяся общепризнанным инструментом в экологии растений и позволяющая количественно характеризовать данный фактор [94].

* Ксерофиты – растения, приспособленные к условиям с выраженным дефицитом влаги. Обладают рядом адаптаций, позволяющих минимизировать потери влаги и оптимизировать ее использование [94].
* Ксеромезофиты – растения, произрастающие в условиях периодической или постоянной, но некритичной нехватки влаги [94].
* Мезофиты – растения, предпочитающие среду с постоянным достаточным, но не избыточного увлажнением. Они не имеют ярко выраженных адаптаций к недостатку или избытку влаги [94].
* Гигромезофиты (лесные гигрофиты) – растения, нуждающиеся в постоянном увлажнении или высокой влажности воздуха. Обладают рядом адаптация для успешного поглощения влаги из воздуха, облегчения процесса транспирации; неглубокой корневой системой [94].
* Гигрофиты – растения береговой и прибрежно-водной зоны, также, как и заболоченных мест. Способны переносить временное полное погружение в воду. Имеют ряд адаптаций для обеспечения плавучести, повышенной скорости транспирации [94].
* Гидрофиты – растения, полностью или частично погружённые в толщу воды. Имеется ряд адаптаций для поглощения питательных веществ всей поверхностью тела, газообмена [94].

Химический анализ выполнен в аккредитованной лаборатории ТОО «Агрохимическая компания ДАРКАН ДАЛА» в городе Костанай (№ KZ.T.11.2383). Анализ почв отвалов проводился после многократного отбора проб почвы в 11 точках по ГОСТ 17.4.3.01-2017. Репрезентативные образцы были отправлены в аккредитованную лабораторию «ДАРКАН ДАЛА» (Костанай, Казахстан). Определены: плотный остаток (ГОСТ 26423-85); индикатор pH (ГОСТ 26423-85); анионы солей: СО42- (ГОСТ 26426-85), CO32-, HCO3-, Cl- (ГОСТ Р 59540-2021); кальций и магний (ГОСТ 26428-85) натрий и калий (ГОСТ 26427-85) в водной вытяжке; подвижные формы фосфора (ГОСТ 26207-91), азот общий (ГОСТ 26107-84), органические вещества (МВИ 66373620-005-2015), подвижные формы меди, железа, свинца и цинка (ПНД Ф 16.2.2:2.3. 71-2011). Для определения потенциальных прямых влияний был проведен корреляционный анализ данных с использованием коэффициента корреляции r-Пирсона, определена сила связи всех показателей с числом видов, проективным покрытием [46].

# **4 ДИНАМИКА ЕСТЕСТВЕННОГО ЗАРАСТАНИЯ ОТВАЛОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

## **4.1 Пионерная стадия зарастания отвалов**

Изучение закономерностей формирования и развития растительных сообществ – одна из важных проблем биологии [143, 149]. Первые этапы этого процесса можно наблюдать на первично обнаженном субстрате, например, на свежих речных наносах, после отступления ледника или лавового потока. Наиболее ярко этот процесс проявляется на отвалах вскрышных пород при разработке месторождений. В.В. Алехин назвал такие сообщества пионерными [150].

Отвалы горных пород, формирующиеся в результате эксплуатации Соколовского, Сарбайского и Качарского железорудных месторождений, представляют собой антропогенные геоморфологические образования, не имеющие растительного покрова.

С момента их формирования данные объекты являются идеальными модельными системами для изучения закономерностей первичного сукцессионного (стадийного) развития наземных экосистем. Привлекательность отвалов в качестве модельных объектов обуславливается отсутствием на момент формирования абиотических и биотических компонентов, характерных для природных экосистем; точной датировкой начала сукцессионных процессов; вариативностью литолого-геохимических характеристик, морфометрических параметров, ландшафтных условий.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
| А | Б |
|  |  |
| А - Юго-Западный отвал Сарбайского месторождения, Б – Отвал №7 Качарского карьера  Рисунок 12 – Расположение изученных экотопов пионерной группировки растений | |

Проанализировано 15 геоботанических описаний, сделанных на незасоленных и засоленных отвалах, имеющих возраст отсыпки 2-5 лет и попадающих под определение пионерной группировки: ЦП 1-5, ЦП 43-47, ЦП 48-52 (таблица 6, рисунок 12).

Пионерная группировка на засоленных грунтах крайне малочисленна насчитывает 7 видов (таблица 7, рисунок 13), проективное покрытие в среднем 16%. С V классом постоянства встречаются 2 вида *Isatis costata* и *Chenopodium album*. На сильно засоленных грунтах с высоким КП встречается *Polygonum salsugineum.* Все виды относятся к адвентивным или сорным растениям. Отмечено только два вида степной зональной флоры (*Achillea nobilis* и *Poa angustifolia*)с минимальной встречаемостью и активностью [46, 143].

Таблица 6 – Характеристика ценопопуляций пионерной стадии

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Шифр | Дата | Доминанты | ОПП % | Количество  видов |
| ЦП-1 | 18 V 2022 | *Artemisia dracunculus* | < 1 | 3 |
| ЦП-2 | 18 V 2022 | *Koeleria cristata* | < 1 | 2 |
| ЦП-3 | 18 V 2022 | *Artemisia marschalliana* | < 1 | 4 |
| ЦП-4 | 18 V 2022 | *Koeleria cristata* | < 1 | 3 |
| ЦП-5 | 18 V 2022 | *Conyza canadensis* | 1 | 1 |
| ЦП-43 | 19 V 2022 | *Isatis costata, Chenopodium album*, *Polygonum salsugineum* | 30 | 4 |
| ЦП-44 | 19 V 2022 | *Isatis costata, Chenopodium album*, *Polygonum salsugineum* | 20 | 5 |
| ЦП-45 | 19 V 2022 | *Isatis costata, Chenopodium album*, *Polygonum salsugineum* | 40 | 4 |
| ЦП-46 | 19 V 2022 | *Lactuca tatarica, Polygonum gracilius* | 30 | 3 |
| ЦП-47 | 19 V 2022 | *Isatis costata* | 40 | 3 |
| ЦП-48 | 19 V 2022 | *Isatis costata, Chenopodium album* | < 1 | 2 |
| ЦП-49 | 19 V 2022 | *Isatis costata, Chenopodium album* | < 1 | 3 |
| ЦП-50 | 19 V 2022 | *Isatis costata, Chenopodium album* | < 1 | 4 |
| ЦП-51 | 19 V 2022 | *Isatis costata, Chenopodium album* | < 1 | 4 |
| ЦП-52 | 19 V 2022 | 0 | 0 | 0 |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рисунок 13 – Пионерная стадия на засоленных отвалах | |

Таблица 7 - Характеристика сообществ пионерной стадии на засоленных грунтах [46, 143]

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды растений | V\* | P | A | КП |
| *Isatis costata* | 90 | 4,9 | 21 | V |
| *Chenopodium album* | 90 | 6,6 | 24,4 | V |
| *Polygonum salsugineum* | 50 | 3,3 | 12,8 | III |
| *Lactuca tatarica* | 10 | 0,05 | 0,7 | I |
| *Tripleurospermum inodorum* | 10 | 0,05 | 0,7 | I |
| *Achillea nobilis* | 10 | 0,05 | 0,7 | I |
| *Poa angustifolia* | 10 | 0,05 | 0,7 | I |

\*V – встречаемость, %; P – частное проективное покрытие, %; A – активность, балл; КП –класс постоянства

Через два года на отвале, сложенным ожелезненным известняком, поселилось 7 видов (таблица 8). Поскольку условия произрастания растений крайне тяжелые (провальная влагопроницаемость, высокая температура на поверхности отвала) поселяющиеся растения крайне маломощные, что отражается на проективном покрытии, которое составляет 1-2 % (Рисунок 14).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рисунок 14 – Внешний вид пионерной группировке на отвале, сложенным незасоленными породами | |

Наибольшим классом постоянства обладают степные виды *Artemisia dracunculus, A. marschalliana* и сорный вид – *Artemisia sieversiana*. Более 70% количества поселившихся видов на пионерной стадии относятся к степным растениям [46, 143].

Таблица 8 - Характеристика сообществ пионерной стадии на незасоленных грунтах [46, 143]

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды растений | V\* | P | A | КП |
| *Artemisia dracunculus* | 80 | 0,4 | 5,6 | V |
| *Artemisia marschalliana* | 60 | 0,3 | 2 | IV |
| *Artemisia sieversiana* | 60 | 0,4 | 4,9 | IV |
| *Achillea nobilis* | 20 | 0,1 | 1,4 | I |
| *Koeleria cristata* | 20 | 0,1 | 1,4 | I |
| *Conyza canadensis* | 20 | 0,1 | 1,4 | I |
| *Tragopogon orientalis* | 20 | 0,1 | 1,4 | I |

\*V – встречаемость, %; P – частное проективное покрытие, %; A – активность, балл; КП –класс постоянства

Первые несколько лет после отсыпки отвалы железорудных карьеров характеризуются низкой скоростью демутационных процессов и замедленной начальной стадией сукцессии. Постепенное улучшение эдафических условий экотопа и формирование фитосреды обуславливают ускорение сукцессионных процессов. На отвалах формируются пионерные сообщества, представленные как рудеральными, так и видами зональных фитоценозов. Рудеральные виды, обладающие высокой степенью адаптации к экстремальным условиям, доминируют на первоначальных этапах сукцессии [46, 143].

Наивысшим классом постоянства (V) на засоленных грунтах на пионерной стадии обладают *Isatis costata* и *Chenopodium album*, достаточно высоким классом постоянства (III) обладает *Polygonum salsugineum.* В основном это галофиты и сорный вид с широкой экологической амплитудой (таблица 8) [46, 143].

На незасоленных грунтах наибольшим постоянством обладают полыни: *Artemisia dracunculus* (V), *A. marschalliana* (IV), *A. sieversiana* (IV). Все виды обладают широкой экологической амплитудой [46, 143].

## **4.2 Группово-зарослевое сообщество**

На стадии группово-зарослевого сообщества 26 описаний: 16 на засоленных грунтах (ЦП-27-42) и 10 на незасоленных (ЦП 6-15) (таблица 9). Возраст отвалов от 6 до 20 лет (рисунок 15).

На засоленных грунтах поселилось 42 вида, а на незасоленных 43 вида (таблицы 9, 10) [46, 144].

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| А | Б |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| В | Г |
|  |  |
| А – Соколовский карьер; Б, В – Сарбайский карьер; Г – Качарский карьер  Рисунок 15 – Расположение изученных экотопов растений группово-зарослевой стадии | |

Таблица 9 – Характеристика ценопопуляций группово-зарослевого сообщества [46, 144]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Шифр | Доминанты | ОПП % | Количество  видов |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| ЦП-6 | *Artemisia austriaca, Artemisia dracunculus,*  *Tanacetum vulgare* | 20 | 21 |
| ЦП-7 | *Calamagrostis epigeios, Festuca valesiaca, Medicago sativa* | 70 | 21 |
| ЦП-8 | *Artemisia austriaca, Medicago sativa*, *Calamagrostis epigeios* | 30 | 11 |
| ЦП-9 | *Calamagrostis epigeios, Medicago sativa, Festuca valesiaca* | 40 | 10 |
| ЦП-10 | *Calamagrostis epigeios, Artemisia dracunculus*, *Festuca valesiaca* | 30 | 20 |
| ЦП-11 | *Calamagrostis epigeios, Artemisia dracunculus*, *Artemisia marschalliana* | 40 | 11 |
| ЦП-12 | *Calamagrostis epigeios, Artemisia dracunculus*, *Medicago sativa* | 30 | 11 |

*Продолжение таблицы 9*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| ЦП-13 | *Calamagrostis epigeios, Artemisia dracunculus*, *Achillea nobilis* | 25 | 10 |
| ЦП-14 | *Achillea nobilis*, *Polygonum salsugineum* | 20 | 5 |
| ЦП-15 | *Calamagrostis epigeios, Tanacetum vulgare* | 20 | 5 |
| ЦП-27 | *Polygonum salsugineum, Calamagrostis epigeios* | 20 | 5 |
| ЦП-28 | *Phragmites australis, Polygonum salsugineum* | 70 | 3 |
| ЦП-29 | *Polygonum salsugineum* | 3 | 1 |
| ЦП-30 | *Phleum phleoides*, *Agrostis gigantea* | 40 | 5 |
| ЦП-31 | *Elaeagnus angustifolia*, *Polygonum salsugineum* | 30 | 7 |
| ЦП-32 | *Artemisia dracunculus, Cirsium setosum* | 50 | 12 |
| ЦП-33 | *Artemisia dracunculus, Cirsium setosum,*  *Polygonum salsugineum* | 40 | 6 |
| ЦП-34 | *Artemisia dracunculus, Polygonum salsugineum, Taraxacum officinale* | 70 | 11 |
| ЦП-35 | *Artemisia dracunculus, Polygonum salsugineum, Phragmites australis* | 40 | 8 |
| ЦП-36 | *Artemisia dracunculus, Isatis costata*, *Polygonum salsugineum* | 60 | 6 |
| ЦП-37 | *Artemisia dracunculus, Chenopodium album*, *Cirsium setosum* | 70 | 10 |
| ЦП-38 | *Artemisia dracunculus, Calamagrostis epigeios*, *Polygonum salsugineum* | 50 | 6 |
| ЦП-39 | *Artemisia dracunculus, Calamagrostis epigeios, Artemisia nitrosa* | 70 | 13 |
| ЦП-40 | *Artemisia dracunculus, Calamagrostis epigeios, Gypsophila perfoliata* | 70 | 12 |
| ЦП-41 | *Artemisia dracunculus, Calamagrostis epigeios, Chamaenerion angustifolium* | 80 | 5 |
| ЦП-42 | *Artemisia dracunculus, Calamagrostis epigeios, Gypsophila perfoliata* | 70 | 7 |

На засоленных грунтах с высоким классом постоянства (IV) присутствуют *Polygonum bordzilowskii* и *Artemisia dracunculus*. С классом постоянства III присутствуют *Gypsophila perfoliata* и *Calamagrostis epigeios* (таблица 10, рисунок 16) [46, 144].

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рисунок 16 – Группово-зарослевая стадия на засоленных отвалах | |

Таблица 10 - Характеристика сообществ группово-зарослевой стадии на засоленных грунтах [46, 144]

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды растений | V\* | P | A | КП |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| *Polygonum salsugineum* | 75 | 5,7 | 20,7 | IV |
| *Artemisia dracunculus* | 68,8 | 9,25 | 25,22 | IV |
| *Gypsophila perfoliata* | 43,8 | 0,5 | 4,68 | III |
| *Calamagrostis epigeios* | 43,8 | 15,34 | 25,91 | III |
| *Chamaenerion angustifolium* | 37,5 | 0,19 | 2,67 | II |
| *Artemisia nitrosa* | 31,3 | 0,31 | 3,13 | II |
| *Artemisia sieversiana* | 31,3 | 0,16 | 2,24 | II |
| *Lactuca tatarica* | 25 | 0,69 | 4,15 | II |
| *Carduus thoermeri* | 25 | 0,125 | 1,77 | II |
| *Isatis costata* | 25 | 0,125 | 1,77 | II |
| *Phragmites australis* | 25 | 4,44 | 10,54 | II |
| *Cirsium setosum* | 18,8 | 0,84 | 3,97 | I |
| *Tragopogon orientalis* | 18,8 | 0,09 | 1,3 | I |
| *Taraxacum officinale* | 18,8 | 0,09 | 1,3 | I |
| *Artemisia vulgaris* | 18,8 | 0,09 | 1,3 | I |
| *Gypsophila paniculata* | 18,8 | 0,09 | 1,3 | I |
| *Achillea millefolium* | 12,5 | 0,06 | 0,87 | I |
| *Convolvulus arvensis* | 12,5 | 0,22 | 1,66 | I |
| *Elaeagnus angustifolia* | 12,5 | 0,06 | 0,87 | I |
| *Melilotus albus* | 12,5 | 0,06 | 0,87 | I |
| *Dracocephalum thymiflorum* | 12,5 | 0,06 | 0,87 | I |
| *Bromopsis inermis* | 12,5 | 0,06 | 0,87 | I |
| *Acer negundo* | 6,3 | 0,03 | 0,43 | I |
| *Eryngium planum* | 6,3 | 0,03 | 0,43 | I |
| *Artemisia commutata* | 6,3 | 0,03 | 0,43 | I |
| *Artemisia schrenkiana* | 6,3 | 0,03 | 0,43 | I |
| *Lactuca tatarica* | 6,3 | 0,03 | 0,43 | I |
| *Artemisia proceriformis* | 6,3 | 0,03 | 0,43 | I |
| *Conyza canadensis* | 6,3 | 0,03 | 0,43 | I |

*Продолжение таблицы 10*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| *Achillea nobilis* | 6,3 | 0,03 | 0,43 | I |
| *Artemisia marschalliana* | 6,3 | 0,03 | 0,43 | I |
| *Jacobaea vulgaris* | 6,3 | 0,03 | 0,43 | I |
| *Chenopodium album* | 6,3 | 0,19 | 1,09 | I |
| *Limonium gmelinii* | 6,3 | 0,03 | 0,43 | I |
| *Agrostis gigantea* | 6,3 | 0,31 | 1,39 | I |
| *Phleum phleoides* | 6,3 | 0,19 | 1,09 | I |
| *Stipa lessingiana* | 6,3 | 0,03 | 0,43 | I |
| *Elytrigia repens* | 6,3 | 0,03 | 0,43 | I |
| *Festuca valesiaca* | 6,3 | 0,03 | 0,43 | I |
| *Populus × sibirica* | 6,3 | 0,03 | 0,43 | I |
| *Populus tremula* | 6,3 | 0,03 | 0,43 | I |
| *Solanum kitagawae* | 6,3 | 0,03 | 0,43 | I |

\*V – встречаемость, %; P – частное проективное покрытие, %; A – активность, балл; КП –класс постоянства

На незасоленных грунтах наивысшим баллом постоянства V обладают *Calamagrostis epigeios, Artemisia austriaca.* IV классом постоянства обладают *Artemisia dracunculus, Achillea nobilis* и *Medicago sativa* (таблица 11, рисунок 17) [46, 144]*.*

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рисунок 17 - Группово-зарослевая стадия на незасоленных отвалах | |

Таблица 11 – Характеристика сообществ группово-зарослевой стадии на незасоленных грунтах

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды растений | V\* | P | A | КП |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| *Calamagrostis epigeios* | 90 | 11,55 | 32,24 | V |
| *Artemisia austriaca* | 80 | 2,95 | 15,36 | V |
| *Artemisia dracunculus* | 70 | 3,6 | 15,87 | IV |

*Продолжение таблицы 11*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| *Achillea nobilis* | 70 | 1,75 | 11,07 | IV |
| *Medicago sativa* | 70 | 2,25 | 12,55 | IV |
| *Artemisia marschalliana* | 60 | 1,25 | 8,66 | III |
| *Hieracium virosum* | 50 | 0,25 | 3,54 | III |
| *Tanacetum vulgare* | 50 | 1,2 | 7,75 | III |
| *Achillea millefolium* | 50 | 0,25 | 3,54 | III |
| *Festuca valesiaca* | 50 | 6,5 | 18,03 | III |
| *Poa angustifolia* | 50 | 1,9 | 9,75 | III |
| *Bromopsis inermis* | 50 | 0,95 | 6,89 | III |
| *Centaurea scabiosa* | 40 | 0,2 | 2,83 | II |
| *Hieracium umbellatum* | 30 | 0,15 | 2,12 | II |
| *Artemisia commutata* | 30 | 0,15 | 2,12 | II |
| *Taraxacum officinale* | 30 | 0,15 | 2,12 | II |
| *Elaeagnus angustifolia* | 30 | 0,15 | 2,12 | II |
| *Dracocephalum thymiflorum* | 30 | 0,15 | 2,12 | II |
| *Chamaenerion angustifolium* | 30 | 0,65 | 4,42 | II |
| *Stipa pennata* | 30 | 1,55 | 6,82 | II |
| *Malus domestica* | 30 | 0,15 | 2,12 | II |
| *Linaria genistifolia* | 30 | 0,15 | 2,12 | II |
| *Artemisia proceriformis* | 20 | 0,1 | 1,41 | I |
| *Lonicera tatarica* | 20 | 0,1 | 1,41 | I |
| *Gypsophila paniculata* | 20 | 0,35 | 2,65 | I |
| *Acer negundo* | 10 | 0,05 | 0,71 | I |
| *Lactuca serriola* | 10 | 0,05 | 0,71 | I |
| *Trommsdorffia maculata* | 10 | 0,05 | 0,71 | I |
| *Cirsium setosum* | 10 | 0,05 | 0,71 | I |
| *Artemisia vulgaris* | 10 | 0,1 | 1 | I |
| *Betula pendula* | 10 | 0,05 | 0,71 | I |
| *Lappula stricta* | 10 | 0,05 | 0,71 | I |
| *Nonea rossica* | 10 | 0,05 | 0,71 | I |
| *Medicago falcata* | 10 | 0,05 | 0,71 | I |
| *Trigonella arcuata* | 10 | 0,05 | 0,71 | I |
| *Trifolium pratense* | 10 | 0,05 | 0,71 | I |
| *Poa palustris* | 10 | 0,1 | 1 | I |
| *Poa urssulensis* | 10 | 0,05 | 0,71 | I |
| *Polygonum bordzilowskii* | 10 | 0,05 | 0,71 | I |
| *Potentilla argentea* | 10 | 0,05 | 0,71 | I |
| *Populus × sibirica* | 10 | 0,05 | 0,71 | I |
| *Populus tremula* | 10 | 0,05 | 0,71 | I |
| *Ulmus pumila* | 10 | 0,05 | 0,71 | I |

\*V – встречаемость, %; P – частное проективное покрытие, %; A – активность, балл; КП – класс постоянства

## **4.3 Сложный фитоценоз**

Во время стадии сложного фитоценоза (диффузного сообщества) происходит завершение формирования ярусности, что обуславливает более сложную пространственную структуру фитоценоза. Увеличивается видовое разнообразие, достигая 20-40 видов. Происходит смена видов-пионеров на виды зональной флоры, которые становятся доминантами [46, 145].

На стадии сложного фитоценоза сделано 22 описания: 11 на засоленных грунтах и 11 на незасоленных. Возраст отвалов от 14 до 40 лет (таблица 12, рисунок 18).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
| А | Б |
|  |  |
|  | |
|  | |
| В | |
|  | |
| А – отвал Соколовского карьера; Б – отвал Сарбайского карьера; В – отвал Качарского карьера  Рисунок 18 – Расположение изученных экотопов растений на стадии сложного фитоценоза | |

Таблица 12 – Характеристика ценопопуляций сложного фитоценоза [46, 145]

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Шифр | Доминанты | Полнота | Формула древостоя | ОПП % | Количество  видов |
| ЦП-16 | *Hieracium umbellatum, Festuca valesiaca* | 03 | 9Ос+Б | 40 | 18 |
| ЦП-17 | *Artemisia austriaca, Bromopsis inermis,*  *Calamagrostis epigeios* | 05 | 10С | 20 | 13 |
| ЦП-18 | *Poa angustifolia,*  *Calamagrostis epigeios* | 04 | 10с+Б | 30 | 10 |
| ЦП-19 | *Hieracium umbellatum, Poa angustifolia* | 03 | 10С | 30 | 11 |
| ЦП-20 | *Festuca valesiaca,*  *Artemisia dracunculus* | 04 | 10С | 30 | 14 |
| ЦП-21 | *Artemisia dracunculus, Festuca valesiaca* | 04 | 5Б5С | 40 | 15 |
| ЦП-22 | *Tanacetum vulgare, Festuca valesiaca* |  |  | 30 | 19 |
| ЦП-23 | *Festuca valesiaca, Galium* *verum* |  |  | 30 | 15 |
| ЦП-24 | *Astragalus buchtormensis*,  *Phragmites australis* |  |  | 70 | 13 |
| ЦП-25 | *Hieracium virosum*,  *Calamagrostis epigeios* | 04 | 9Б1С | 50 | 12 |
| ЦП-26 | *Festuca valesiaca,*  *Phragmites australis* | 04 | 9Б1С | 40 | 12 |
| ЦП-53 | *Calamagrostis epigeios* *Phragmites australis* | 04 | 9Б1Ос | 25 | 6 |
| ЦП-54 | *Calamagrostis epigeios* *Phragmites australis* | 03 | 5Б5Ос | 60 | 7 |
| ЦП-55 | *Calamagrostis epigeios* *Phragmites australis* | 03 | 5Б5Ос | 10 | 5 |
| ЦП-56 | *Phragmites australis* | 03 | 8Б2Ос | 30 | 3 |
| ЦП-57 | *Phragmites australis* | 03 | 7Б3Ос | 50 | 3 |
| ЦП-58 | *Calamagrostis epigeios, Polygonum salsugineum* |  |  | 90 | 14 |
| ЦП-59 | *Artemisia dracunculus*, *Calamagrostis epigeios* |  |  | 65 | 11 |
| ЦП-60 | *Calamagrostis epigeios* |  |  | 40 | 1 |
| ЦП-61 | *Calamagrostis epigeios, Polygonum salsugineum* |  |  | 40 | 4 |
| ЦП-62 | *Calamagrostis epigeios, Polygonum salsugineum, Artemisia dracunculus* |  |  | 40 | 7 |
| ЦП-63 | *Calamagrostis epigeios* | 0,3 | 5Б5Ос | 70 | 6 |

Общее проективное покрытие на засоленных грунтах составляет 47%, на незасоленных – 36 %. На наиболее старых отвалах, возраст которых достигает 40 лет сформированы березово-осиновые насаждения с полнотой 05, формула древостоя 8Б2Ос (таблица 13). В подлеске встречается *Salix caprea* и *Rosa majalis*. На засоленных грунтах формируются мозаичные сообщества с участием единичных *Pinus sylvestris* и *Betula pendula*. Поскольку часто засоленные грунты связаны с выходом грунтовых вод отмечен многочисленный самосев березы (рисунок 19) [46, 145].

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рисунок 19 – Стадия сложного фитоценоза на засоленных отвалах | |

Таблица 13 – Характеристика сообществ на стадии сложной группировки на засоленных грунтах [46, 145]

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды растений | V\* | P | A | КП |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| *Calamagrostis epigeios* | 81,8 | 24,55 | 44,82 | V |
| *Achillea nobilis* | 54,5 | 0,27 | 3,84 | III |
| *Betula pendula* | 54,5 | 0,16 | 2,95 | III |
| *Phragmites australis* | 54,5 | 10,91 | 24,39 | III |
| *Artemisia dracunculus* | 45,5 | 6,5 | 17,19 | III |
| *Polygonum salsugineum* | 45,5 | 0,68 | 5,56 | III |
| *Taraxacum officinale* | 36,4 | 0,18 | 2,56 | II |
| *Chamaenerion angustifolium* | 27,3 | 0,14 | 1,95 | II |
| *Populus tremula* | 27,3 | 0,12 | 1,81 | II |
| *Chenopodium album* | 27,3 | 0,14 | 1,95 | II |
| *Agropyron cristatum* | 18,2 | 0,09 | 1,28 | I |
| *Chelidonium majus* | 18,2 | 0,09 | 1,28 | I |
| *Cichorium intybus* | 18,2 | 0,09 | 1,28 | I |
| *Crepis tectorum* | 18,2 | 0,09 | 1,28 | I |
| *Hieracium umbellatum* | 18,2 | 0,09 | 1,28 | I |
| *Artemisia nitrosa* | 18,2 | 0,09 | 1,28 | I |
| *Melilotus albus* | 18,2 | 0,09 | 1,28 | I |
| *Pinus sylvestris* | 18,2 | 0,09 | 1,28 | I |
| *Conyza canadensis* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Lactuca serriola* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |

*Продолжение таблицы 13*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| *Sonchus arvensis* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Cirsium setosum* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Erigeron acris* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Jacobaea vulgaris* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Lactuca tatarica* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Artemisia sieversiana* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Trommsdorffia maculata* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Elaeagnus angustifolia* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Melilotus officinalis* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Vicia sepium* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Populus × sibirica* | 9,1 | 0,09 | 0,9 | I |
| *Solanum kitagawae* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |

\*V – встречаемость, %; P – частное проективное покрытие, %; A – активность, балл; КП –класс постоянства

На засоленных грунтах единственный вид *Calamagrostis epigeios* обладает V класс постоянства, его активность составляет 48,8 балла. С высоким классом постоянства III встречаются 5 видов: *Achillea nobilis, Betula pendula, Phragmites australis, Polygonum salsugineum.* В связи с высокой степенью засоления сложный фитоценоз может иметь незначительное количество видов, такие сообщества встречаются на сильно засоленных глинах в пустыне Бетпакдала [46, 145, 151].

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рисунок 20 – Стадия сложного фитоценоза на незасоленных отвалах | |

На незасоленных грунтах на этой стадии формируются естественные березово-осиновые насаждения, а на засоленных насаждениях формируются отдельные пятна древесных насаждений в более благоприятных лесорастительных насаждениях. На засоленных грунтах обнаружено 32 вида, на незасоленных – 58 видов (таблица 14, рисунок 20) [46, 145].

Таблица 14 – Характеристика сообществ на стадии сложной группировки на незасоленных грунтах

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды растений | V\* | P | A | КП |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| *Tanacetum vulgare* | 90,9 | 1,14 | 10,18 | V |
| *Festuca valesiaca* | 90,9 | 6,6 | 24,49 | V |
| *Artemisia austriaca* | 81,8 | 1,73 | 11,9 | V |
| *Betula pendula* | 81,8 | 0,37 | 5,5 | V |
| *Artemisia dracunculus* | 63,6 | 0,55 | 5,92 | IV |
| *Calamagrostis epigeios* | 63,6 | 3,14 | 14,13 | IV |
| *Hieracium virosum* | 54,5 | 0,73 | 6,27 | III |
| *Achillea nobilis* | 54,5 | 0,5 | 5,22 | III |
| *Achillea millefolium* | 54,5 | 0,95 | 7,2 | III |
| *Chamaenerion angustifolium* | 54,5 | 0,27 | 3,84 | III |
| *Medicago falcata* | 45,5 | 0,23 | 3,23 | III |
| *Phlomoides tuberosa* | 36,4 | 1,55 | 7,51 | II |
| *Hieracium umbellatum* | 36,4 | 1,55 | 7,51 | II |
| *Centaurea scabiosa* | 36,4 | 0,18 | 2,56 | II |
| *Stellaria graminea* | 36,4 | 0,18 | 2,56 | II |
| *Astragalus buchtormensis* | 36,4 | 1,27 | 6,8 | II |
| *Lonicera tatarica* | 27,3 | 0,14 | 1,95 | II |
| *Bromopsis inermis* | 27,3 | 1 | 5,22 | II |
| *Poa pratensis* | 27,3 | 0,36 | 3,13 | II |
| *Phragmites australis* | 27,3 | 4,82 | 11,46 | II |
| *Polygonum aviculare* | 27,3 | 0,36 | 3,13 | II |
| *Potentilla chrysantha* | 27,3 | 0,36 | 3,13 | II |
| *Asparagus* *officinalis* | 18,2 | 0,09 | 1,28 | I |
| *Lactuca tatarica* | 18,2 | 0,09 | 1,28 | I |
| *Taraxacum officinale* | 18,2 | 0,09 | 1,28 | I |
| *Sedum* *telephium* | 18,2 | 0,09 | 1,28 | I |
| *Hippophae rhamnoides* | 18,2 | 0,09 | 1,28 | I |
| *Astragalus testiculatus* | 18,2 | 0,09 | 1,28 | I |
| *Poa angustifolia* | 18,2 | 0,95 | 4,16 | I |
| *Stipa* *lessingiana* | 18,2 | 0,32 | 2,41 | I |
| *Galium* *verum* | 18,2 | 0,32 | 2,42 | I |
| *Veronica spicata* | 18,2 | 0,09 | 1,28 | I |
| *Veronica incana* | 18,2 | 0,09 | 1,28 | I |
| *Acer negundo* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Eryngium planum* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Falcaria vulgaris* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Artemisia marschalliana* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Pilosella* *echioides* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Erigeron acris* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Helichrysum arenarium* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Nonea rossica* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Sisymbrium loeselii* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |

*Продолжение таблицы 14*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| *Alyssum turkestanicum var. desertorum* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Gypsophila perfoliata* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Euphorbia virgata* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Oxytropis pilosa* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Ribes aureum* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Plantago media* | 9,1 | 0,27 | 1,57 | I |
| *Stipa pennata* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Elytrigia repens* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Poa palustris* | 9,1 | 0,27 | 1,57 | I |
| *Agrostis gigantea* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Rosa majalis* | 9,1 | 0,91 | 2,88 | I |
| *Cerasus fruticosa* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Salix caprea* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Linaria genistifolia* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Valeriana tuberosa* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Populus tremula* | 9,1 | 0,05 | 0,67 | I |

\*V – встречаемость, %; P – частное проективное покрытие, %; A – активность, балл; КП –класс постоянства

## **4.4 Проценоз**

На «Старом» отвале были обнаружены растительные сообщества переходной к зональному фитоценозу стадии, условно называемые «проценоз» (Рисунок 21). На этой стадии найден 81 вид на незасоленных грунтах (Таблицы 15, 16), возраст участков 40-50 лет. Данная нестабильная переходная форма характеризуется более устойчивым флористическим составом (чем у сложных фитоценозов), однако здесь еще присутствует неполная занятость экотопа, т.е. не все экологические ниши заняты, что провоцирует большую конкуренцию за ресурсы [84, 105].

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 21 - Расположение изученных экотопов растений на стадии проценоза |

Также в таких переходных сообществах происходит значительная ежегодная изменчивость: численность видов, их соотношение и структура сообщества разительно отличается от года к году, это также заметно по растительным остаткам прошлых поколений, чье потомство было недостаточным, либо уничтожено конкурентами [84, 105].

Зафиксированные нами проценозы были крайне малочисленны. Обнаруженные в проценозах виды указаны в Таблице 16.

Таблица 15 – Характеристика ценопопуляций в проценозах

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Шифр | Доминанты | ОПП % | Количество  видов |
| ЦП-65 | *Vicia cracca, Berteroa incana, Poa stepposa* | 60 | 14 |
| ЦП-66 | *Prunus besseyi, Poa stepposa* | 70 | 12 |
| ЦП-67 | *Prunus besseyi, Vicia cracca* | 70 | 18 |
| ЦП-68 | *Glycyrrhiza uralesis* | 60 | 10 |
| ЦП-69 | *Berteroa incana, Lepidium latifolium* | 70 | 33 |
| ЦП-70 | *Glycyrrhiza uralesis* | 60 | 10 |
| ЦП-71 | *Achillea × kasakhstanica, Cirsium vulgare, Lappula squarrosa* | 60 | 8 |
| ЦП-72 | *Leymus* *ramosus, Rosa laxa* | 75 | 8 |

Таблица 16 - Характеристика сообществ в проценозах

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды растений | V\* | P | A | КП |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| *Berteroa incana* | 80 | 11 | 28,1 | V |
| *Betula pendula* | 70 | 10,1 | 25,3 | V |
| *Glycyrrhiza uralesis* | 60 | 12,2 | 20,2 | V |
| *Lepidium latifolium* | 60 | 8,2 | 10,7 | V |
| *Vicia cracca* | 60 | 12,1 | 29,7 | V |
| *Cirsium vulgare* | 60 | 0,6 | 4,31 | IV |
| *Prunus besseyi* | 60 | 1,1 | 4,24 | IV |
| *Rosa laxa* | 70 | 14,1 | 37,82 | IV |
| *Achillea × kasakhstanica* | 40 | 13,2 | 2,9 | III |
| *Erysimum canescens* | 40 | 0,2 | 2,83 | III |
| *Erysimum cheiranthoides* | 40 | 0,2 | 2,83 | III |
| *Linaria* *vulgaris* | 40 | 0,2 | 2,83 | III |
| *Medicago romanica* | 40 | 0,2 | 2,83 | III |
| *Salix caprea* | 40 | 0,2 | 2,83 | III |
| *Silene wolgensis* | 40 | 11,2 | 21,1 | III |
| *Tragopogon dubius* | 40 | 5 | 10,8 | III |
| *Ulmus laevis* | 40 | 0,2 | 2,83 | III |
| *Astragalus onobrychis* | 20 | 0,1 | 1,41 | II |
| *Euphorbia gerardiana* | 20 | 0,1 | 1,41 | II |
| *Glycyrrhiza korshinskyi* | 20 | 0,1 | 1,41 | II |
| *Jacobaea erucifolia* | 20 | 0,1 | 1,41 | II |
| *Lupinaster pentaphyllus* | 20 | 0,1 | 1,41 | II |
| *Malus baccata* | 20 | 0,1 | 1,41 | II |

*Продолжение таблицы 16*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| *Poa stepposa* | 20 | 1 | 4,47 | II |
| *Potentilla canescens* | 20 | 0,1 | 1,41 | II |
| *Ranunculus pedatus* | 20 | 1 | 4,47 | II |
| *Scorzonera stricta* | 20 | 1 | 4,47 | II |
| *Sisymbrium polymorphum* | 20 | 0,1 | 1,41 | II |
| *Stipa* *capillata* | 20 | 0,1 | 1,41 | II |
| *Verbascum phoeniceum* | 20 | 1 | 4,47 | II |
| *Acer tataricum* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Amaranthus retroflexus* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Astragalus scoparius* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Astragalus sulcatus* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| Atriplex sagittata | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Atriplex tatarica* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Bidens tripartita* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Bidens tripartita* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Bryonia alba* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Calystegia sepium* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Campanula sibirica* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Cannabis sativa* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Ceratocarpus arenarius* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Chenopodiastrum hybridum* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Chondrilla ambigua* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Chorispora tenella* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Dracocephalum nutans* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Eremopyrum triticeum* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Eremopyrum triticeum* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Erucastrum armoracioides* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Euphorbia uralensis* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Galatella villosa* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Glaux maritima* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Inula britannica* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Inula helenium* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Lappula heteracantha* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Lappula squarrosa* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Lemna minor* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Leymus angustus* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Leymus racemosus* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Linaria ruthenica* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Lycopus europaeus* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Onobrychis arenaria* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Oxybasis rubra* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Oxybasis urbica* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Persicaria minor* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Picris hieracioides* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Plantago salsa* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Polygonum aviculare* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Potentilla bifurca* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |

*Продолжение таблицы 16*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| *Pseudosophora alopecuroides* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Rubus sachalinensis* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Rumex stenophyllus* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Salix triandra* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Setaria viridis* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Sorghum sudanense* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Thesium refractum* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Typha angustifolia* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Typha latifolia* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Urtica dioica* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |
| *Vicia nervata* | 10 | 0,05 | 0,67 | I |

\*V – встречаемость, %; P – частное проективное покрытие, %; A – активность, балл; КП –класс постоянства

## **4.5** **Контроль**

В качестве контроля выбран участок в окрестностях поселка Качар, возле отвалов, представленный луговым сообществом с проплешинами солонца на окраине березовых естественных насаждений, N53.32635°, W6283448°, h=322 м над ур. м. Выполнено 5 описаний (таблица 17, рисунок 22).

Таблица 17 – Характеристика ценопопуляций в контрольной точке

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Шифр | Доминанты | ОПП % | Количество  видов |
| ЦП-64\_1 | *Galatella tatarica*, *Fragaria viridis,*  *Stipa capillata* | 90 | 17 |
| ЦП-64\_2 | *Galatella tatarica*, *Artemisia dracunculus* *Festuca valesiaca* | 80 | 16 |
| ЦП-64\_3 | *Galatella tatarica*, *Artemisia pontica*, *Festuca valesiaca* | 90 | 22 |
| ЦП-64\_4 | *Artemisia dracunculus*, *Festuca valesiaca, Poa pratensis* | 100 | 13 |
| ЦП-64\_5 | *Astragalus danicus*, *Festuca valesiaca,*  *Galatella tatarica.* | 95 | 13 |

В контроле отмечено 44 вида, в среднем на учетной площадке 15 видов, проективной покрытие 91% (таблица 18).

Наибольшим классом постоянства V обладают *Galatella tatarica, Artemisia dracunculus, Stipa capillata, Festuca valesiaca*, что вполне согласуется с растительностью засоленных лугов степной зоны Казахстана [152].

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рисунок 22 – Фитоценоз в контрольной точке | |

Таблица 18 - Характеристика сообществ в контрольной точке

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды растений | V\* | P | A | КП |
| *Galatella tatarica* (Less.) Novopokr. | 100 | 12,1 | 34,79 | V |
| *Artemisia dracunculus* L. | 100 | 14,1 | 37,82 | V |
| *Eryngium planum* L. | 80 | 1,4 | 10,58 | V |
| *Stipa capillata* L. | 80 | 13,2 | 32,5 | V |
| *Festuca valesiaca* Gaudin | 80 | 12 | 31 | V |
| *Taraxacum officinale* F.H.Wigg. | 60 | 0,3 | 4,24 | IV |
| *Fritillaria meleagroides* Patrin ex Schult. & Schult. f. | 60 | 0,3 | 4,24 | IV |
| *Spiraea hypericifolia* L. | 60 | 0,8 | 6,93 | IV |
| *Fragaria viridis* (Duchesne) Weston | 60 | 4,1 | 15,68 | IV |
| *Filipendula vulgaris* Moench | 60 | 2,2 | 11,49 | IV |
| *Galium* *verum* L. | 60 | 0,3 | 4,24 | IV |
| *Kadenia dubia* (Schkuhr) Lavrova & V.N.Tikhom. | 40 | 0,2 | 2,83 | III |
| *Artemisia pontica* L. | 40 | 6,1 | 15,62 | III |
| *Achillea setacea* Waldst. & Kit. | 40 | 0,2 | 2,83 | III |
| *Artemisia nitrosa* Weber | 40 | 0,2 | 2,83 | III |
| *Stellaria graminea* L. | 40 | 0,2 | 2,83 | III |
| *Atriplex verrucifera* Bieb. | 40 | 0,2 | 2,83 | III |
| *Astragalus danicus* Retz. | 40 | 13 | 22,8 | III |
| *Plantago media* L. | 40 | 0,2 | 2,83 | III |
| *Poa pratensis* L*.* | 40 | 4 | 12,65 | III |
| *Ranunculus pedatus* Waldst. & Kit. | 40 | 0,2 | 2,83 | III |
| *Sanguisorba officinalis* L. | 40 | 1,1 | 6,63 | III |
| *Potentilla argentea* L. | 40 | 0,2 | 2,83 | III |
| *Valeriana tuberosa* L. | 40 | 0,2 | 2,83 | III |
| *Allium lineare* L. | 20 | 1 | 4,47 | II |
| *Peucedanum morisonii* Besser ex Spreng. | 20 | 0,1 | 1,41 | II |
| *Artemisia rupestris* L. | 20 | 0,1 | 1,41 | II |
| *Inula britannica* L. | 20 | 0,1 | 1,41 | II |
| *Artemisia austriaca* Jacq. | 20 | 0,1 | 1,41 | II |
| *Artemisia sericea* Weber ex Stechm. | 20 | 1 | 4,47 | II |
| *Artemisia latifolia* Ledeb. | 20 | 1 | 4,47 | II |
| *Lappula squarrosa* (Retz.) Dumort. | 20 | 0,1 | 1,41 | II |
| *Rorippa palustris* (L.) Besser | 20 | 0,1 | 1,41 | II |

*Продолжение таблицы 18*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| *Erophila verna* (L.) Besser | 20 | 0,1 | 1,41 | II |
| *Campanula wolgensis* P.A.Smirn. | 20 | 1 | 4,47 | II |
| *Atriplex cana* C. A. Mey. | 20 | 0,1 | 1,41 | II |
| *Sedum* *telephium* L. | 20 | 0,1 | 1,41 | II |
| *Limonium gmelinii* (Willd.) Kuntze | 20 | 0,1 | 1,41 | II |
| *Poa angustifolia* L. | 20 | 0,1 | 1,41 | II |
| *Poa palustris* L. | 20 | 0,1 | 1,41 | II |
| *Polygonum bordzilowskii* Klok. | 20 | 0,1 | 1,41 | II |
| *Rumex* *confertus* Willd. | 20 | 0,1 | 1,41 | II |
| *Cerasus fruticosa* Pall. | 20 | 0,1 | 1,41 | II |
| *Pedicularis dasystachys* Schrenk | 20 | 0,1 | 1,41 | II |

\*V – встречаемость, %; P – частное проективное покрытие, %; A – активность, балл; КП –класс постоянства

## **4.6 Обсуждение полученных результатов**

Отмечаются большие различия зарастания засоленных и незасоленных грунтов. Обычно пионерную группировку формируют однолетние сорные растения [14, 46, 52, 77, 80, 153].

На отвалах Соколовского и Сарбайского железорудных месторождений на засоленных грунтах поселяются галофиты *Isatis costata* и *Polygonum salsugineum* и сорный вид с широкой экологической амплитудой *Chenopodium album* (таблица 19)*.* Обращает внимание чрезвычайно низкое проективное покрытие на незасолённых грунтах. Прежде всего это связано с тем, что через два года не закончилась сортировка техногенного элювия, который образует провальную влагопроницаемость, что создает неблагоприятные условия для поселения растений.

Количество видов, поселяющихся на этой стадии чрезвычайно мало – около 3. Необходимо отметить, что в более благоприятных климатических условиях видов, поселяющихся на пионерной стадии много больше [154].

Активность видов на пионерной стадии так же незначительна и составляет 18,1 б. на незасолённых породах и 61 – на засоленных (таблица 19).

На стадии группово-зарослевого сообществ характер видов с высоким КП не изменяется: на засоленных грунтах доминируют длиннокорневищные виды как *Calamagrostis epigeios,* а также галофиты*.* На незасоленных почвах растения с наивысшим КП вновь длиннокорневищные виды, например, *Artemisia austriaca* и *Calamagrostis epigeios*. По сравнению с пионерной группировкой в значительной степени увеличивается количество видов на засоленных грунтах – 42, а на незасоленных – 43. Большинство видов имеет КП I. Общее проективное покрытие на засоленных и незасоленных породах примерно одинаково и составляет 33-37%. Количество видов так же примерно одинаково 12,5-14,0 шт./100 м2. Активность видов в растительных сообществах на незасоленных грунтах значительно выше, чем на засоленных (Таблица 20) [46].

Стадия сложного фитоценоза начинает формироваться на 15-30 год после отсыпки. Следует отметить, что на экологически благоприятных участках происходит формирование небольших смешанных березово-осиновых лесов (*Betula pendula* и *Populus tremula*) с минимальным участием сосны (*Pinus sylvestris*). На засоленных грунтах на этой стадии поселяется 32 вида, а на незасоленных – 58 видов. На засоленных почвах растительные сообщества образуют эврибионтные виды, имеющие широкий диапазон толерантности: *Calamagrostis epigeios, Phragmites australis.* На незасоленных грунтах формируется паразональное лугово-степное сообщество с высоким КП: *Tanacetum vulgare, Festuca valesiaca Artemisia austriaca, Betula pendula* (таблица 20) [46]*.*

Таблица 19- Характеристика растительных сообществ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | n | ОПП, % | Общее количество видов, шт. | Плотность видов, шт./100 м2 | Активность, балл |
| **Засоленные породы:** |  |  |  |  |  |
| пионерное сообщество | 10 | 14,4±4,8 | 7 | 3,2±0,4 | 61,0 |
| группово-зарослевое сообщество | 16 | 37±3,9 | 42 | 14±0,98 | 127,2 |
| сложный фитоценоз | 11 | 47±5,5 | 32 | 6±1,1 | 127,0 |
| **Незасоленные породы:** |  |  |  |  |  |
| пионерное сообщество | 5 | 0,8±0,1 | 7 | 2,6±0,5 | 88,1 |
| группово-зарослевое сообщество | 10 | 32,5±4,7 | 43 | 12,5±1,9 | 182,7 |
| сложный фитоценоз | 11 | 50,8±4,9 | 58 | 8,7±1,0 | 174,6 |
| проценоз | 8 | 62+2,0 | 81 | 15,1±1,0 | 193,0 |
| **Контроль** | 5 | 91±3,0 | 44 | 16,2±1,7 | 274,3 |

Немногочисленные проценозы, найденные на участках возрастом более 40 лет, имеют смешанный и неусотйчивый ценотический состав. Доминаируют луговые виды, однако сорные значимают значительные территории. Большое количество видов (81) также говорит о нестабильности.

Исследование этапов развития естественной растительности на отвалах продемонстрировало, что несмотря на продолжительный период их существования, образование зональных или внутризональных сообществ не наблюдается [46]. Зональный фитоценоз представляет собой многокомпонентную систему, характеризующуюся сложной парцеллярной структурой. Видовой состав, структура, эдафические условия, динамика и другие параметры парцелл зонального фитоценоза детерминируют его устойчивость и функциональные возможности. В степной зоне на этом этапе происходит заселение такими видами как *Stipa pennata, Fragaria viridis*; в лесостепной – *Trifolium pretense, Bromopsis inermis* [84, 105]*.* Данный тип фитоцензов нами не был обнаружен ни на одном из исследованный отвалах.

Начальные стадии сингенеза отличаются хаотичным и неустойчивым видовым составом растительных сообществ. Отмечается экологическая неоднородность видов первых этапов сингенеза, которая выражается в поселении видов разных ценотических групп. Даже на старых отвалах отмечается неполночленность флористического состава по сравнению с естественными фитоценозами [46].

Таблица 20 - Классы постоянства растительных группировок на разных стадиях сингенеза

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Засоленные грунты | | Незасоленные грунты | |
| Пионерная группировка | | | |
| *Isatis costata* | V | *Artemisia dracunculus* | V |
| *Chenopodium album* | V | *Artemisia marschalliana* | IV |
| *Polygonum salsugineum* | III | *Artemisia sieversiana* | IV |
| Группово-зарослевое сообщество | | | |
| *Polygonum salsugineum* | IV | *Calamagrostis epigeios* | V |
| *Artemisia dracunculus* | IV | *Artemisia austriaca* | V |
| *Gypsophila perfoliata* | III | *Artemisia dracunculus* | IV |
| *Calamagrostis epigeios* | III | *Achillea nobilis* | IV |
|  |  | *Medicago sativa* | IV |
| Сложный фитоценоз | | | |
| *Calamagrostis epigeios* | V | *Tanacetum vulgare* | V |
| *Achillea nobilis* | III | *Festuca valesiaca* | V |
| *Betula pendula* | III | *Artemisia austriaca* | V |
| *Phragmites australis* | III | *Betula pendula* | V |
| *Artemisia dracunculus* | III | *Artemisia dracunculus* | IV |
| *Polygonum salsugineum* | III | *Calamagrostis epigeios* | IV |
| Контроль | | Проценоз | |
| *Galatella tatarica* | V | *Betula pendula* | V |
| *Artemisia dracunculus* | V | *Vicia cracca* | V |
| *Eryngium planum* | V | *Glycyrrhiza uralesis* | V |
| *Stipa capillata* | V | *Lepidium latifolium* | V |
| *Festuca valesiaca* | V | *Berteroa incana* | V |
| *Taraxacum officinale* | IV | *Prunus besseyi* | IV |
| *Fritillaria meleagroides* | IV | *Cirsium vulgare* | IV |
| *Spiraea hypericifolia* | IV | *Rosa laxa* | IV |
| *Fragaria viridis* | IV |  |  |
| *Filipendula vulgaris* | IV |  |  |
| *Galium* *verum* | IV |  |  |

Для поиска возможных причин, влияющих на скорость и паттерны смены стадий сингенеза, был проведен химический анализ проб техноземов. Показатели новообразованных почв отвалов Соколовского, Сарбайского и Качарского месторождений, взятых нами на отвалах в течение вегетационного периода 2022-2023 гг., варьировались в широких пределах. Геоботанические исследования показали существенные различия во флористическом составе различных ЦП. Для оценки влияния эдафических факторов определяли стандартные химические показатели почвы (органическое вещество, K, N, P, pH) и основные микроэлементы в подвижной форме для техногенного эллювия, представленные в Таблице В1 в Приложении В.

Содержание органического вещества в пробах колебалось от 0,3 до 2,8%. Содержание азота – от 0 до 0,04%. Подвижный фосфор и калий определяются в концентрациях: Р - от 1,3 до 30,1 мг/100 г почвы; К – от 0,2 до 19 мг/100 г почвы. Процессы почвообразования глубоких стерильных пород, оказавшихся на поверхности в результате добычи руды, протекают медленно [46].

Водородный показатель техноземов также варьировался в широких пределах от 2,7 до 8,6. Величина плотного остатка колебалась от 0,04 % (незасоленные почвы) до 0,36 % (засоленные почвы). Анализ содержания солей в пробах показал высокое содержание сульфатов – до 483,30 ммоль/100 г на участках с содержанием сухого остатка 0,3% и более, что свидетельствует о преимущественно сульфатном засолении почв. Значения концентрации карбонат-ионов во всех образцах оказались низкими (<0,01) и не учитывались в данном исследовании [46].

Для определения потенциальных прямых влияний был проведен корреляционный анализ данных с использованием коэффициента корреляции r-Пирсона, определена сила связи всех показателей с числом видов, проективным покрытием (Приложение В) [46].

На основании полученных нами данных можно предположить, что значительное увеличение концентрации сульфат-ионов привело к уменьшению численности видов на железорудных отвалах. Увеличение содержания магния и подвижных форм меди и железа привело к обеднению флористического состава. Приближение значения рН к нейтральным привело к увеличению числа видов. Отмечается умеренная положительная роль содержания органического вещества как для количественного состава фитоценозов, так и для проективного покрытия [46].

Увеличение концентрации сульфат-ионов, магния и подвижных форм меди и железа оказало существенное негативное влияние на общее проективное покрытие. Увеличение концентрации кальция отрицательно сказалось как на численности видов, так и на общем проективном покрытии. Так же отмечено, что при имеющихся условий засоления микроэлементы показывают токсическое действие на растительный покров [46].

По-видимому, перечисленные выше химические свойства почв во многом определили, наряду с климатическими факторами, мозаичность распределения естественной растительности на железорудных отвалах. В целом почвы отвалов АО «ССГПО» и АО «Качары Руда» малоплодородны, не пригодны для выращивания растений без рекультивационных работ [46].

Стоит отметить, что данная методика является экспериментальной, требующей дальнейшей доработки и проверки на большем массиве данных. Также существует необходимость привлечения к последующей работе опытных специалистов из соответствующих сфер науки.

Исследование сукцессионных стадий на отвалах железорудных месторождений Костанайской области установило, что за их длительный исторический период не сформировалось ни зональных, ни внутризональных растительных сообществ.

Начальные стадии сукцессии отличались хаотичным и непостоянным набором видов растительных сообществ. Отмечена экологическая неоднородность видов, колонизирующих отвалы на первых этапах, что выражается в присутствии видов из разных ценотических групп. Даже на старых отвалах обнаружен неполный флористический состав по сравнению с естественными фитоценозами. Имеются существенные различия во флористическом составе разных ценопопуляций. Одной из основных причин этого явления было очаговое сульфатное засоление почв, образовавшихся из изначально стерильных карьерных пород.

# **5 ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ФЛОРЫ ОТВАЛОВ СОКОЛОВСКОГО, САРБАЙСКОГО И КАЧАРСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

## **5.1 Конспект техногенной флоры**

В данном Конспекте используется монотипическая концепция вида, где каждый вид представлен единственным типом. Сведения о подвидах, то есть географически или экологически обособленных группах особей одного вида, а также о более мелких таксономических категориях даются в примечаниях к описанию соответствующего вида. Там же содержится информация о зафиксированных межродовых и межвидовых естественных гибридах [155-157]. Присутствующие в списке адвентивные виды отмечены звездочкой (\*).

Объем семейств растений был рассчитан на основе данных, предоставленных С.К. Черепановым [158]. Семейства цветковых растений были упорядочены в соответствии с системой, разработанной А.Л. Тахтаджяном [159]. Внутри родов и семейств виды были расположены в алфавитном порядке, и для каждого вида указаны его латинское и русское названия. Основная часть названий видов была взята из работ С.А. Абдулиной [160], опираясь на последние научные данные.

В этой работе применяется шкала редкости видов, созданная А.В. Галаниным, Н.И. Золотухиным и Л.В. Мариной [161], чтобы описать встречаемость различных видов.

* Очень редко: встречается эпизодически, в 1-2 местах, не образуя стабильной популяции.
* Редко: встречается в ограниченном количестве мест, не превышающем 5 пунктов.
* Довольно редко: распределен неравномерно, занимая лишь малую часть территории (менее 10%).
* Довольно обычно: встречается мозаично в оптимальных местообитаниях, охватывает до 30% территории.
* Обычно: является устойчивым видом, так как его широкое распространение (более 30% территории) обеспечивает его стабильность.

Представленный конспект – это комплексный обзор флоры железорудных отвалов, основанный на собственных сборах (192 вида) и данных других исследователей [14, 162-164]. По собственным сборам даны номера описаний, в которых виды были обнаружены. Собственные сборы оформлены на гербарные листы и внесены в электронную базу университета TOBYL KZ (Приложение Г) и коллекцию KUZ.

Семейство **Pinaceae** Spreng. ex Rudolphi – Сосновые

1. ***Pinus sylvestris*** L. «1753, Sp.pl. 1: 1000; Поляков, Павлов, 1956, Фл. Каз. 1: 69. – Сосна обыкновенная» [141, 142, 155].

Очень редко. Найдено на отвале 1986 года (небольшой склон, разреженный березняк, сильно засоленная почва, рыхлый песчаник. N 53.39877°, W62.87382°, h=213 м над ур. м. (ЦП 58, 59). Единичные особи на «Старом» отвале [185].

Семейство **Ranunculaceae** Juss. – Лютиковые

2. **Delphinium consolida** L. «1753, Sp.pl.: 530; Гамаюнова, 1961, Фл. Каз. 4: 34. – Живокость полевая» [142].

Редко [14].

3. ***Ranunculus pedatus*** Waldst. et Kit. «1805, Pl.rar. Hung II; Гамаюнова, 1961, Фл. Каз. 4: 115. – Лютик стоповидный» [142].

Редко. Обнаружен преимущественно на остепненных участках: ЦП 67.

4. **Ranunculus polyanthemos** Steph. «1799, Sp.pl. II: 1324; Гамаюнова, 1961, Фл. Каз. 4: 104. – Лютик многокоренной» [142].

Редко [14].

5**. Ranunculus repens** L. «1753, Sp.pl.: 554; Гамаюнова, 1961, Фл. Каз. 4: 104. – Лютик ползучий» [141, 142, 155].

Редко [14].

Семейство **Papaveraceae** Juss.– Маковые

6. ***Chelidonium majus*** L. «1753, Sp. Pl.: 505; Корнилова, 1961, Фл. Каз. 4: 145 – Чистотел большой» [141, 142, 155].

Редко [14].

Семейство **Betulaceae** S. F. Gray – Березовые

7. ***Betula*** ***pendula*** Roth «1788, Tent. Fl. Germ. 1: 405; Голоскоков, 1960, Фл. Каз. 3: 57. – Береза повислая» [141, 142, 155, 156].

Обычна на всех отвалах за исключением пионерных группировок: ЦП 10, 18-26, 54-58, ЦП-66, ЦП 69 [185].

Семейство **Caryophyllaceae** Juss. – Гвоздичные

8. ***Dianthus borbasii*** Vandas «1886, Oesterr. Bot. Zeitschr. XXXVI: 193; Байтенов, Павлов, 1960, Фл. Каз. 3: 420. – Гвоздика Борбаша» [141, 142, 155].

Довольно редко. Мелкодерновинная степь с редкими карагачами, на первом уступе старого отвала, более 50 лет: ЦП 66, 67 [185].

9. **Dianthus campestris** Bieb. «1808, Fl. Taur.-Cauc.: 326, 427; Байтенов, Павлов, 1960, Фл. Каз. 3: 422. – Гвоздика равнинная» [141, 142, 155].

Редко [14].

10. **Dianthus rigidus** M. Bieb. «1808, Fl. Taur.-Cauc.. 1: 325; Байтенов, Павлов, 1960, Фл. Каз. 3: 424 – Гвоздика жесткая» [141, 142, 155].

Редко [162].

11. ***Gypsophila paniculata*** L. «1753, Sp. Pl.: 407; Байтенов, Павлов, 1960, Фл. Каз. 3: 405. – Качим метельчатый» [141, 142, 155].

Встречается довольно редко, на стадии сложной растительной группировки на незасоленных грунтах: ЦП 7, 8, 34, 38, 39 [185].

12. ***Gypsophila*** ***perfoliata***L. «1753, Sp. Pl.: 408; Бондаренко, 1971, Опр. раст. Ср. Азии, 2: 287. – *G. trichotoma* Wend. 1837, Linnaea, 11 Litt.: 22; Байтенов, Павлов, 1960, Фл. Каз. 3: 408.– Качим пронзеннолистный» [141, 142, 155].

Встречается редко, на стадии группово-зарослевых сообществ на засоленных грунтах: ЦП 20, 32-34, 39-42 [185].

13. **Psammophiliella stepposa** (Klokov) Ikonn. «1921, Журн. Русск. Бот. Об-ва VI: 137. – *Gypsophilla stepposa* Klok. 1921, журн. Русск. Бот. о-ва 6: 137; Байтенов, Павлов, 1960, Фл. Каз. 3: 411. – Качим степной» [142].

Редко [14].

14. **Silene multiflora** (Ehrh.) Pers. «1805, Pers. Sy. I: 497; Байтенов, Павлов, 1960, Фл. Каз. 3: 371. – Смолевка многоцветковая» [141, 142, 155].

Редко [14].

15. ***Silene wolgensis*** (Hornem.) Besser ex Spreng. «1818, Ind. Sem. Hort. Halens.: 7; Байтенов, Павлов, 1960, Фл. Каз. 3: 390. – Смолевка волжская» [141, 142, 155].

Довольно редко. Известняковые породы, первый ярус отвала над искусственным озером, остепненные склоны отвала: ЦП 67, 68 [185].

16. ***Stellaria*** ***graminea*** L. «1753, Sp. pl: 422; Байтенов, Павлов, 1960, Фл. Каз. 3: 334. – Звездчатка злаковая» [141, 142, 155].

Встречается редко на стадии сложной растительной группировки на незасоленных грунтах: ЦП 22, 23, 25, 26 [185].

Семейство Amaranthaceae Juss. – Амарантовые

17. \***Amaranthus paniculatus** L. «1763, Sp. pl. ed. 2 II: 1406; Корнилова, 1960, Фл. Каз. 3: 324. – Щирица метельчатая» [142, 155].

Довольно редко [14].

18. \****Amaranthus* *retroflexus*** L. «1753, Sp. pl.: 991; Корнилова, 1960, Фл. Каз. 3: 323. – Щирица запрокинутая» [141, 142, 155].

Встречается редко: ЦП 69. Известняковые породы с глинистым субстратом, основание склона, делювиальный смыв, N 52.59508°, W 63.13942° [185].

Семейство **Chenopodiaceae** Vent. – Маревые

19. ***Atriplex intracontinentalis*** Sukhor., 2007 Ann. Naturhist. Mus. Wien, B 108: 349 – Лебеда внутриконтинентальная.

Редко[14] SVER0928442.

20. **Atriplex sagittata** Borkh*.* «1753, Rhein. Mag. Erweit. Naturk. 1:477; 1803, Handb. III: 541; Голоскоков, 1960, Фл. Каз. 3: 206. – Лебеда лоснящаяся» [141, 142, 155].

Встречается редко: ЦП 69. Известняковые породы с глинистым субстратом, основание склона, делювиальный смыв, N52.59508°, W63.13942° [185].

21. ***Atriplex* *tatarica*** L. «1753, Sp. pl.: 1053; Голоскоков, 1960, Фл. Каз. 3: 212. – Лебеда татарская» [141, 142, 155, 156].

Встречается редко: ЦП 69. Известняковые породы с глинистым субстратом, основание склона, делювиальный смыв, N52.59508°, W63.13942° [185].

22. **Axyris amaranthoides** L. «1753, Sp. pl.: 959; Голоскоков, 1960, Фл. Каз. 3: 222. – Аксирис щирицевый» [141, 142, 155].

Довольно редко [12, 13].

23. ***Bassia laniflora*** (S.G. Gmel.) A.J. Scott «1900, Borb. Balaton fl.: 340. – *Kochia laniflora* (S. G. Gmel.) Borbrs, 1900, Balaton Fl.: 340; Голоскоков, 1960, Фл. Каз. 3: 232. – Бассия (кохия) шерстистоцветная» [141, 142, 155].

Довольно редко [14, 155]

24. ***Bassia prostrata*** (L.) Beck. «1809, Neues Journ. III: 85. – *Kochia* *prostrata*(L.) Schrad. 1809, Neues Journ. Bot. (Göttingen), 3, 4: 85; Голоскоков, 1960, Фл. Каз. 3: 231. – Бассия (кохия) простертая» [141, 142, 155, 156].

Довольно редко [13, 14, 162, 163].

25. ***Bassia scoparia*** (L.) A.J. Scott «1809, Neues Journ. III: 85. – *Kochia* *scoparia*(L.) Schrad. 1809, Neues Journ. Bot. (Göttingen), 3, 4: 85; Голоскоков, 1960, Фл. Каз. 3: 234. – Бассия (кохия) веничная» [142, 155, 156].

Встречается довольно редко: ЦП 16-20. Юго-Восточный отвал Соколовского карьера, возраст около 40 лет, супесчаный эмбриозем с известняками, осиново-березовые насаждения [185].

26. ***Ceratocarpus arenarius***L. «1753, Sp. pl.: 969; Голоскоков, 1960, Фл. Каз. 3: 220. – Рогач песчаный» [141, 142, 155].

Довольно редко, отдельными пятнами: ЦП 69. «Старый отвал» более 50 лет, известняковые породы с глинистым субстратом, основание склона, делювиальный смыв, N52.59508°, W63.13942° [185].

27. ***Chenopodium*** ***album*** L. «1753, Sp. pl.: 219; Голоскоков, 1960, Фл. Каз. 3: 195. – Марь белая» [141, 142, 155].

Встречается довольно обычно на всех стадиях зарастания отвалов, за исключением пионерной: ЦП 37, 59, 62 [185].

28. ***Chenopodiastrum hybridum***(L.) S. Fuentes, Uotila & Borsch *«*1753, Sp. pl.: 219. –*Chenopodium* *hybridum*L. 1753, Sp. pl.: 219; Голоскоков, 1960, Фл. Каз. 3: 193. – Хеноподиаструм гибридный (марь гибридная)» [141, 142, 155].

Довольно обычно, отдельные пятна: ЦП 69. «Старый отвал» более 50 лет, известняковые породы с глинистым субстратом, основание склона, делювиальный смыв, N52.59508°, W63.13942° [185].

29. **Corispermum orientale** Lam. «1786, Encycl. II: 111; Голоскоков, 1960, Фл. Каз. 3: 239. – Верблюдка восточная» [141, 142, 155].

Редко [13, 14, 162].

30. **Corispermum declinatum** Steph.ex Iljin. «1817, Mem. Soc. Nat. Mosc. V: 384; Голоскоков, 1960, Фл. Каз. 3: 238. – Верблюдка наклоненная» [14, 141, 142, 162].

Редко [14]

31. ***Oxybasis glauca*** (L.) S. Fuentes, Uotila & Borsch «2012, Willdenowia 42(1): 15. – *Chenopodium* *glaucum* L. 1753, Sp. pl.: 220; Голоскоков, 1960, Фл. Каз. 3: 191. – Оксибазис сизый» [142, 156].

Редко [14].

32. ***Oxybasis rubra*** (L.) S. Fuentes, Uotila & Borsch 2012, Willdenowa 42 (1): 15. – *Chenopodium* *rubrum*L. 1753, «Sp. pl.: 218; Голоскоков, 1960, Фл. Каз. 3: 192 – Оксибазис красный» [141, 142, 155].

Очень редко, встречен однажды: ЦП 70. «Старый отвал» более 50 лет, берег водоема, N 52.59281°, W63.13499°37 [185].

33. ***Oxybasis urbica*** (L.) S. Fuentes, Uotila & Borsch 2012, Willdenowa 42 (1): 15. – *Chenopodium* *urbicum*L. «1753, Sp. pl.: 218; Голоскоков, 1960, Фл. Каз. 3: 194. – Оксибазис городской» [141, 142, 155, 156].

Редко: ЦП 69. «Старый отвал» более 50 лет, известняковые породы с глинистым субстратом, основание склона, N 52.59508°, W63.13942° [185].

34. ***Salsola collina*** Pall. «1803, Illustr. Pl.: 34; Поляков, 1960, Фл. Каз. 3: 262. – Солянка холмовая» [141, 142, 155].

Довольно обычно, на засоленных остепненных участках в группово-зарослевых сообществах: ЦП 33-37 [185].

35. ***Sedobassia sedoides***(Pall.) Freitag & G. Kadereit «1867, in Schweinf. Beitr. Fl. Aethiop.:187. – *Echinopsilon sedoides* (Pall.) Moq. 1834, An. Sc. Nat. 2 ser., 2:127; Голоскоков, 1960, Фл. Каз. 3: 228. – Бассия очитковидная» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 66. «Старый отвал» более 50 лет, известняковые породы, второй ярус отвала, ширина 50 м. N 52.59710°, W63.14610°, h=200 м над ур. м., сложная группировка, приближающаяся к проценозу (мелкодерновинная степь с редкими карагачами) [185].

36. ***Teloxys aristata***(L.) Moq «1834, Ann. Sci. Nat., Bot. sér. 2, 1: 290. – *Chenopodium* *aristatum*L. 1753, Sp. pl.: 221; Голоскоков, 1960, Фл. Каз. 3: 189. – Телоксис остистый» [141, 142, 155].

Редко [14].

Семейство **Polygonaceae** Juss. – Гречишные

37. ***Fallopia convolvulus*** (L.) A. Löve «1970, Taxon, 19, 2: 300. – *Polygonum convolvulus* L. 1753, Sp. Pl.: 364; Байтенов, Павлов, 1960, Фл. Каз. 3: 174. – Гречишка вьюнковая» [141, 142, 155].

Довольно редко [13, 14].

38. ***Persicaria*** ***minor***(Huds.) Opiz «1852, Seznam: 72. – *Polygonum minus* Huds. 1762, Fl. Angl.: 148; Байтенов, Павлов, 1960, Фл. Каз. 3: 168. – Горец малый» [142, 155].

Очень редко. Встречен однажды: ЦП 70. «Старый отвал» более 50 лет, берег водоема, N 52.59281°, W63.13499° [185].

39. ***Polygonum* *aviculare*** L. «1753, Sp. pl.: 362; Байтенов, Павлов, 1960, Фл. Каз. 3: 154 – горец птичий, спорыш» [142, 155].

Довольно редко: ЦП 69. «Старый отвал» более 50 лет, известняковые породы с глинистым субстратом, основание склона, делювиальный смыв, N52.59508°, W63.13942° [185].

40. ***Polygonum bordzilowskii*** Klokov. «1927, Journ. Agricult. Bot. Ucraine, 1, 3: 169, s. str. – *Polygonum* *patulum* Bieb. 1808, Fl. Taur.-Cauc.. 1: 304; Байтенов, Павлов, 1960, Фл. Каз. 3: 159. – Спорыш Бордзиловского» [142].

Обычно на засоленных грунтах на всех стадиях сингенеза [185].

41. ***Polygonum novoascanicum*** Klokov «1927, Тр. сельск-госп. бот. (Харьков), 1, 3: 168; Цвелев, 1979, Новости сист. высш. раст. 15: 127. – Спорыш новоасканийский» [141, 142, 155, 156].

Обычно, засоленные участки, на всех стадиях сингенеза [185].

42. ***Polygonum salsugineum*** Bieb. «1789. Nableaux prov. Caspien: 169; Байтенов, Павлов, 1960, Фл. Каз. 3: 158. – Спорыш солонцеватый» [142, 155].

Встречается обычно на всех стадиях сингенеза: ЦП 14, 27-29, 31-34, 36-38, 40, 42, 45, 47, 49-51, 57-59, 61, 62 [185].

43. ***Rumex*** ***confertus*** Willd. «1809, Enum. Hort. Berol.: 397; Байтенов, Павлов, 1960, Фл. Каз. 3: 96. – Щавель конский» [141, 142, 155].

Редко [14].

44. ***Rumex*** ***crispus*** L. «1753, Sp. Pl.: 335; Байтенов, Павлов, 1960, Фл. Каз. 3: 99. – Щавель курчавый» [141, 142, 155].

Редко [14].

45. ***Rumex* *stenophyllus***Ledeb. «1830, Fl. Alt. 2: 58; Байтенов, Павлов, 1960, Фл. Каз. 3: 100. – Щавель узколистный» [141, 142, 155].

Довольно редко: ЦП 69. «Старый отвал» более 50 лет, известняковые породы с глинистым субстратом, основание склона, делювиальный смыв, N52.59508°, W63.13942° [185].

Семейство **Limoniaceae** Ser. – Кермековые

46. ***Limonium gmelinii***(Willd.) Kuntze. «1891, Rev. gen. II: 395; Гамаюнова, Кубанская. 1964, Фл. Каз. 7: 79. – Кермек Гмелина» [141, 142, 155].

Встречается обычно на засоленных грунтах на стадии группово-зарослевого сообщества: ЦП 32 [185].

Семейство **Primulaceae** Batsch ex Borkh. - Первоцветные

47. ***Glaux maritima***L. «1753, Sp. pl.: 207; Васильева, 1964, Фл. Каз. 7: 44. – Млечник приморский» [141, 142, 155].

Очень редко: ЦП 69. В зарослях *Pragmites australis* у основания отвала [185].

Семейство **Salicaceae** Mirb. - Ивовые

48. \****Populus x sibirica***G. Krylov et Grigoriev ex A. Skvortsov «Бюлл. Гл. Бот. Сада, Вып. 193. 2007: 43. – *P. balsamifera* auct. nonL.: Поляков, 1960, Фл. Каз. 3: 46. – Тополь сибирский» [142].

Обычно, встречается на всех стадиях сингенеза за исключением пионерной стадии: ЦП 9, 30 [185].

В исследовании, проведенном в 1961 году, ученый Г. В. Крылов [157] внес вклад в ботаническую науку, представив описание нового гибридного вида тополя, который был назван "сибирский бальзамический тополь". Однако, первоначальное описание не соответствовало стандартам таксономической классификации, так как отсутствовал латинский диагноз, что является ключевым элементом для научного признания вида. Позже, ботаник А. К. Скворцов [165] устранил этот пробел, формально признавая данный вид под наименованием *Populus x sibirica* и классифицируя его как ното-вид. Скворцов подтвердил, что *Populus x sibirica* является результатом натурального скрещивания двух видов: *P. balsamifera*, известного как бальзамический тополь, и *P. nigra* L., известного как черный тополь. Это открытие расширило понимание генетического разнообразия и адаптивных возможностей рода тополей [165].

49. ***Populus tremula*** L. «1753. Sp. Pl.: 1034; Поляков, 1960, Фл. Каз. 3: 42. – Тополь дрожащий, осина» [141, 142, 155].

Обычно, встречается на всех стадиях сингенеза за исключением пионерной стадии: ЦП 6, 16-20, 40, 55, 57, 59, 65, 69 [185].

50. ***Salix caprea*** L. «1753. Sp. Pl.: 1020; Поляков. 1960. Фл. Каз. 3: 30. – Ива козья» [141, 142, 155].

Обычно, на стадии сложного фитоценоза и проценоза незасоленных грунтов: ЦП 20; ЦП 65-69 [185].

51. ***Salix caspica*** Pall. 1788. «Fl. Ross. I, II: 74; Поляков, 1960. Фл. Каз. 3: 20. – Ива каспийская» [142, 155].

Довольно обычно [14].

52. ***Salix triandra*** L. «1753. Sp. Pl.: 1016; Поляков. 1960. Фл. Каз. 3: 15; Скворцов, 1972. Опр. раст. Ср. Азии, 3: 16. – Ива трехтычиночная» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 70. «Старый отвал» более 50 лет, берег водоема, N 52.59281°, W63.13499° [185].

53. ***Salix viminalis*** L. «1753. Sp. Pl.: 1021; Поляков. 1960. Фл. Каз. 3: 25. – Ива прутовидная, и. корзиночная» [141, 142, 155].

Редко [13].

Семейство ***Cucurbitaceae*** Juss. - Тыквенные

54. \****Bryonia alba*** L., «1753 Sp. pl.: 1012; Ролдугин, 1965, Фл. Каз. 8: 278. – Переступень белый» [142, 155].

Очень редко. Встречен однажды: ЦП 69. «Старый отвал» более 50 лет, основание склона, в зарослях прошлогоднего тростника [185].

Семейство ***Brassicaceae*** Burnett – Капустные

55. ***Alyssum turkestanicum*** Regel et Schmalh. «1882, Descr. Pl. Nov. Rar. Fedtsch.: 6. – A. desertorum Stapf, 1886, Denkschr. Akad. Wiss. (Math.-Naturw., Wien), 51: 33; Васильева, 1961, Фл. Каз. 4: 280. – Бурачок туркестанский» [141, 142, 156].

Собранные образцы относятся к разновидности – *var. desertorum* (Stapf) Botsch. (=*A. desertorum* Stapf). Встречается редко в группово-зарослевых сообществах на незасоленных почвах: ЦП 19 [185].

56. Arabidopsis toxophylla (Bieb.) N. Busch «1909, Fl. Cauc. Crit III: 457; Васильева, 1961, Фл. Каз. 4: 193. – Резушка стрелолистая» [141, 142, 155].

Редко [14].

57. ***Berteroa incana*** (L.) DC. «1821, Syst. II: 291; Фл. Каз. 4: 276. – Икотник серый» [141, 142, 155].

Обычно: незасоленные участки, ЦП 65, 69 [185].

58. ***Camelina sylvestris*** Wallr. «1822, Scheud. Crit. Fl. Hal. 1: 347; Васильева, 1961, Фл. Каз. 4: 334. – Рыжик лесной» [142].

Редко [162].

59. ***Capsella bursa-pastoris*** (L.) Medik. «1792, Pflanzengatt. 1: 85; Васильева, 1961, Фл. Каз. 4: 338. – Пастушья сумка обыкновенная» [141, 142, 155].

Редко [163].

60. ***Chorispora tenella*** (Pall.) DC. «1821, Reg. Veg. Syst. Nat. 2: 435; Васильева, 1961, Фл. Каз. 4: 269. – Хориспора нежная» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 69. «Старый отвал» более 50 лет, известняковые породы с глинистым субстратом, основание склона, делювиальный смыв, N52.59508°, W63.13942° [185].

61. ***Descurainia sophia*** (L.) Webb ex Prantl, 1891. «Engl. et Prantl, Nat. Pflanzenfam. 3, 2: 192; Васильева, 1961, Фл. Каз. 4: 195. – Дескурейния софия» [141, 142, 155].

Редко [162].

62. \****Erucastrum armoracioides*** (Czern. Ex Turcz.) Cruchet «1902, Bull. Soc.Vaud. Sci. Nat.: 333. – Brassica elongata auct. non Ehrh.: Васильева, 1961, Фл. Каз. 4: 300. – Рогачка хреновидная» [141, 142, 155].

Очень редко: найдена однажды: ЦП 67. «Старый отвал» первый ярус отвала над искусственным озером, отдельные гряды техногенного элювия. Новый вид для флоры региона [185].

63. ***Erysimum canescens*** Roth. «1797. Catalecta Bot. 1: 76. – E. diffusum auct. non Ehrh.: Васильева, 1961, Фл. Каз. 4: 202. – Желтушник седеющий» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 67 «Старый отвал» более 50 лет, первый ярус отвала над искусственным озером, мелкодерновинная степь с разреженными древесными насаждениями [185].

64. ***Erysimum cheiranthoides*** L. «1753, Sp. pl.: 661; Васильева, 1961, Фл. Каз. 4: 202. – Желтушник левкойный» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 67. «Старый отвал» первый ярус отвала над искусственным озером, мелкодерновинная степь с разреженными древесными насаждениями [185].

65. ***Isatis costata*** C.A. Mey. «1831, in Ledeb., Fl. Alt. 3: 204. – *I. laevigata* Trautv. 1841, De Samerar. Et Isat. In Bull. Acad. Sc. Petersb. 8: 342; Васильева, 1961, Фл. Каз. 4: 230. – Вайда пушистоплодная» [141, 142, 155, 156].

Встречается довольно обычно на засоленных грунтах: ЦП 32,35, 36, 40, 43-51 [185].

66. ***Lepidium latifolium*** L. «1753, Sp. Pl.: 644; Васильева, 1961, Фл. Каз. 4: 313. – Клоповник широколистный» [141, 142, 155].

Довольно обычно: ЦП 69. «Старый отвал», в понижениях [185].

67. ***Lepidium ruderale*** L. «1753, Sp. Pl.: 645; Васильева, 1961, Фл. Каз. 4: 311. – Клоповник сорный» [141, 142, 155, 156].

Довольно редко [14].

68. ***Odontarrhena tortuosa*** (Waldst. et Kit. ex Willd.) C.A. Mey. «1831, in Ledeb., Flora Altaica, 3: 60. – Alyssum tortuosum Waldst. et Kit. ex Willd. 1800, Sp. Pl. 3, 1: 466; Васильева, 1961, Фл. Каз. 4: 278. – Бурачок извилистый» [142].

Довольно редко [14].

69. ***Sisymbrium loeselii*** L. «1755. Cent. Pl. 1: 18; Васильева, 1961, Фл. Каз. 4: 183. – Гулявник Лёзеля» [141, 142, 155].

Встречается довольно обычно на незасоленных грунтах: ЦП 16-20; 21-26 [185].

|  |  |
| --- | --- |
| А | Б |
| В | Г |
| *А - Tragopogon orientalis; Б - Cyclachaena xanthifolia,* подножье*;*  *В - Acer negundo и Cannabis sativa* в понижении*; Г - Falcaria vulgaris* у подножья  Рисунок 23 – Флора «старого» отвала | |

70. ***Sisymbrium polymorphum*** (Murray) Roth, «1830. Man. Bot. 2: 946; Васильева, 1961, Фл. Каз. 4: 183. – Гулявник изменчивый» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 67. «Старый отвал», первый ярус отвала над искусственным озером, ширина 50 м. N 52.59525°, W63.13719°, h=185 м над ур. м., мелкодерновинная степь с разреженными древесными насаждениями [185].

71. ***Thlaspi arvense*** L. «1753, Sp. Pl.: 646; Васильева, 1961, Фл. Каз. 4: 331. – Ярутка полевая» [141, 142, 155].

Довольно обычно [14].

Семейство **Ulmaceae** Mirb. – Вязовые

72. \****Ulmus laevis*** Pall. «1784 Fl. Ross. I: 75; Голоскоков, 1960, Фл. Каз. 3: 70. – Вяз гладкий» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 67. «Старый отвал», первый ярус отвала над искусственным озером, мелкодерновинная степь с разреженными древесными насаждениями [185].

73. \****Ulmus pumila*** L. «1753, Sp. Pl.: 327. – U. pinnato-ramosa Dieck ex Koechne 1910, in Fedde. Repert. 8: 74; Голоскоков, 1960, Фл. Каз. 3: 72. – Вяз приземистый» [142, 155].

Довольно обычно на стадии сложного фитоценоза на незасоленных грунтах [185].

Семейство **Cannabaceae** Martinov – Коноплевые

74. ***Cannabis sativa*** L. «1753, Sp. Pl.: 1027; Голоскоков, 1960, Фл. Каз. 3: 77. – Конопля посевная» [141, 142, 155] (Рисунок 23).

Редко, одна находка: ЦП 69. «Старый отвал» основание склона, делювиальный смыв, проценоз, скопление бытового мусора [185].

Семейство **Urticaceae** Juss. - Крапивные

75. ***Urtica dioica*** L. «1753, Sp. Pl.: 984; Агеева, 1960, Фл. Каз. 3: 80. – Крапива двудомная» [141, 142, 155].

Редко, одна находка: ЦП 69. «Старый отвал», проценоз, в понижениях [185].

Семейство ***Euphorbiaceae*** Juss. – Молочайные

76. ***Euphorbia gerardiana*** Jacq. «1778, Fl. Austr. 5: 17. – *E. seguieriana* Neck. 1776, Acta Acad. Theod. Pal. 2: 493; Гамаюнова, 1963, Фл. Каз. 6: 89. – Молочай Жерара» [142, 156].

Редко: ЦП 67. «Старый отвал», склон между первым и вторым ярусами [185].

77. ***Euphorbia microcarpa*** (Prokh.) Kryl. «1935, Фл. Зап. Сиб. 8: 1878. – Eu. microcarpa Prokh.1933, consp. sist. Tithum. Ac. Med.: 27; Гамаюнова, 1963, Фл. Каз. 6: 92 – Молочай мелкоплодный» [141, 142].

Редко [14].

78. ***Euphorbia subcordata*** C.A.Mey. ex Ledeb. «1830, in Ledeb., Icon. pl. Fl. Ross. 2: 25, tab. 186; Гамаюнова, 1963, Фл. Каз. 6: 100. – Молочай полусердцевидный» [142].

Редко: ЦП 64. «Старый отвал», третий ярус отвала, мелко-дерновинная степь с одиночными древесными породами [185].

79. ***Euphorbia uralensis*** Fisch. ex Link «1822, Enum. Horti Berol. Alt. 2: 14; Гамаюнова, 1963, Фл. Каз. 6: 97. – Молочай уральский» [141, 142, 155, 156].

Изредка: ЦП 69. «Старый отвал», проценоз [185].

80. ***Euphorbia virgata*** Waldst. et Kit. «1803-1804, Pl. Rar. Hung. 2: 176, tab. 162; Гамаюнова, 1963, Фл. Каз. 6: 98. – Молочай лозный» [141, 142, 155].

Встречается довольно редко в сложных фитоценозах и проценозах на незасоленных грунтах: ЦП 18, 65-68 [185].

Семейство **Crassulaceae** J. St.-Hil. - Толстянковые

81. ***Hylotelephium stepposum*** (Boriss.) Tzvelev «1753, Sp. Pl.: 430, p. p. (var. purpureum L.). – *Sedum purpureum* (L.) Schult. 1814, Oesterr. Fl. ed. 2, 1: 686; Голоскоков, 1961, Фл. Каз. 4: 352. – Очиток степной» [141, 142].

Встречается довольно редко на незасоленных грунтах на стадии сложного фитоценоза: ЦП 17, 21 [185].

Семейство **Grossulariaceae** DC. – Крыжовниковые

82. \****Ribes aureum*** Pursh. «1814. Fl. Amer. sept.: 164; Куприянов, 2020, Фл. Каз. Мелкосоп.: 139. – Смородина золотистая» [155, 156].

Довольно редко в сложных фитоценозах на незасоленных грунтах: ЦП 16 [185].

Семейство **Rosaceae** Juss. – Розоцветные

83. ***Cerasus fruticosa***(Pall.) G. Woron. «1925, Тр. по прикл. бот., ген. и сел. XIV, 3: 52; Фисюн, 1961, Фл. Каз. 4: 513. – Вишня кустарниковая, степная» [141, 142].

Встречается довольно редко на незасоленных грунтах в сложных фитоценозах: ЦП 17 [185].

84. ***Fragaria viridis***(Duchesne) Weston. «1766, Hist. Nat. Frais.: 135; Фисюн, 1961, Фл. Каз. 4: 416. – Земляника зеленая» [141, 142, 155].

Довольно редко [14, 162].

85. \****Malus baccata*** (L.) Borkh. «1803, Handb. Forst. 2: 1290; Быков, 1961, Фл. Каз. 4: 405. – Яблоня ягодная» [142, 155] (Рисунок 24).

Довольно обычно на старых отвалах: ЦП 65-69 [185].

86. \****Malus domestica*** Borkh. «1803, Handb. Forstb. II: 1272; Быков, 1961, Фл. Каз. 4: 405. – Яблоня домашняя» [142, 155].

Встречается довольно редко на незасоленных грунтах в сложных фитоценозах и проценозах. ЦП 6, 7, 9, 67, 68 [185].

87. ***Potentilla argentea***L. «1753, Sp. pl.: 473; Байтенов, 1961, Фл. Каз. 4: 434. – Лапчатка серебристая» [141, 142, 155].

Встречается довольно редко на незасоленных грунтах в сложных фитоценозах и проценозах: ЦП 10, 67-68 [185].

88. ***Potentilla bifurca***L. «1753, Sp. Pl.: 497; Байтенов, 1961, Фл. Каз. 4: 424. – Лапчатка двураздельная» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 67. «Старый отвал», первый ярус отвала над искусственным озером, мелкодерновинная степь с разреженными древесными насаждениями [185].

89. ***Potentilla canescens***Besser. «1809, Fl. Galic. I: 380; Байтенов, 1961, Фл. Каз. 4: 435. – Лапчатка седоватая» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 65. «Старый» отвал, третий ярус отвала, формирующаяся мелкодерновинная степь с одиночными древесными породами [185].

90. ***Potentilla chrysantha*** Trevir. «1818, Ind. Sem. Horti Bot. Vratisl.:5; Байтенов, 1961, Фл. Каз. 4: 439. – Лапчатка золотистая» [141, 142, 155].

Встречается довольно редко на незасоленных грунтах редко в сложных фитоценозах: ЦП 21, 22, 24 [185].

91. ***Potentilla humifusa***Willd. ex Schltdl. «1816, in Mag. naturf. Fr. Berlin, 7: 290; Байтенов, 1961, Фл. Каз. 4: 443. – Лапчатка распростертая» [142, 155].

Редко [14, 162].

92. \****Prunus besseyi*** L. H. Bailey «1894, Bull. Cornell. Univ. Agric. Exp. Sta. 70: 261. – *Cerasus besseyi* (Bailey) Sokolov, 1954, Дер. Куст. СССР, 3: 749. – Вишня Бессея» [155] (Рисунок 25).

Довольно обычно: ЦП 66, 67. Первый и второй яруса отвала в составе проценозов, отдельными пятнами [185].

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| А | Б |
|  |  |
| В | Г |
| *А -* Сбор гербария; *Б - Malus baccata;*  *В - Rubus sachalinensis; Г - Hippophae rhamnoides.*  Рисунок 24 - Естественная растительность отвалов | |

93. ***Rosa acicularis*** Lindl. «1820, Monogr. Ros.: 44; Фисюн, 1961, Фл. Каз. 4: 487. – Шиповник иглистый» [141, 142, 155].

Редко в сложных фитоценозах на незасоленных субстратах: ЦП 16-20, 71 [185].

94. ***Rosa laxa*** Retz. «1803, in Hoffm. Phytogr. Bl.: 39; Фисюн, 1961, Фл. Каз. 4: 492. – Шиповник рыхлый» [142].

Довольно обычно: ЦП 69. «Старый отвал», возле тополевых и ивовых зарослей в основании склона [185].

95. ***Rosa majalis***Herrm. «1762. Diss. Ros.: 6. – *R. cinnomomea* L. 1759. Syst. ed. 10: 1062; Фисюн, 1961, Фл. Каз. 4: 489. – Шиповник майский» [141, 142, 155].

Встречается довольно редко на незасоленных грунтах в сложных фитоценозах: ЦП 21-26 [185].

96. \****Rubus sachalinensis*** H. Lev. «1909 in Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 6: 332. (*R. melanolasius* Focke). – Малина сахалинская» [141] (Рисунок 24).

Очень редко. Единственная находка: ЦП 67. «Старый отвал», первый ярус отвала над искусственным озером, мелкодерновинная степь с разреженными древесными насаждениями. Новый вид для флоры Казахстана [185].

|  |  |
| --- | --- |
| А | Б |
| В | Г |
| *А - Первый уступ; Б - Пятно Leymus angustus;*  *В – Elaeagnus angustifolia; Г - Prunus besseyi.*  Рисунок 25 – Флора «старого» отвала. Продолжение | |

97. ***Spiraea crenata***L. «1753, Sp. Pl.: 489; Фисюн, 1961, Фл. Каз. 4: 390. – Спирея городчатая» [141, 142, 155].

Редко [14, 162].

98. ***Spiraea hypericifolia***L. «1753, Sp. Pl.: 489; Фисюн, 1961, Фл. Каз. 4: 392. – Спирея зверобоелистная» [141, 142, 155].

Редко [14, 162].

Семейство **Onagraceae** Juss. - Кипрейные

99. ***Chamaenerion angustifolium*** (L.) Scop. «1772. Fl. Carn., ed. 2, 1: 271; Гамаюнова, 1963, Фл. Каз. 6: 245. – Иван-чай узколистный» [141, 142, 155] (Рисунок 26).

Обычно на незасоленных грунтах в группово-зарослевых сообществах: ЦП 6, 8, 10, 11, 16, 17, 20-23, 33-35, 40-42, 54, 59, 61 [185].

Семейство **Fabaceae** Lindl., или **Leguminosae** Juss. – Бобовые

100.  ***Amoria repens*** (L.) C. Presl «1832, Symb. Bot. 1: 47. – *Trifolium* *repens*L. 1753, Sp. Pl.: 767; Голоскоков, 1961, Фл. Каз. 5: 55. – Амория ползучая (клевер ползучий)» [141, 142, 155].

Редко [14].

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| А | Б |
| В | Г |
| *А - Plantago maxima* среди в зарослях тростника*; Б - Achillea millefolium* по берегу искусственного водоема*; В - Chamaenerion angustifolium,* на втором уступе*;*  *Г - Phragmites australis* на берегу искусственного водохранилища  Рисунок 26 – Флора отвалов | |

101. ***Astragalus buchtormensis*** Pall. «1800, Sp. Astrag.: 76; Голоскоков,1961, Фл. Каз. 5: 139. – Астрагал бухторминский» [142].

Встречается редко на незасоленных грунтах в группово-зарослевых сообществах: ЦП 22-24, 26 [185].

102. ***Astragalus cornutus*** Pall. «1771, Iter. I App.: 499; Гамаюнова и Фисюн, 1961, Фл. Каз. 5: 259. – Астрагал рогоплодный» [141, 142, 155].

Редко [14].

103. ***Astragalus* *danicus*** Retz. «1781, Obs. Bot. 3: 41; Голоскоков, 1961, Фл. Каз. 5: 148. – Астрагал датский» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 69. «Старый отвал», щебнистое основание склона [185].

104. ***Astragalus macropus*** Bunge «1847, Arb. Naturf. Ver. Riga, 1, 2: 238; Гамаюнова и Фисюн, 1961, Фл. Каз. 5: 278. – Астрагал длинноножковый» [141, 142, 155].

Редко [14].

105. ***Astragalus onobrychis*** L. «1763, Sp. Pl.: 760; Гамаюнова и Фисюн, 1961, Фл. Каз. 5: 204. – Астрагал эспарцетный» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 66. «Старый отвал», второй ярус отвала, формирующаяся мелкодерновинная степь с редкими карагачами [185].

106. ***Astragalus rupifragus*** Pall. «1800, Astrag.:86; Гамаюнова и Фисюн, 1961, Фл. Каз. 5: 231. – Астрагал камнеломный» [141, 142, 155].

Редко [14].

107. ***Astragalus scoparius*** Schrenk «1841, Fisch. et Mey. Enum. pl. nov. 1: 82; Гамаюнова, Фисюн, 1961, Фл. Каз. 5: 200. – Астрагал метельчатый» [142].

Редко: ЦП 68. «Старый отвал», остепненный склон над искусственным озером [185].

108. ***Astragalus sulcatus***L. «1753, Sp. Pl.: 756; Гамаюнова и Фисюн, 1961, Фл. Каз. 5: 199. – Астрагал бороздчатый» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 68. «Старый отвал», остепненный склон над искусственным озером [185].

109. ***Astragalus testiculatus*** Pall. «1800, Sp. Astrag.: 82; Гамаюнова и Фисюн, 1961, Фл. Каз. 5: 232. – Астрагал яичкоплодный» [141, 142, 155].

Редко на незасоленных грунтах в группово-зарослевых сообществах: ЦП 25, 26 [185].

110. ***Astragalus varius*** S.G. Gmel. «1770, Reise Russland, 1: 116; Голоскоков, 1961, Фл. Каз. 5: 276. – Астрагал изменчивый» [142, 155].

Редко на незасоленных грунтах в сложных сообществах на старых отвалах: ЦП 16–20. Юго-Восточный отвал Соколовского карьера, возраст около 40 лет, супесчаный эмбриозем с известняками, формирование мелкодернинной степи [185].

111. ***Genista tinctoria***L. «1753, Sp. pl.: 710; Гамаюнова и Фисюн, 1961, Фл. Каз. 5: 22. – Дрок красильный» [141, 142, 155].

Редко на незасоленных грунтах в сложных сообществах на старых отвалах: ЦП 21-26. Сложная группировка, возраст около 40 лет, березово-осиновый лес, полнота 05, формула древостоя 8Б2Ос [185].

112. ***Glycyrrhiza korshinskyi*** G. Grig. «1930, Изв. Глав. бот. сада СССР, 29: 1-2; Семиотр. 1961, Фл. Каз. 5: 414. – Солодка Коржинского» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 65. «Старый отвал» первый ярус отвала, возле лохово-осиновых насаждений [185].

113. ***Glycyrrhiza uralensis*** Fisch. ex DC. «1825, in DC., Prodr. 2: 248; Семиотр. 1961, Фл. Каз. 5: 413. – Солодка уральская» [141, 142, 155].

Довольно обычно: ЦП 67, 68, 70. «Старый отвал», дамба, склон к искусственному озеру, правый уступ [185].

114. ***Lathyrus* *pratensis*** L. «1753, Sp. Pl.: 733; Ролдугин, 1961, Фл. Каз. 5: 478. – Чина луговая» [141, 142, 155].

Редко [14].

115. **Lathyrus tuberosus** L. «1753, Sp. pl.: 732; Ролдугин, Фл. Каз. 5: 475. – Чина клубневая» [142, 155].

Редко [14, 164].

116. ***Lupinaster pentaphyllus***Moench «1802, Suppl. Meth. Pl.: 50. –*Trifolium* *lupinaster*L. 1753, Sp. Pl.: 766; Голоскоков, 1961, Фл. Каз. 5: 53. – Люпинастер пятилистниковый» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 65. «Старый отвал», третий ярус отвала, формирующаяся мелкодерновинная степь с одиночными древесными породами [185].

117. ***Medicago falcata*** L. «1753, Sp. Pl.: 779; Голоскоков, 1961, Фл. Каз. 5: 39. – Люцерна серповидная, желтая» [141, 142, 155].

Обычно на незасоленных грунтах: ЦП 11, 16-19, 21, 66 [185].

118. ***Medicago romanica*** Prodan «1900, Fl. Rom. 1: 617; Голоскоков, 1961, Фл. Каз. 5: 40. – Люцерна румынская, степная» [142, 155].

Редко: ЦП 66. «Старый отвал», второй ярус отвала, формирующаяся мелкодерновинная степь с редкими карагачами [185].

119. \****Medicago* *sativa*** L. «1753, Sp. Pl.: 778; Голоскоков, 1961, Фл. Каз. 5: 43. – Люцерна посевная» [141, 142, 155].

Обычно на незасоленных грунтах в группово-зарослевых сообществах: ЦП 6-10, 12, 13 [185].

120. ***Melilotus albus*** Medik. «1787, Vorl. Chupf. Phys.-Ökon. Ges. 2: 382; Голоскоков, 1961, Фл. Каз. 5: 50. – Донник белый» [141, 142, 155].

Довольно обычно на засоленных грунтах в группово-зарослевых сообществах: ЦП 38, 39, 61 [185].

121. \****Melilotus*** ***officinalis*** (L.) Lam. «1776, Reise, 3: 537; Голоскоков, 1961, Фл. Каз. 5: 48. – Донник лекарственный» [141, 142, 155].

Довольно обычно на засоленных грунтах в группово-зарослевых сообществах: ЦП 58, 65, 67 [185].

122. ***Melilotus wolgicus***Poir. «1814, in Lam. Encycl. Meth. Bot. Suppl. 3: 648; Голоскоков, 1961, Фл. Каз. 5: 51. – Донник волжский» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 69. «Старый отвал» основание склона, каменистый склон с формирующейся мелкодерновинной степью [185].

123. ***Onobrychis arenaria*** (Kit. ex Willd.) DC. «1825, Prodr. 2: 345. – *O. tanaitica* Spreng. 1821, Neue Entdeck. 2: 162; Семиотр. 1961, Фл. Каз. 5: 444. – Эспарцет песчаный» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 68. «Старый отвал» более 50 лет, остепненный склон над искусственным озером [185].

124. ***Oxytropis* *pilosa*** (L.) DC. «1802, Astrag.: 21; Байтенов, 1961, Фл. Каз. 5: 388. – Остролодочник волосистый» [141, 142, 155].

Встречается редко в сложных фитоценозах на незасоленных грунтах: ЦП 19 [185].

125. ***Pseudosophora alopecuroides*** (L.) Sweet «1830, Hort. Brit. ed. 2: 122. – *Vexibia alopecuroides* (L.) Yakovl. 1973, Научн. докл. высш. школы. Биол. науки 12: 55. – *Goebelia alopecuroides* (L.) Bunge, 1872, in Boiss. Fl. Or. 2:628; Голоскоков, 1961, Фл. Каз. 5: 11. – Ложнософора лисохвостная» [142] (Рисунок 27).

Редко: ЦП 72. На участке фильтрации воды сквозь дамбу, проценоз [185].

|  |  |
| --- | --- |
| А | Б |
| В | Г |
| *А -* Общий вид на отвал возрастом более 50 лет (9476)*;* Б - V.2. Дамба, отсыпанная породами вскрыши (9482); В - V.3. *Pseudosophora alopecuroides* у подножья дамбы (9483); Г - V.4. *Inula helenium* у подножья дамбы (9484).  Рисунок 27 – Зона смыва отвала | |

126. ***Trifolium* *pratense*** L. «1753, Sp. Pl.: 768; Голоскоков, 1961, Фл. Каз. 5: 60. – Клевер луговой» [141, 142, 155].

Встречается редко в сложных фитоценозах на незасоленных грунтах: ЦП 13 [185].

127. ***Trigonella arcuata*** C.A. Mey. «1831, Verzeichn. Cauc.:136; Голоскоков, 1961, Фл. Каз. 5: 33. – Пажитник дугообразный» [142].

Встречается редко в сложных фитоценозах на незасоленных грунтах: ЦП 1 [185].

128. ***Vicia* *cracca*** L. «1753, Sp. Pl.: 735; Гамаюнова 1961, Фл. Каз. 5: 458. – Горошек мышиный» [141, 142, 155].

Довольно обычно: ЦП 65-69. Образует пятна на старых отвалах и в группово-зарослевых сообществах [185].

129. ***Vicia* *nervata*** Sipl. «1966, Новости сист. высш. раст. 1966: 287; Yakovl. et al. 1996, Legum. North. Euras.: 568. – *V. multicaulis* auct., non Ledeb.: Гамаюнова 1961, Фл. Каз. 5: 460. – Г. жилковатый» [142, 155].

Редко: ЦП 67. «Старый отвал» первый ярус отвала над искусственным озером, образует пятна [185].

130. ***Vicia sepium*** L. «1753, Sp. Pl.: 737; Гамаюнова 1961, Фл. Каз. 5: 464. – Горошек призаборный» [141, 142, 155].

Встречается редко в сложных фитоценозах на незасоленных грунтах: ЦП 58 [185].

Семейство **Aceraceae** Juss. – Кленовые

131. \****Acer* *negundo*** L. «1753, Sp. Pl.: 1056; Голоскоков, 1963, Фл. Каз. 6: 124. – Клен ясенелистный, американский» [142, 155] (Рисунок 23).

Встречается обычно в сложных фитоценозах на незасоленных грунтах: ЦП 6, 16, 40 [185].

132. \****Acer*** ***tataricum*** L. «1753, Sp. Pl.: 1054; Голоскоков, 1963, Фл. Каз. 6: 123. – Клен татарский» [142, 155].

Редко: ЦП 67. «Старый отвал», первый ярус отвала, формирующиеся древесные насаждения [185].

Семейство **Santalaceae** R. Br. –Санталовые

133. ***Thesium*** ***refractum*** C.A. Mey. «1841, in Bong. et Mey., Verzeichn. Pfl. Saisang-Nor: 58; Голоскоков, 1960, Фл. Каз. 3: 85 – Ленец преломленный» [141, 142, 155].

Очень редко: обнаружен однажды: ЦП 65. «Старый отвал», первый ярус отвала, каменистый грунт, уплотненный при планировке [185].

Семейство **Elaeagnaceae** Juss. - Лоховые

134. \****Elaeagnus angustifolia*** L. «1753, Sp. Pl.: 121. – *E. oxycarpa* auct. non Schltdl.: Голоскоков, 1963, Фл. Каз. 6: 223 p.p. – Лох узколистный» [141, 142, 155] (Рисунок 25).

Обычно в сложных фитоценозах на засоленных и незасоленных грунтах: ЦП 7, 10, 14, 31, 32, 58, 65-69 [185].

135. \****Hippophaë rhamnoides*** L. «1753, Sp. Pl.: 1023; Голоскоков, 1963, Фл. Каз. 6: 222. – Облепиха крушиновидная» [141, 142, 155] (Рисунок 24).

Обычный вид в сложных фитоценозах на незасоленных грунтах: ЦП 21, 24, 64-69, 71, 72. На отвалах облепиха рекомендована в качестве фитомелиоранта [51, 166, 185].

Семейство **Caprifoliaceae** Juss. – Жимолостные

136. ***Lonicera tatarica***L. «1753, Sp. Pl.: 173; Голоскоков, 1965, Фл. Каз. 8: 238. – Жимолость татарская» [141, 142, 155].

Довольно обычна в сложных фитоценозах на незасоленных грунтах: ЦП 7, 10, 17-19; 65-69 [185].

Семейство **Valerianaceae** Batsch - Валериановые

137. ***Valeriana tuberosa***L. «1753, Sp. Pl.: 33; Зайцева, 1965, Фл. Каз. 8: 247. – Валериана клубневая» [141, 142, 155].

Встречается очень редко в сложных фитоценозах на незасоленных грунтах: ЦП 19. Юго-Восточный отвал Соколовского карьера, возраст около 40 лет, опушки осиново-березовых насаждений [185].

Семейство **Apiaceae** Lindl., или **Umbelliferae** Juss. – Сельдерейные

138. ***Eryngium planum*** L. «1753, Sp. Pl. ed.1: 233; Коровин, 1983, Фл. Каз. 6: 267. – Синеголовник плосколистный» [141, 142, 155].

Довольно обычен на засоленных и незасоленных грунтах: ЦП 23, 39.

139. ***Falcaria vulgaris*** M. Bernh. «1800, Syst. Verz. Erf. Pfl.: 176. – *F. sioides* (Wib.) Aschers. 1864, Fl. Prov. Brandenb.: 241; Коровин, 1983, Фл. Каз. 6: 323. – Резак обыкновенный» [141, 142, 155] (Рисунок 23).

Довольно обычна в группово-зарослевых и сложных фитоценозах, чаще всего на незасоленных грунтах, иногда образует заросли: ЦП 64, 69, 71, 72 [185].

140. ***Silaum silaus***(L.) Schinz et Thell. «1915, in Viert. Naturf. Ges. Zurich 60: 359. – *Silaus besseri* DC. 1830, Prodr. 4: 161; Коровин, 1963, Фл. Каз. 6: 306. – Морковник обыкновенный» [142].

Редко [14].

Семейство **Campanulaceae** Juss. – Колокольчиковые

141. ***Campanula sibirica*** L. «1753, Sp. Pl.: 167; Терехова, 1965, Фл. Каз., 8: 289. – Колокольчик сибирский» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 68. «Старый отвал», остепненный склон над искусственным озером [185].

Семейство **Asteraceae** Berht. et J. Presl. – Астровые

142. ***Achillea × kasakhstanica***Kupr. et Alibekov, 2019. Ботан. журн. 104, 1: 149. – Тысячелистник казахстанский [156].

Данный вид впервые зарегистрирован в степной зоне Казахского мелкосопочника: «[Казахстан, Карагандинская обл.], Актогайский р-н, лужайка на берегу р. Токраун в 30 км от с. Актогай, 21 VI 1971, Л. Киприч» (LE, isotyp KUZ, paratyp KUZ, KG) [185].

Редко: ЦП 71. Сообщества на дамбе возле водоема [185].

143 ***Achillea******millefolium***L. «1753, Sp. Pl.: 899; Оразова, 1966, Фл. Каз. 9: 10. – Тысячелистник обыкновенный» [141, 142, 155] (Рисунок 26).

Довольно обычен на незасоленных грунтах в сложных фитоценозах: ЦП 6-10, 16-18, 20, 22, 23, 34, 37 [185].

144. ***Achillea******nobilis***L. «1753, Sp. Pl.: 899; Оразова, 1966, Фл. Каз. 9: 10. – Тысячелистник благородный» [141, 142, 155].

Встречается обычно на незасоленных и засоленных грунтах: ЦП 1, 7, 10-15, 16, 21, 23-26, 39, 44, 55-59 [185].

145. **Achillea setacea** Waldst. et Kit. «1802, Pl. rar. Hung I: 82; Оразова, 1966, Фл. Каз. 9: 11. – Тысячелистник щетинистый» [141, 142, 155].

Довольно редко [14].

146. ***Anthemis subtinctoria***Dobrocz. «1961, в Укр. Бот. журн. 18 2: 67. – *A. tinctoria* L. 1753, Sp. Pl.: 896; Васильева. 1966, Фл. Каз. 9: 6. – Пупавка светло-желтая» [141, 142, 155].

Довольно редко [14].

147. **Artemisia absinthium** L. «1753, Sp. pl.: 896; Фл. Каз. 9: 102. – Полынь горькая» [141, 142, 155].

Довольно обычна: ЦП 69. «Старый отвал» основание склона, делювиальный смыв, отдельные пятна в понижениях [185].

148. ***Artemisia******austriaca*** Jacq. «1773, Fl. Austr. 1: 61; Филатова 1966, Фл. Каз., 9: 100. – Полынь австрийская, полынок» [141, 142, 155].

Обычный вид на незасоленных породах в составе сложных фитоценозов: ЦП 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 16-18, 21-26 [185].

149. ***Artemisia******commutata***Besser. «1835, Bull. Soc. Nat. Mosc. VIII: 70; Филатова, 1966, Фл. Каз. 9: 106. – Полынь замещающая» [141, 142, 155].

Довольно обычна на незасоленных породах и засоленных грунтах в составе сложных фитоценозов: ЦП 7-9, 27, 64-69 [185].

150. ***Artemisia******dracunculus*** L. «1753. Sp. Pl.: 849; Филатова, 1966, Фл. Каз. 9: 105. – Полынь эстрагон, тархун» [141, 142, 155].

Обычный вид на всех стадиях сингенеза на незасоленных и засоленных породах: ЦП 1, 2, 4-7, 10-13, 15, 16, 18, 20, 21-24, 32-42, 53, 58, 59, 62 [185].

151. **Artemisia frigida** Willd. «1803, Sp. pl. 3, 3: 1838; Филатова, 1966, Фл. Каз. 9: 98. – Полынь холодная» [13, 14, 141, 142, 155].

Редко [13, 14].

152. ***Artemisia marschalliana*** Spreng. «1826, Syst. veg. III: 496; Филатова 1966, Фл. Каз. 9: 107. – Полынь Маршаловская» [141, 142, 155].

Обычный вид на всех стадиях сингенеза на незасоленных и засоленных породах: ЦП 2, 3, 4, 7, 11-15, 20, 40, 64-69 [185].

153. ***Artemisia nitrosa***Weber «1775, Dissert. Artem.: 24; Филатова, 1966, Фл. Каз. 9: 126. – Полынь селитряная» [141, 142, 155, 156].

Обычный вид на засоленных породах: ЦП 31, 32, 38, 39, 42, 61, 62 [185].

154. **Artemisia pauciflora** Weber «1775, Dissert. Artem.: 26; Филатова, 1966,Фл. Каз. 9: 124. – Полынь малоцветковая» [141, 142, 155].

Редко [13].

155. **Artemisia pontica** L. «1753, Sp. pl.: 847; Филатова, 1966, Фл. Каз. 9: 92. – Полынь понтийская» [141, 142, 155].

Редко [14].

156. ***Artemisia proceriformis*** Krasch.«1930, Мат. комис. эксп. исслед. 26: 274; Филатова, 1966, Фл. Каз. 9: 94. – Полынь кустарниковая» [142].

Обычный вид на всех стадиях сингенеза на незасоленных и засоленных породах: ЦП 6, 11, 37 [185].

157. ***Artemisia schrenkiana*** Ledeb. «1845, Fl. Ross. 2: 575; Филатова, 1966, Фл. Каз. 9: 127. – Полынь Шренка» [142].

Встречается редко: ЦП 53-57. Отвал 1986 года, небольшой склон, разреженный березняк, сильно засоленная почва, условия солончака, рыхлый песчаник [185].

158. ***Artemisia scoparia*** Waldst. et Kit. «1802, Pl. Rar. Hung. 1: 66; Филатова, 1966, Фл. Каз. 9: 114. – Полынь веничная» [141, 142, 155].

Довольно обычна на незасоленных грунтах в диффузных сообществах: ЦП 21-26 [185].

159. ***Artemisia sericea*** Weber ex Stechm. «1775, Stechm. Artem.: 16; Филатова, 1966, Фл. Каз. 9: 101. – Полынь шелковистая» [141, 142, 155].

Редко [13, 14]*.*

160. ***Artemisia sieversiana***Willd. «1803, Sp. Pl. 3. 3: 1845; Филатова, 1966, Фл. Каз. 9: 103. – Полынь Сиверса» [141, 142, 155].

Обычный вид в пионерных сообществах на незасоленных и засоленных породах: ЦП 3-5, 32, 34, 35, 39, 40, 62; 69 [185].

161. ***Artemisia vulgaris***L*.* «1753, Sp. Pl.: 848; Филатова, 1966, Фл. Каз. 9: 86. – Полынь обыкновенная» [141, 142, 155].

Обычный вид на незасоленных породах: ЦП 6, 37, 39, 41; 65-69 [185].

162. ***Aster tripolium*** L. «1753, Sp. Pl.: 872. – *Tripolium vulgare* Nees 1832. Gen. et sp. Aster: 152; Фисюн, 1965, Фл. Каз. 8: 338. – Астра триполиум» [142].

Редко [14].

163. ***Bidens tripartita*** L. «1753, Sp. Pl.: 832; Зайцева, 1965, Фл. Каз. 8: 415. – Череда трехраздельная» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 70. «Старый отвал», берега искусственного водохранилища, образованного между отвалами [185].

164. ***Carduus thoermeri*** Weinm. «1753, Sp. Pl.: 832; Зайцева, 1965, Фл. Каз. 8: 415; Набиев М., 1993, Опр. раст. Ср. Азии, 9: 430 – Чертополох Тёрмера» [141, 142].

Обычный вид в пионерных и группово-зарослевых сообществах на незасоленных грунтах: ЦП 32, 35, 36, 39 [185].

165. **Centaurea apiculata** Ledeb. «1824, Ind. Sem. Hort. Dorpat.: 3; Фл. Каз. 9: 395. – Василек шипиконосный» [142, 155].

Редко: ЦП 69. Растительные группировки у подножья 50-летнего отвала.

166. ***Centaurea scabiosa***L. «1753, Sp. Pl.: 913; Гамаюнова, 1966, Фл. Каз. 9: 394. – Василек шероховатый» [141, 142, 155].

Встречается редко на всех стадиях сингенеза: ЦП 6, 7, 9, 10, 20-23 [185].

167. ***Chondrilla ambigua*** Fisch. ex Kar. et Kir. «1842, in Bull. Soc. Nat. Mosc. 15: 398; Васильева, 1966, Фл. Каз. 9: 506; Тагаев, 1993, Опр. раст. Ср. Азии, 10: 128. – Хондрилла сомнительная» [142].

Очень редко: ЦП 68. «Старый» отвал, остепненный склон над искусственным озером [185].

168. ***Cirsium incanum*** (S.G. Gmel.) Fisch. «1812, Cat. Gard. Pl. Gorenki: 35; Цаголова, 1966, Фл. Каз. 9: 342. – Бодяк седой» [141, 142, 155].

Редко [13, 14].

169. \****Cichorium intybus*** L. «1753, Sp. Pl.: 813;Голоскоков, 1966, Фл. Каз. 9: 409. – Цикорий обыкновенный» [141, 142, 155].

Редко [14].

170. ***Cirsium setosum***(Willd.) Besser. «1816, Cat. Hort. Cremen.: 39; Цаголова, 1966, Фл. Каз. 9: 340. – Бодяк щетинистый» [141, 142, 155].

Растение встречается обычно в группово-зарослевых сообществах на засоленных и незасоленных субстратах: ЦП 11, 32, 33, 35, 58 [185].

171. ***Cirsium vulgare*** (Savi) Ten. «1836, Fl. Nap. V: 209; Фл. Каз. 9: 332. – Бодяк обыкновенный» [141, 142, 155].

Довольно обычно: ЦП 66, 67. «Старый отвал» [185].

172. \****Conyza canadensis***(L.) Cronquist «1943, Bull. Torr. Bot. Club. 70: 632. – *Erigeron canadensis* L. 1753, Sp. Pl.: 863; Гамаюнова, 1965, Фл. Каз. 8: 353. – Мелколепестничек канадский» [141, 142, 155].

Встречается довольно редко на всех стадиях сингенеза: ЦП 3, 37, 53 [185].

173. ***Crepis tectorum*** L. «1753, Sp. Pl.: 807; Ролдугин, 1966, Фл. Каз. 9: 535 – Скерда кровельная» [141, 142, 155].

Редко [14].

174. \****Cyclachaena xanthiifolia*** (Nutt.) Fresen. «1836, Ind. Sem. Hort. Frankof.: 4; Смолянинова, 1959, Фл. СССР. 25: 515. – Циклахена дурнишниковая» [155] (Рисунок 23).

Редко: ЦП 69. Сообщества по сырым местам в основании 50-летнего отвала [185].

175. ***Erigeron acris*** L. «1753, Sp. Pl.: 863. – *E. acer* L. 1753, Sp. Pl.: 863; Гамаюнова, 1965, Фл. Каз. 8: 354. – Мелколепестник едкий» [141, 142, 155].

Встречается довольно редко на поздних стадиях сингенеза на незасоленных грунтах: ЦП 21, 58 [185].

176. ***Galatella angustissima*** (Tausch) Novopokr. «1948, Тр. БИН АН СССР, сер. 1, 7: 136; Терехова, 1965, Фл. Каз. 8: 333. – Солонечник узколистный» [141, 142, 155].

Редко [14].

177. ***Galatella biflora*** (L.) Nees «1832, Gen. Spec. Aster.: 159; Терехова, 1965, Фл. Каз. 8: 326. – Солонечник двуцветковый» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 69. В нижней части отвала [185].

178. ***Galatella villosa*** (L.)Rchb. f. «1853, Icon. Fl. Germ. 16: 81; 1825, in dict. Sci. Nat. 37: 476. – *Lynosiris villosa* (L.) DC. 1836, Prodr. 5: 352; Терехова, 1965, Фл. Каз. 8: 336. – Солонечник мохнатый» [141, 142, 155] (Рисунок 28).

Редко: ЦП 67. В нижней части отвала [185].

179. ***Helichrysum arenarium*** (L.) Moench «1794, Meth.: 575; Ролдугин, 1965, Фл. Каз. 8: 386; Набиев М., 1993, Опр. раст. Ср. Азии, 10: 465. – Цмин песчаный» [141, 142, 155].

Редко, встречается на поздних стадиях сингенеза на незасоленных грунтах: ЦП 25 [185].

180. ***Hieracium umbellatum***L. «1753, Sp. Pl.: 804; Гамаюнова, 1966, Фл. Каз. 9: 555. – Ястребинка зонтичная» [141, 142, 155].

Встречается довольно обычно на поздних стадиях сингенеза как на засоленных так и незасоленных субстратах: ЦП 6, 7, 10, 16-20, 54, 58, 65-69 [185].

181. ***Hieracium virosum***Pall. «1771, Reise. Russ. Reich. I: 501; Гамаюнова, 1966, Фл. Каз. 9: 554. – Ястребинка ядовитая» [141, 142, 155].

Встречается довольно редко на поздних стадиях сингенеза на засоленных субстратах: ЦП 6, 7, 10, 12, 13, 16-18, 22, 25, 26 [185].

182. ***Inula britannica*** L. «1753, Sp. Pl.: 882; Семиотрочева, 1965, Фл. Каз. 8: 396. – Девясил британский» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 70 «Старый» отвал, берег водоема [185].

183. ***Inula helenium*** L. «1753, Sp. Pl.: 881; Семиотрочева, 1965, Фл. Каз. 8: 390. – Девясил высокий» [141, 142, 155] (Рисунок 27).

Очень редко: ЦП 71. В зоне смыва с отвала во влажной низине [185].

184. ***Inula salicina*** L. «1753, Sp. Pl.: 822; Семиотрочева 1965, Фл. Каз. 8: 394; Набиев Р., 1993, Опр. раст. Ср. Азии, 10: 455. – Девясил иволистный» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 69. В основании старого отвала [185].

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| А | Б |
|  |  |
| В | Г |
| *А - Echium vulgare* на первом уступе отвала*; Б - Calystegia sepium* по берегу искусственного водоема*; В - Lemna minor* в прибрежной полосе водоема*;*  *Г - Galatella villosa* на склоне отвала*.*  Рисунок 28 - Естественная растительность отвалов | |

185. ***Jacobaea erucifolia*** (L.) Gaertn., Mey. et Scherb. «1801–1802, Fl. Wett. 3: 208. – *Senecio erucifolius* L. 1753, Sp. Pl.: 869; Ролдугин, 1966, Фл. Каз. 9: 151. – Якобея эруколистная» [142].

Редко: ЦП 66. «Старый» отвал, мелкодерновинная степь с редкими карагачами [185].

186. ***Jacobaea vulgaris*** Gaertn. «1791, Fruct. Sem. 2: 445; Доронькин, 2003, Фл. Сиб. 14: 94. – *Senecio jacobaea* L. 1753, Sp. Pl.: 870; Ролдугин, 1966, Фл. Каз. 9: 151. – Якобея обыкновенная» [141, 142, 155].

Довольно редко, входит в состав сложных фитоценозов на незасоленных грунтах: ЦП 42, 59; 69 [185].

187. ***Lactuca serriola***Torner. «1756, ex L. Centur. 2, Plant.: 29, et Amoen. acad. 4; Кармышева, 1966, Фл. Каз. 9: 519. – Латук компасный» [141, 142, 155].

Встречается редко на ранних стадиях сингенеза на незасоленных грунтах и засоленных грунтах: ЦП 6, 53 [185].

188. ***Lactuca tatarica*** (L.) C. A. Mey. «1831, Verz. Pfl. Cauc.: 56; Кармышева, Фл. Каз. 9: 518. – Лактук татарский» [141, 142, 155].

Встречается обычно на засоленных и незасоленных субстратах: ЦП 20, 22, 27, 30-32, 34, 43, 59 [185].

189. ***Picris hieracioides*** L. «1753, Sp. Pl.: 792; Семиотрочева, 1966, Фл. Каз. 9: 420 – Горлюха ястребинковая» [141, 142, 155].

Довольно редко: ЦП 66, 67. «Старый отвал», формирование мелкодерновинной степи с редкими карагачами [185].

190. ***Pilosella echioides***(Lumn.) F.Schultz et Sch. Bip. «1862, Flora (Regensb.), 45: 431. – *Hieracium echioides* Lumn. 1791, Fl. Poson. 1: 348; Гамаюнова, 1966, Фл. Каз., 9: 560. – Ястребиночка румянковидная» [141, 142, 155].

Редко, входит в состав сложных фитоценозов на незасоленных грунтах: ЦП 16 [185].

191. ***Psephellus sibiricus*** (L.) Wagenitz «2000, in: Willdenowia 30(1): 38. – *Centaurea sibirica* L. 1753, Sp. Pl.: 913; Гамаюнова, 1966, Фл. Каз. 9: 392. – Псефеллюс сибирский» [141, 142, 155].

Редко [14].

192. ***Rhaponticoides ruthenica*** (Lam.) M.V. Agab. & Greuter «1948, Бот. Журн. СССР, XXXIII: 37. – *Centaurea ruthenica* Lam. 1783, Encycl. Meth. Bot. 1: 663; Гамаюнова, 1966, Фл. Каз. 9: 386. – Рапонтикоидес русский» [141, 142, 155].

Редко [14].

193. ***Saussurea salsa*** (Pall.) Spreng. «1826, Syst. Veg. III: 381; Филатова, 1966, Фл. Каз. 9: 276. – Соссюрея солончаковая» [141, 142, 155].

Довольно обычна [14].

194. ***Scorzonera stricta*** Hornem. «1813, Hort. Hafn. 2: 750; Фисюн, 1966, Фл. Каз. 9: 454.– Козелец торчащий» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 65. «Старый отвал» третий ярус отвала, мелкодерновинная степь с одиночными древесными породами [185].

195. ***Sonchus arvensis***L. «1753, Sp. Pl.: 793; Зайцева, 1966, Фл. Каз. 9: 513. – Осот полевой» [141, 142, 155].

Обычен, входит в состав группово-зарослевых сообществ на незасоленных грунтах: ЦП 58, 69 [185].

196. ***Tanacetum vulgare***L. «1753, Sp. Pl.: 845; Васильева, 1966, Фл. Каз. 9: 56. – Пижма обыкновенная» [141, 142, 155].

Обычна, является доминантом сложных фитоценозов на незасоленных грунтах: ЦП 6, 11-13, 15-19, 21-26 [185].

197. ***Taraxacum officinale***F.H. Wigg. «1780, Primit. Fl. Holsat.: 56; Оразова, 1966, Фл. Каз. 9: 471. – Одуванчик лекарственный» [141, 142, 155].

Обычен, встречается практически во всех сообществах на засоленных и незасоленных грунтах: ЦП 11-13, 22, 23, 34, 37, 39, 53, 54, 58, 59 [185].

198. ***Tragopogon capitatus*** S.A. Nikitin «1937, Бот. мат. герб. БИН АН СССР, 7, 12: 257; Цаголова, 1966, Фл. Каз. 9: 427. – Козлобородник головчатый» [142].

Редко: ЦП 69. «Старый» отвал [185].

199. ***Tragopogon dubius*** Scop. «1772, Fl. Carniol. II: 95; Цаголова, 1966, Фл. Каз. 9: 426. – Козлобородник сомнительный» [142].

Редко: ЦП 65. «Старый отвал», третий ярус, формирующаяся мелкодерновинная степь с одиночными древесными породами [185].

200. ***Tragopogon orientalis*** L. «1753, Sp. Pl.: 789; Цаголова, 1966, Фл. Каз. 9: 429.– Козлобородник восточный» [141, 142, 155] (Рисунок 23).

Встречается редко во всех сообществах на засоленных и незасоленных грунтах: ЦП 1, 32, 36, 37 [185].

201. ***Tragopogon podolicus*** (DC.) S. Nikit. «1936, Фл. Юго-Вост. 6: 444; Цаголова, 1966, Фл. Каз. 9: 434. – Козлобородник подольский» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 69. «Старый» отвал [185].

202. ***Tripleurospermum inodorum*** (L.) Sch. Bip. «1844, Ueb. die Tanacet.: 32; Оразова, 1966, Фл. Каз. 9: 23. – Трехреберник непахучий, ромашка непахучая» [141, 142].

Редко, вид отмечен в сложных фитоценозах на незасоленных грунтах: ЦП 44 [185].

203. ***Trommsdorffia maculata***(L.) Bernh. «1800, Syst. Verz. Erfurt.: 102. – *Achirophorus maculatus* (L.) Scop. 1772, Fl. Carniol., ed. 2, 2: 116; Терехова, 1966, Фл. Каз. 9: 418 – Троммсдорфия капчатая» [141, 142, 155].

Встречается редко на незасоленных грунтах: ЦП 6, 58 [185].

204. **Tussilago farfara** L. «1753, Sp. Pl.: 865; Зайцева, 1966, Фл. Каз. 9: 141. – Мать-и-мачеха обыкновенная» [141, 142, 155].

Довольно обычно [13, 14].

205. **Xanthium strumarium** L. «1753, Sp. pl.: 987; Зайцева, 1965, Фл. Каз. 8: 404. – Дурнишник обыкновенный» [141, 142, 155].

Довольно редко [14].

Семейство **Rubiaceae** Juss. – Мареновые

206. ***Galium aparine*** L. «1753, Sp. Pl.: 108; Фисюн, 1965, Фл. Каз. 8: 195. – Подмаренник цепкий» [142, 155].

Редко [164].

207. ***Galium*** ***verum*** L. «1753, Sp. pl.: 107; Фисюн, 1965, Фл. Каз. 8: 204. – Подмаренник настоящий» [141, 142, 155].

Редко, вид найден в составе сложного фитоценоза на засоленных грунтах: ЦП 22, 24 [185].

Семейство **Solanaceae** Juss. – Пасленовые

208. **Hyoscyamus niger** L. «1753, Sp. pl.: 179; Васильева, 1965, Фл. Каз. 8: 17. – Белена черная» [141, 142, 155].

Довольно редко [14].

209. ***Solanum kitagawae***Schonb.-Tem. «1972, in Rech. Fil. Fl. Iran. 100: 154; Ковалевская, 1987, Опр. раст. Ср. Азии, 9: 176*.* – Паслен Китагавы» [141, 142, 155].

Редко, встречается на незасоленных грунтах в составе сложных фитоценозов: ЦП 39, 54 [185].

Семейство **Convolvulaceae** Juss. – Вьюнковые

210. ***Calystegia* *sepium*** (L.) R. Br. «1810, Prodr. Fl. Nov. Holl.: 483; Терехова, 1965, Фл. Каз. 7: 140. – Повой заборный» [141, 142, 155] (Рисунок 28).

Редко: ЦП 70. «Старый» отвал, заросли тростника по берегам водоема [185].

211. ***Convolvulus arvensis*** L. «1753, Sp. pl.: 153; Терехова, 1965, Фл. Каз. 7: 139. – Вьюнок полевой» [141, 142, 155].

Довольно обычен в группово-зарослевых сообществах и сложных фитоценозах на незасоленных грунтах: ЦП 37, 40 [185].

Семейство **Boraginaceae** Juss. – Бурачниковые

212. \****Echium vulgare*** L. «1753, Sp. Pl.: 139; Оразова, 1964, во Фл. Казахст. 7: 186. – Синяк обыкновенный» [141, 142, 155] (Рисунок 28).

Довольно редко: ЦП 69. Формирующаяся мелкодерновинная степь с разреженными древесными насаждениями [185].

213. ***Lappula heteracantha*** (Ledeb.) Guerke «1893, in Engler u. Prantl, Pflanzenfam. 4, 3a: 107; Голоскоков, 1964, в Фл. Казахст. 7: 235. – Липучка разношипиковая» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 72. Склоны дамбы возле искусственного водоема [185].

214. ***Lappula* *squarrosa*** (Retz.) Dumort. «1781, Fl. Lithuan.: 25; Фл. Каз. 7: 230. - Lappula echinata Gilib. – Липучка оттопыренная» [141, 142].

Редко: ЦП 71. Вершина дамбы возле искусственного водоема [185].

215. ***Lappula*** ***stricta*** (Ledeb.) Gürke «1893, in Engler et Prantl, Naturl. Pflanzenfam. 4, 3a: 107; Голоск., 1964, во Фл. Каз. 7: 221. – Липучка прямая» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 10. Юго-Западный отвал Сарбайского карьера, группово-зарослевое сообщество, известняки 5-7 лет [185].

216. ***Nonea rossica*** Stev. «1851, Bull. Soc. Nat. Moscou, 24, 1: 572; Никифорова, 1997, Фл. Сиб. 11: 118. – *N. pulla* auct. non (L.) DC.: Оразова, 1964, во Фл. Казахст. 7: 193. – Нонея русская» [141, 142, 155].

Встречается редко на засоленных грунтах, на склонах: ЦП 12, 17 [185].

217. **Onosma simplicissima** L. «1762, Sp. pl.: 196; Оразова, 1964, Фл. Каз. 7: 176. – Оносма простейшая» [142, 155].

Редко [14].

Семейство **Scrophulariaceae** Juss. – Норичниковые

218. ***Linaria genistifolia*** (L.) Mill. «1768, Gard. Dict. N 14; Семиотрочева, 1965, Фл. Каз. 8: 34. – Льнянка дроколистная» [141, 142, 155].

Обычный вид на засоленных грунтах: ЦП 6, 7, 9, 17 [185].

219. ***Linaria* *ruthenica***Błonski. «1895, Wszechswiat: 347; Семиотрочева, 1965, Фл. Каз. 8: 34. – Льнянка русская» [142, 155].

Редко: ЦП 72. Берег водоема выше уреза, формирующееся степное сообщество [185].

220. ***Linaria* *vulgaris*** Mill. «1768, Gard. Dict. Ed. VIII №1; Фл. Каз. 8: 35. – Льнянка обыкновенная» [141, 142, 155].

Обычный вид на старых отвалах: ЦП 65-69 [185].

221. ***Odontites vulgaris*** Moench «1794, Meth. Pl.: 439; Кармышева, 1965, Фл. Каз. 8: 111. – Зубчатка обыкновенная, поздняя» [141, 142, 155].

Редко [14].

222. **Phelipanche ramosa** (L.) Pomel «1753, Sp. pl.: 633; Фл. Каз. 8: 157. – Фелипанхе ветвистая» [142].

Редко [14]*.*

223. ***Verbascum phoeniceum*** L. «1753, Sp. pl.: 178; Семиотрочева, 1965, Фл. Каз. 8: 30. – Коровяк фиолетовый» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 65. «Старый» отвал, первый ярус отвала, каменистые участки [185].

224. ***Veronica chamaedrys*** L. «1753, Sp. pl.: 13; Гамаюнова, Дмитриева, 1965, Фл. Каз. 8: 85. – Вероника дубравная» [141, 142, 155].

Редко [14, 163].

225. ***Veronica incana***L. «1753, Sp. Pl.: 10; Гамаюнова, Дмитриева, 1965, Фл. Каз., 8: 68. – Вероника седая» [141, 142, 155].

Встречается редко на старых отвалах в сложных фитоценозах: ЦП 23, 24 [185].

226. **Veronica longifolia** L. «1753, Sp. pl.: 10; Гамаюнова, Дмитриева, 1965, Фл. Каз. 8: 67. – Вероника длиннолистая» [141, 142, 155].

Редко [14, 163].

227. ***Veronica spicata***L. «1753, Sp. Pl.: 10; Гамаюнова, Дмитриева, 1965, Фл. Каз., 8: 68. – Вероника колосистая» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 21-26. Юго-Западный автомобильный отвал Соколовский карьер, возраст около 40 лет, формирующийся березово-осиновый лес, полнота 05, формула древостоя: 8Б2Ос [185].

228. **Veronica spuria** L. «1753, Sp. pl.: 10; Гамаюнова, Дмитриева, 1965, Фл. Каз. 8: 67. – Вероника ненастоящая» [141, 142, 155].

Редко. Единожды на «Старом» отвале при подъеме на второй ярус [185].

Семейство **Plantaginaceae** Juss. – Подорожниковые

229. **Plantago major** L. «1753, Sp. pl.: 112; Васильева, 1965, Фл. Каз. 8: 172. – Подорожник большой» [141, 142, 155].

Редко [14]*.*

230. ***Plantago maxima*** Juss. ex Jacq. «1786, Collect. Ad Bot. I: 81; Васильева, 1965, Фл. Каз. 8: 178. – Подорожник наибольший» [141, 142, 155] (Рисунок 26).

Довольно редко: ЦП 69. «Старый» отвал, тростниковые заросли в понижении, залитом водой [185].

231. ***Plantago media***L. «1753, Sp. Pl.: 113; Васильева, 1965, Фл. Каз., 8: 177. – Подорожник средний» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 22. Юго-Западный автомобильный отвал Соколовский карьер, опушка формирующегося березово осинового леса; «Старый отвал» у искусственного озера [185].

232. ***Plantago salsa*** Pall. «1773, Reise, 1: 486. – *P. maritima* L. 1753, Sp. pl.: 114; Васильева, 1965, Фл. Каз., 8: 174. – Подорожник солончаковый» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 70. «Старый отвал», берег водоема, выше уреза воды на солонцеватых почвах [185].

Семейство **Lamiaceae** Martinov, или **Labiatae** Juss. – Яснотковые

233. ***Dracocephalum* *nutans*** L. «1753, Sp. pl.: 596; Ролдугин, 1964, Фл. Каз., 7: 353. – Змееголовник поникший» [142].

Редко: ЦП 71. Дамба возле искусственного водохранилища, отсыпанная техногенным элювием отвала [185].

234. ***Dracocephalum thymiflorum*** L. «1753, Sp. pl.: 596; Ролдугин, 1964, Фл. Каз., 7: 353. – Змееголовник тимьянолистный» [141, 142, 155].

Встречается обычно как на засоленных, так и незасоленных грунтах: ЦП 7, 8, 10, 35, 37 [185].

235. **Glechoma hederacea** L. «1753, Sp. pl.: 578; Цаголова, 1964, Фл. Каз. 7: 345. – Будра плющевидная» [141, 142, 155].

Редко [14]*.*

236. ***Lycopus europaeus*** L. «1753, Sp. Pl.: 21; Гамаюнова, 1964, Фл. Каз., 7: 46. – Зюзник европейский» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 72. Подножье отвала, участок фильтрации воды сквозь дамбу, сырой формирующийся луг [185].

237. ***Phlomoides tuberosa*** (L.) Moench «1794, Meth. Pl.: 403. – *Phlomis tuberosa* L.: О. и Б. Федч. 1893, Мат. для фл. Уфим. губ.: 263; Ролдугин, 1964, Фл. Каз., 7: 396. – Зопник клубеноносный» [141, 142, 155].

Довольно редко [14]*.*

238. ***Salvia stepposa*** Des.-Shost. «1932, Изв. Гл. бот. Сада АН СССР, XXX: 669; Фл. Каз. 7: 429. – Шалфей степной» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 16-20. Юго-Восточный отвал Соколовского карьера, возраст около 40 лет, формирующиеся осиново-березовые насаждения [185].

239. **Scutellaria galericulata** L. «1753, Sp. pl.: 599; Фисюн, 1964, Фл. Каз. 7: 302. – Шлемник обыкновенный» [141, 142, 155].

Редко [14]*.*

240. **Thymus marschallianus** Willd. «1800, Sp. pl. III: 1140; Гамаюнова, Дмитриева, 1964, Фл. Каз. 7: 447. – Тимьян Маршаллиевский» [141, 142, 155].

Редко [14].

241. ***Thymus mugodzharicus*** Klokov & Des.-Shost. «1931, Изв. Бот. сада АН СССР, XXX, 3-4: 537; Гамаюнова, Дмитриева, 1964, Фл. Каз. 7: 455. – Тимьян мугоджарский» [142].

Редко [14].

Семейство **Lemnaceae** Martinov – Ароидные

242. ***Lemna minor*** L. «1753, Sp. Pl.: 970; Доброхотова, 1958, Фл. Каз. 2: 87. – Ряска малая» [141, 142, 155] (Рисунок 28).

Редко: ЦП 70. «Старый» отвал, в воде искусственного водохранилища [185].

Семейство **Asparagaceae** Juss. – Спаржевые

243. ***Asparagus* *officinalis*** L. «1753, Sp. Pl.: 313. – *A. polyphyllus* Stev. 1857, Bull. Soc. Nat. Mosc. 30: 92; Поляков, 1958, Фл. Каз. 2: 226. – Спаржа лекарственная» [141, 142, 155].

Встречается довольно редко на незасоленных грунтах сложных растительных группировок: ЦП 16, 22 [185].

Семейство **Juncaceae** Juss. – Ситниковые

244. ***Juncus* *compressus*** Jacq. «1762, Enum. Stirp. Vindob.: 60; Байтенов, 1958, Фл. Каз. 2: 94. – Ситник сжатый» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 69. «Старый» отвал, основание склона, болото с *Phragmites australis* [185].

Семейство **Juncaginaceae** Rich. - Ситниковидные

245. ***Triglochin palustre***L. «1753, Sp. Pl.: 338; Доброхотова, 1956, Фл. Каз. 1: 104. *–* Триостренник болотный» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 69. «Старый» отвал, основание склона, болото с *Phragmites australis* [185].

Семейство **Cyperaceae** Juss. – Осоковые

246. **Carex praecox** Schreb. «1771, Spic. Fl. Lips. non Jacq.: 63; Поляков, 1958, Фл. Каз. 2: 47. – Осока ранняя» [141, 142, 155].

Довольно редко [14].

247. ***Carex supina*** Willd.ex Wahlenb. «1803, Kungl. Sv. Vet.-Akad. Handl., ser. nov. 24: 158; Поляков, 1958, Фл. Каз. 2: 69. – Осока низкая» [141, 142, 155].

Довольно редко [14].

Семейство **Typhaceae** Juss. - Рогозовые

248. ***Typha angustifolia*** L. «1836, exp. sc. Moree, 3: 338; Павлов, 1956, Фл. Каз. 1: 82. – Рогоз узколистный» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 70. «Старый» отвал более 50 лет, берег водоема [185].

249. ***Typha* *latifolia*** L. «1753, Sp. Pl.: 971; Доброхотова, 1956, Фл. Каз. 1: 82. – Рогоз широколистный» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 70. «Старый» отвал более 50 лет, берег водоема [185].

Семейство **Poaceae** Barnhart – Злаковые

250. \****Agropyron cristatum*** (L.) Gaertn. «1812, Ess. Agrost.: 146; Павлов, 1956, Фл. Каз. 1: 293. – Житняк гребенчатый» [141, 142, 155].

Встречается обычно на незасоленных грунтах, разной сингенетической продвинутости: ЦП 16; 20-26 [185].

251. ***Agropyron desertorum*** (Fisch. ex Link) Schult. «1824, Mant. II: 412; Павлов, 1956, Фл. Каз. 1: 290. – Житняк пустынный» [141, 142, 155].

Редко [14].

252. ***Agropyron fragile*** (Roth) P. Candargy «1901, Arch. Biol. Veg. Athenes, 1: 58; Павлов, 1956, Фл. Каз. 1: 289. – Житняк ломкий, сибирский» [141, 142, 155].

Редко [13].

253. \****Agropyron pectinatum*** (Bieb.) Beauv. «1812, Ess. Agrost.: 146. – *A. pectinniforme* Roem. et Schult. 1817, Syst. II: 758; Павлов, 1956, Фл. Каз. 1: 292. – Житняк гребневидный» [141, 142, 155].

Редко [13, 14].

254. ***Agrostis gigantea*** Roth «1788, Fl. Germ. 1: 31; Ковалевская, 1968, Опр. раст. Ср. Азии, 1: 98; Цвелев, 1976, Злаки СССР: 329. – *A. alba* L. 1753, Sp. pl.: 63; Гамаюнова, 1956, Фл. Каз. 1: 179. – Полевица гигантская» [141, 142, 155].

Встречается обычно на увлажненных незасоленных и засоленных грунтах: ЦП 21, 30 [185].

255. ***Anisantha tectorum*** (L.) Nevski «1934, Тр. Среднеаз. ун-та. Сер. 8в, 17: 20 – *Bromus tectorum* L. 1753, Sp. pl: 77; Гамаюнова, 1956, Фл. Каз. 1: 278. – Неравноцветница кровельная» [141, 142, 155].

Редко [14].

256. **Avena fatua** L. «1753, Sp. Pl. 1: 80; Кузнецов, 1956, Фл. Каз. 1: 195. – Овес пустой, овсюг» [141, 142, 155].

Редко [14].

257. ***Bromopsis inermis***(Leyss.) Holub. «1761, Fl. Hal., ed. 1: 16; Цвел. 1976, Злаки СССР: 221 – *Bromus inermis* Leyss*.*; Гамаюнова, 1956, Фл. Каз. 1: 275. – Кострец безостый» [141, 142].

Встречается обычно на увлажненных незасоленных и засоленных грунтах: ЦП 6-10, 16, 17, 20, 34, 37 [185].

258. ***Bromus squarrosus*** L. «1753, Sp. pl.: 76; Гамаюнова, 1956, Фл. Каз. 1: 279. – Костер растопыренный» [14, 142, 155].

Редко [13, 14].

259. ***Calamagrostis epigeios***(L.) Roth «1788, Tent. Fl. Germ. I: 34; Гамаюнова, 1956, Фл. Каз. 1: 182. – Вейник наземный» [141, 142, 155].

Встречается обычно на незасоленных и засоленных грунтах. Часто является доминантом в сообществах: ЦП 6-14, 16, 17, 19, 22, 24-26, 27, 30, 38-42, 53-55, 58-62 [185].

260. ***Dactylis glomerata*** L. «1753, Sp. Pl.: 71; Гамаюнова, 1956, Фл. Каз. 1: 220. – Ежа сборная» [141, 142, 155].

Редко [164].

261. \****Echinochloa crus-galli*** (L.) P. Beauv. «1812, Ess. Agrost.: 161; Гамаюнова, 1956, Фл. Каз. 1: 130. – Ежовник обыкновенный» [141, 142, 155].

Редко [14].

262. ***Elytrigia* *repens*** (L.) Nevski «1933, Тр. бот. инст. АН СССР, cep. 1, 1: 14. – *Agropyrum repens* (L.)Beauv. 1812, Ess. Agrost.: 102; Гамаюнова, 1956, Фл. Каз. 1: 297. – Пырей ползучий» [141, 142, 155].

Встречается обычно на незасоленных и засоленных грунтах в сложных растительных группировках; ЦП 16, 31 [185].

263. ***Eremopyrum triticeum*** (Gaertn.) Nevski «1934, Sched. ad Herb. Fl. As. Med. 22, № 544; Гамаюнова, 1956, Фл. Каз. 1: 309. – Мортук пшеничный» [141, 142].

Редко: ЦП 71. Дамба, отсыпанная техногенным элювием с отвала [185].

264. ***Festuca pratensis*** Huds. «1762, Fl. Angl. Ed. I: 37; Гамаюнова, 1956, Фл. Каз. 1: 265. – Овсянница луговая» [141, 142, 155].

Редко [164].

265. ***Festuca valesiaca***Gaudin «1811, Agrost. Helv. 1: 242. – *F. sulcata* Hack. 1882, Monogr. Fest.: 215; Гамаюнова, 1956, Фл. Каз. 1: 259. – Овсяница валисская» [141, 142, 155].

Встречается обычно на старых отвалах более 40 лет, незасоленных и засоленных грунтах: ЦП 6-10, 16, 17, 19-26, 32, 65-69 [185].

266. ***Hordeum brevisubulatum***(Trin.) Link. «1843, Linnaea, XVII: 391; Кузнецов, 1956, Фл. Каз. 1: 331. – Ячмень короткоостистый» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 30, 34. Соколовское и Сарбайское железорудные месторождения, юго-западный отвал, сильно засоленные супеси и легкие суглинки, в понижениях, залитых водой [185].

267. ***Koeleria cristata***(L.) Pers. «1805, Syn. Pl. 1: 95. – *K. gracilis* Pers. 1805, l. c: 97, nom. illeg; Гамаюнова, 1956, Фл. Каз. 1: 214. – Тонконог гребенчатый» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 16. Юго-Восточный отвал Соколовского карьера, возраст около 40 лет, формируется мелкодерновинная степь [185].

268. ***Leymus angustus***(Trin.) Pilg. «1947, Engler’s Bot. Jahrb. 74: 6. – *Elymus angustum* Trin. 1829, in Ledeb., Fl. Alt. 1: 119; Павлов, 1956, Фл. Каз. 1: 321. – Колосняк узкоколосый» [142] (Рисунок 24).

Довольно редко: ЦП 68, 69. Встречается отдельными пятнами в основании отвалах на незасоленных эмбриоземах [185].

269. ***Leymus racemosus*** (Lam.) Tzvel. «1960, Бот. мат. (Ленинград) 20: 429. – *E. giganteus* Vahl, 1794, Symb. Bot. 3: 10; Павлов, 1956, Фл. Каз. 1: 321. – Колосняк кистистый» [142, 155].

Редко: ЦП 69. «Старый» отвал, отдельные пятна в основании отвала [185].

270. ***Leymus* *ramosus***(Trin.) Tzvel. «1960, Бот. мат. (Ленинград), 20: 430. – *Agropyrum ramosus* (Trin.) Richt. 1890, Pl. Eur. 1: 126; Павлов, 1956, Фл. Каз. 1: 300. – Колосняк ветвистый» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 72. В основании дамбы, сложенной эмбриоземом отвала [185].

271. ***Phleum phleoides***(L.) H. Karst. «1886, En. Fl. transs.: 563; Гамаюнова, 1956, Фл. Каз. 1: 168. – Тимофеевка степная» [141, 142].

Довольно редко по остепненным участкам и каменистым склонам в сложных группировках: ЦП 31 [185].

272. ***Phragmites australis***(Cav.) Trin. ex Steud. «1841, Nomencl. Bot. Ed. 2, 2: 234. – *Ph. communis* Trin. 1820, Fund. Agrost.: 134; Гамаюнова, 1956, Фл. Каз. 1: 205. – Тростник обыкновенный, южный» [141, 142, 155] (Рисунок 26).

Встречается обычно на засоленных и незасоленных грунтах: ЦП 24-28, 30, 36, 53-57, 59, 69-71 [185].

273. ***Poa angustifolia***L. «1753, Sp. Pl.: 99; Гамаюнова, 1956, Фл. Каз. 1: 230. – Мятлик узколистный» [141, 142].

Встречается обычно на незасоленных грунтах, реже на засоленных грунтах: ЦП 6-10, 16, 18, 50 [185].

274. ***Poa bulbosa*** L. «1753, Sp. Pl.: 70; Гамаюнова, 1956, Фл. Каз. 1: 224. – Мятлик луковичный» [141, 142, 155].

Редко [14, 164].

275. ***Poa palustris***L*.* «1759. Syst. Pl. 10: 847. – *P. serotina* Echrh. 1791, Beitr, 6: 86; Гамаюнова, 1956, Фл. Каз. 1: 230. – Мятлик болотный» [141, 142, 155].

Встречается довольно редко на засоленных грунтах: ЦП 6, 19 [185].

276. ***Poa pratensis***L. «1753, Sp. Pl.: 67; Гамаюнова, 1956, Фл. Каз. 1: 229. – Мятлик луговой» [141, 142, 155].

Встречается обычно на незасоленных грунтах: ЦП 20, 22, 23 [185].

277. ***Poa stepposa*** (Kryl.) Roshev. «1934, Фл. СССР, II: 754; Гамаюнова, 1956, Фл. Каз. 1: 232. – Мятлик степной» [141, 142].

Редко: ЦП 65. «Старый» отвал, первый ярус отвала, каменистые участки [185].

278. ***Poa* *urssulensis*** Trin. «1835, Mem. Sav. Etr. Petersb. 2: 527; Олонова, 2016, Род Poa во Фл. Сиб: 233. – Мятлик урсульский» [141, 142, 155].

Встречается редко на засоленных грунтах: ЦП 12 [185].

279. \****Setaria*** ***pumila*** (Poir.) Roem. et Schult. «1817, Syst. Veg. 2: 891. – *S. glauca* auct. non (L.) Beauv.: Гамаюнова, 1956, Фл. Каз. 1: 132. – Щетинник низкий» [141, 142, 155].

Редко [13, 14].

280. \****Setaria* *viridis*** (L.) Beauv. «1812, Agrost.: 51; Гамаюнова, 1956, Фл. Каз. 1: 133. – Щетинник зеленый» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 69. «Старый» отвал основание склона, делювиальный смыв, по влажным местам [185].

281. \****Sorghum sudanense*** (Piper) Stapf. «1917, Prain, Fl. Trop. Afr. 9: 113; Гамаюрнова, 1956, Фл. Каз. 1: 125. – Сорго суданское, суданка» [142, 155].

Очень редко, встречен однажды: ЦП 69. В основании отвала возле кучи бытового мусора [185].

282. ***Stipa* *capillata*** L. «1762, Sp. pl. ed. 2: 116; Павлов, 1956, Фл. Каз. 1: 155. – Ковыль волосатик» [141, 142, 155].

Редко: ЦП 65, 67 «Старый отвал» более 50 лет, первый ярус, отдельные куртины на щебнистом субстрате; а также на первом ярусе отвала над искусственным озером [185].

283. ***Stipa* *lessingiana*** Trin. et Rupr. «1842, Sp. Gram. Stip.: 79; Павлов, 1956, Фл. Каз. 1: 149. – Ковыль Лессинга» [141, 142, 155].

Встречается редко на незасоленных старых отвалах: ЦП 21, 22, 32 [185].

284. ***Stipa pennata*** L. «1753, Sp. Pl.: 78; Павлов, Фл. Каз. 1: 151. – Ковыль перистый» [141, 142, 155].

Встречается редко на незасоленных старых отвалах: ЦП 7, 9, 10, 16 [185].

Растение внесено в Красную книгу Казахстана [167].

## **5.2 Систематический анализ техногенной флоры сосудистых растений**

### 5.2.1 Таксономическая структура

Флора отвалов Соколовского, Сарбайского и Качарского железорудных месторождений насчитывает 284 вида, относящихся к 163 родам и 44 семействам (Приложение Д). Во флоре отвалов преобладают покрытосеменные растения - 283 вида (99,7%). Однодольных насчитывается 40 видов (14,1%), а двудольных - 243 (85,6%). Голосеменные представлены одним видом.

На отвалах найдены следующие адвентивные виды: *Acer* *negundo, A.* *Tataricum, Agropyron cristatum, A. pectinatum,* Amaranthus paniculatus, *A.* *retroflexus, Bryonia alba, Cichorium intybus, Conyza canadensis, Cyclachaena xanthiifolia, Echinochloa crus-galli, Echium vulgare, Elaeagnus angustifolia, Erucastrum armoracioides, Hippophaë rhamnoides, Malus baccata, M. domestica, Medicago* *sativa, Melilotus* *officinalis, Populus x sibirica, Prunus besseyi, Ribes aureum, Setaria* *pumila, Ulmus* *laevis, U.* *pumila.*

Также на исследованной территории обнаружен один вид, занесенный в Красную книгу Республики Казахстан – *Stipa pennata.* Данный вид обнаружен на незасоленных почвах на стадии группово-зарослевого сообщества. Вид относится к исчезающим видам (III категория) [167].

Впервые в области обнаружены: *Rubus sachalinensis, Achillea* × *kasakhstanica, Bryonia alba, Chondrilla ambigua Sorghum sudanense.*

Изучение флоры отвалов показало, что первые десять наиболее представительных семейств включают в себя 221 вид, что составляет 77 % от общего числа видов. В составе флоры Костанайской области зафиксировано 1223 вида растений, относящихся к 107 семействам [39]. При этом техногенная флора железорудных отвалов составляет 18% от общего видового разнообразия региона.

Анализ флористического спектра железорудных отвалов и Костанайской области в целом выявил совпадение в доминировании пяти семейств: *Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Chenopodiaceae, Brassicaceae.* Несмотря на общие доминанты, количество видов в этих семействах на отвалах и в области может существенно отличаться. Это говорит о том, что условия на отвалах, хотя и сходны с фоновыми в целом, все же имеют свои особенности, влияющие на видовое разнообразие.

Среди 44 семейств, представленных во флоре отвалов, пять – *Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Brassicaceae* и *Chenopodiaceae* – выделяются своим многообразием. В каждом из них насчитывается более 10 родов, что составляет 65% от общего числа родов в исследуемой флоре. 19 семейств представлены всего одним видом. Это *Asparagaceae, Betulaceae, Campanulaceae, Cannabaceae, Caprifoliaceae, Crassulaceae, Cucurbitaceae, Grossulariaceae, Juncaceae, Juncaginaceae, Lemnaceae, Limoniaceae, Onagraceae, Papaveraceae, Pinaceae, Primulaceae, Santalaceae, Urticaceae* и *Valerianaceae*.

Выделены следующие наиболее многочисленные роды в составе техногенной флоры изучаемых отвалов: *Artemisia* (15 видов)*, Astragalus* (9)и *Poa* (6)*.*

Дальнейшие анализ по различным параметрам выполнен по данным, указанным в Приложении Е.

### 5.2.2 Географическая структура

Изучение географических элементов техногенной флоры отвалов является важным аспектом данного ботанического исследования, которое позволило определи связи с флорами других территорий; выявить факторы, определяющие современный состав и структуру изучаемой флоры. В таблице 21 содержится подробная информация о распределении видов по географическим группам.

На отвалах железорудных предприятий Костанайской области преобладают виды с широкими евразийскими ареалами. В целом, на отвалах представлено 67,2% видов с евразийским распространением. При этом 20,7% видов являются паневразийскими (*Betula pendula, Galatella biflora, Onobrychis arenaria* и др.), то есть имеют распространение на всей территории Евразии.

Таблица 21 – Соотношение географических групп во флоре изучаемых отвалов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Группы и подгруппы | Число видов | % от числа флоры | % от числа видов группы |
| 1 | Космополитная | 34 | 12,3 | 100 |
| 2 | Голарктическая | 38 | 13,4 | 100 |
| 3 | Евразийская | 191 | 67,2 | 100 |
| 3.1 | Паневразийская | 59 | 20,7 | 30,9 |
| 3.2 | Средиземноморско-азиатская | 21 | 7,4 | 11 |
| 3.3 | Восточноевропейско-азиатская | 48 | 16,9 | 25,1 |
| 3.4 | Европейско-северо-азиатская | 42 | 14,9 | 22 |
| 3.5 | Евросибирская | 21 | 7,4 | 11 |
| 4 | Азиатская | 17 | 6 | 100 |
| 4.1 | Собственно-азиатская | 8 | 2,8 | 47,1 |
| 4.2 | Среднеазиатская | 5 | 1,8 | 29,4 |
| 4.3 | Сибирская | 4 | 1,4 | 23,5 |
| 5 | Североамериканская | 2 | 0,5 | 100 |
| 6 | Эндемичные | 2 | 0,5 | 100 |

Элементы с азиатскими ареалами составляют 6% от общего числа видов, произрастающих на отвалах. Стоит отметить, что почти половина из них (47,1%) имеют широкое распространение на территории Азии (*Agropyron desertorum, Malus baccata, Poa urssulensis* и др.).

Космополитная и голарктическая группы видов растений занимают значительное место в изучаемой техногенной флоре. Доля космополитных видов составляет 12,3% (*Echinochloa crus-galli, Plantago major, Urtica dioica* и др.), а голарктических - 13,4% (*Artemisia dracunculus, Rosa acicularis, Tussilago farfara* и др.).

Кроме того, в составе флоры железорудных отвалов обнаружено 2 эндемичных для территории вида: *Euphorbia microcarpa* и *Thymus mugodzharicus*. Также зафиксировано два североамериканских вида: *Acer negundo* и *Cyclachaena xanthifolia.*

Преобладание видов с широкими ареалами на железорудных отвалах Костанайской области можно объяснить несколькими факторами. Во-первых, эти виды обладают высокой экологической пластичностью и способностью адаптироваться к различным условиям среды. Во-вторых, они широко распространены в регионе и имеют широкий набор адаптаций к местным условиям. Растительный мир железорудных отвалов Костанайской области во многом повторяет характерные черты флоры равнинных территорий северного Казахстана.

### 5.2.3 Биоморфологическая структура

Состав и соотношение жизненных форм растений в фитоценозах являются важными индикаторами состояния растительного покрова. Жизненная форма (биоморфа) - это совокупность морфологических признаков, отражающих приспособленность вида к условиям окружающей среды. Она формируется в процессе эволюции и закрепляется в генотипе. Анализ флоры железорудных отвалов проводился по системе классификации жизненных форм И.Г. Серебрякова [140, 168], результаты представлены в Таблице 22.

Таблица 22 - Жизненные формы флоры железорудных отвалов Костанайской области

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Жизненная форма | Число видов | % от числа видов |
| I. Древесные/полудревесные | 37 | 13 |
| 1. Деревья | 10 | 3,5 |
| 2. Кустарники | 15 | 5,3 |
| 3. Полукустарники | 3 | 1 |
| 4. Полукустарнички | 9 | 3,2 |
| II. Травянистые поликарпические | 183 | 64,4 |
| 5. Корневищные | 113 | 39,7 |
| 5.1. Короткокорневищные | 35 | 12,3 |
| 5.2. Длиннокорневищные | 78 | 27,4 |
| 6. Стержнекорневые | 46 | 16,2 |
| 7. Дерновинные | 9 | 3,2 |
| 8. Кистекорневые | 6 | 2,1 |
| 9. Столонообразующие | - | - |
| 10. Луковичные | - | - |
| 11. Корнеклубневые | 5 | 1,8 |
| 12. Лиановидные | 3 | 1 |
| 13. Паразитические | 1 | 0,4 |
| III. Травянистые монокарпические | 63 | 22,1 |
| 14. Однолетние | 54 | 19 |
| 15. Двулетние | 9 | 3,2 |
| IV. Плавающие/подводные | 1 | 0,4 |
| 16. Плавающие/подводные | 1 | 0,4 |

В биоморфологическом составе флоры изучаемых отвалов превалируют травянистые многолетние виды (поликарпики). Их численность составляет 183 вида (64,4% от всей флоры). В растительном покрове железорудных отвалов преобладают травянистые многолетники с ползучими или вьющимися побегами. Эти растения способны быстро распространяться за счет вегетативного размножения, что позволяет им адаптироваться к условиям нарушенных местообитаний.

Среди травянистых многолетников наиболее многочисленны корневищные растения, абсолютное большинство из которых – длиннокорневищные (*Artemisia proceriformis, Glycyrrhiza korshinskyi, Vicia sepium* и др.) – 69% от видов группы и 27,4% от всех видов. Также довольно крупную группу составляют стержнекорневые травянистые поликарпики (*Centaurea apiculata, Melilotus wolgicus, Onobrychis arenaria* и др.) – 16,2%. Наименьшая по численности видов группа – паразитические травы, представлена единственным видом – *Phelipanche ramosa*. Столонообразующие и луковичные не были обнаружены на железорудных отвалах.

Вторая по численности группа видов – травянистые монокарпические растения. Среди них большая часть относится к однолетникам (*Alyssum turkestanicum var. Desertorum, Atriplex tatarica, Polygonum bordzilowskii* и др.) и составляют 85,7% от группы. Флора отвалов характеризуется высоким процентом малолетних видов (однолетников и двулетников). Это связано с тем, что такие растения обладают высокой скоростью роста и развития, что позволяет им быстро заселять нарушенные местообитания.

Менее многочисленной оказалась группа древесных и полудревесных растений, что связано с общими экологическими условиями поверхности отвалов. Здесь значительное число видов относится к кустарникам (40,5% от группы): *Ribes aureum, Rubus sachalinensis, Salix triandra* и др., деревьям (27%): *Elaeagnus angustifolia, Malus domestica, Populus × sibirica* и др., полукустарничкам (24,3%): *Artemisia marschalliana, Dianthus rigidus, Onosma simplicissima* и др. Менее всего представлены полукустарники (8,2%): *Artemisia frigida, Bassia prostrata, Genista tinctoria*.

Наименьшая группа – плавающие и подводные травы, здесь обнаружен единственный представитель – *Lemna minor*.

Также был проведен анализ соотношения жизненных форм в различных эколого-ценотических группах. Стержнекорневые виды (22,1% видов группы) преобладают в степях, чуть менее распространены там длиннокорневищные (21,2%) и однолетние (18,3%) виды. В луговых флорах преобладают длинно- (45,2%) и короткокорневищные (22,1%), а также стержнекорневые (18,3%) виды. Ожидаемо, среди сорных растений наибольшую долю занимают однолетние (66%) травянистые виды. В лесной флоре отвалов одинаковое положение занимают деревья и кустарники – по 45,5%. Для прибрежно-водной флоры характерно преобладание длиннокорневищных видов (83%), а единственный водный вид относится к плавающим травам.

### 5.2.4 Экологические группы растений по отношению к влагообеспеченности

Изучаемая территория находится в слабовлажной умеренно теплой агроклиматической зоне Костанайской области и характеризуется недостаточным количеством осадков и почвенной влаги. Сами же отвалы характеризуются большой вариативностью условий увлажнения, и в зависимости от возраста, механического и химического состава почв, образуются участки от влажных до аридных. Большая часть видов адаптировалась к данному гидрологическому режиму и относится к мезофитам – 50,4% всех видов и ксеромезофитам – 27,8% (Таблица 23).

Среди степной флоры наибольшее число видов приспособлено к местным засушливым условиям. Ксерофиты, растущие в условиях недостаточного увлажнения – 45 видов – почти половина всех степных видов (43,3%). Яркие представители стипаксерофитов – *Stipa capillata* и *S. pennata*. Ксеромезофиты чуть более требовательные к влажности незначительно уступают – 40 видов (38,5%). Адаптированные к непродолжительной несильной засухе мезофиты представлены 19 видами (18,2%) в степной флоре отвалов.

В относительно стабильных луговых экосистемах доминируют мезофиты 70,2%. Значительно меньшую долю занимают ксеромезофиты – 25%. Растения, предпочитающие повышенную атмосферную влажность – гигрофиты, представлены всего двумя видами *Juncus compressus* и *Triglochin palustre.* Мезогигрофиты также немногочисленны среди луговых видов – 2,9%.

Таблица 23 – Экологические группы растений по отношению к влагообеспеченности местообитаний

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Группа | Число видов | % от числа видов |
| Ксерофиты | 46 | 16,2 |
| Ксеромезофиты | 79 | 27,8 |
| Мезофиты | 143 | 50,4 |
| Мезогигрофиты | 11 | 3,9 |
| Гигрофиты | 2 | 0,7 |
| Гидрофиты | 3 | 1 |

Мезофиты преимущественно заселяют лесные участки на изученных нами отвалах – 77,3%. Деревья и кустарники обеспечивают затенение и удерживают влагу в почве. Это создает благоприятные условия для мезофитов, которые нуждаются в умеренном количестве воды. Ксерофитов значительно меньше – всего 18,2%. Единственный представитель ксерофитов здесь – *Elaeagnus angustifolia*.

В сорной флоре отвалов вновь главенствующее место занимают мезофиты – 72,3%. Ксеромезофиты и мезогигрофиты менее выражены в данной группе: 19,1% и 8,6% соответственно.

В группе прибрежно-водных растений большая часть относится к мезогигрофитам – 66,7%, остальные – к гидрофитам, частично погруженным в воду – 33,3%. Единственный водный вид – *Lemna minor* был обнаружен в воде искусственного водохранилища в зоне смыва «Старого» отвала.

### 5.2.5 Эколого-ценотическая структура

В составе флоры отвалов нами было выделено шесть эколого-ценотических групп: луговая, лесная, степная, прибрежно-водная, сорная и водная. Эколого-ценотическая структура флоры отвалов характеризуется преобладанием видов луговой и степной групп, а также высоким участием сорных и лесных видов. Прибрежно-водные и водные растения встречаются в незначительном количестве (Таблица 24).

Преобладание сорных видов растений сохраняется на всех стадиях сингенеза на засоленных грунтах. В то время как на незасоленных на этапе группово-зарослевого и сложного сообщества преобладают степные и луговые при высокой доле сорных; на пионерной стадии при незначительном количестве видов (7) доминируют степные виды.

Спектр степной флоры железорудных отвалов представлен видами всех хорологических групп, включая такие виды как эндемичный *Thymus mugodzharicus*. Более всего распространены европейско-северо-азиатские виды (26 видов), далее – восточноевропейско-азиатские (22) и евросибирские (14) (рисунок 29).

Таблица 24 – Эколого-ценотическая структура флоры отвалов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Эколого-ценотическая группа | Число видов | % от флоры |
| Луговая | 104 | 36,6 |
| Лесная | 22 | 7,8 |
| Степная | 104 | 36,6 |
| Прибрежно-водная | 6 | 2,1 |
| Сорная | 47 | 16,5 |
| Водная | 1 | 0,4 |

В пределах луговой группы на отвалах превалирует паневразийская фракция географических элементов (33 вида). Далее следуют голарктическая и восточноевропейско-азиатская фракции, каждая из которых представлена 20 видами. Среди луговых растений встречается один эндемичный вид – *Euphorbia microcarpa*.

Большая часть сорных видов входит в космополитную (15) и голарктические (11) хорологические группы. По 8 видов относятся к паневропейской и европейско-северо-азиатской группе.

На первом месте в лесной эколого-ценотической группе находятся паневразийские виды (7), далее в порядке убывания: восточноевропейско-азиатская (5), голарктическая (3), космополитная, евросибирская и собственно-азиатская по 2 вида, европейско-североазиатская – 1 вид.

В прибрежно-водной флоре преобладают космополитные виды (4), и по 1 виду голарктический и паневразийской групп. Водная флора представлена единственным космополитным видом.

Флора степного типа на железорудных отвалах представлена преимущественно стержнекорневыми (22 вида) и длиннокорневищными (22 вида) видами. Стержнекорневые виды, такие как *Chondrilla ambigua, Medicago falcata* и *Tragopogon orientalis*, имеют хорошо развитый стержневой корень, который обеспечивает им устойчивость к ветру и пересыханию, что помогает быстро адаптироваться к условиям отвалов. Длиннокорневищные виды, такие как *Carex praecox, Helichrysum arenarium* и *Veronica incana*, благодаря строению корневищ могут за короткий срок распространиться по отвалам и образовывать густые заросли, высоко конкурентоспособны. Географическое распространение степных видов на отвалах характеризуется преобладанием паневразийских видов (41%).

Луговая флора на отвалах представлена преимущественно длиннокорневищными видами (47). На изученных отвалах преобладают паневропейские (34%) и голарктические (25,5%) видов.

Сорную флору на отвалах составляют преимущественно космополитные однолетники (36,7%). Космополитные однолетники, такие как *Capsella bursa-pastoris, Lactuca serriola* и *Echinochloa crus-galli*, легко адаптируются к новым суровым условиям отвалов. Они обладают высокой плодовитостью и способностью к быстрому расселению.

Лесная группа на железорудных отвалах представлена преимущественно деревьями (10) и кустарниками (10). Деревья, такие как *Betula pendula, Malus baccata* и *Populus tremula*, имеют хорошо развитую корневую систему, обеспечивающую им устойчивость к ветру и пересыханию. Кустарники, такие как *Lonicera tatarica, Rubus sachalinensis* и *Spiraea crenata*, также имеют хорошо развитую корневую систему и способны быстро разрастаться. Они менее распространены на отвалах, чем деревья, но также могут вносить свой вклад в формирование лесной растительности. Географическое распространение лесных видов на отвалах характеризуется преобладанием паневразийских видов (30%).

Таким образом, флора железорудных отвалов характеризуется разнообразием видов и географическим происхождением. На ее формирование влияют особенности местообитания, а также способность растений к адаптации к неблагоприятным условиям.

Географические группы: К – Космополитная, Г – Голарктическая, ЕА1 – Паневразийская, ЕА2 – Средиземноморско-азиатская, ЕАЗ – Восточноевропейско-азиатская, ЕА4 – Европейско-североазиатская, ЕА5 – Евросибирская, А1 – Собственно-азиатская, А2 – Среднеазиатская, АЗ – Сибирская, СА – Североамериканская, Э – эндемичная

Рисунок 29 - Представленность географических групп в эколого-ценотическом спектре флоры отвалов

### 5.2.6 Способность к вегетативному размножению и степень вегетативной подвижности

Способность растений к вегетативному размножению является важным адаптационным свойством, позволяющим им быстро заселять и осваивать нарушенные местообитания, такие как отвалы.

В соответствии с работами Л.Г. Раменского, вегетативно размножающиеся виды делятся на три группы по степени их вегетативной подвижности [89].

* Вегетативно неподвижные растения имеют слаборазвитую корневую систему, которая не способна к активному распространению. К ним относятся, например, стержнекорневые растения (*Astragalus buchtormensis, Gypsophila paniculata, Oxytropis pilosa* и др.).
* Вегетативно малоподвижные растения имеют хорошо развитую корневую систему, которая позволяет им распространяться на небольшие расстояния. К ним относятся, например, дерновинные растения (*Agropyron cristatum, Festuca valesiaca, Stipa lessingiana* и др.).
* Вегетативно подвижные растения имеют корневища или другие вегетативные органы, которые способны к активному распространению. К ним относятся, например, длиннокорневищные растения (*Artemisia austriaca, Euphorbia subcordata, Typha latifolia* и др.).

В исследованном массиве ⅔ видов растений обладают способностью к вегетативному размножению (Таблица 25). Из них 31% (137 видов) являются вегетативно подвижными, то есть способны к активному распространению за счет корневищ, усов или других вегетативных органов.

Таблица 25 – Характеристика вегетативной подвижности видов, составляющих флору отвалов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Степень вегетативной подвижности видов | Число видов | % от флоры |
| 1. Вегетативное размножение отсутствует | 110 | 38,7 |
| 2. Вегетативное размножение | 174 | 61,3 |
| 2.1. Неподвижные | 37 | 13,1 |
| 2.2. Малоподвижные | 46 | 16,2 |
| 2.3. Подвижные | 91 | 32 |

В отличие от других видов, 110 видов растений не имеют возможности к вегетативному размножению. Эти виды, в основном однолетние травянистые монокарпики и стержнекорневые травянистые поликарпики, возобновляются исключительно за счет семян.

На отвалах соотношение между вегетативно подвижными и неподвижными видами растений обуславливается спецификой их онтогенеза. У многих растений на отвалах наблюдается снижение фертильности семян, а в некоторых случаях они вообще не образуются. Виды вегетавно подвижной группы быстро распространяются по отвалам и образуют густые заросли, которые способствуют закреплению почвы и улучшению ее экологического состояния.

### 5.2.7 Способы распространения семян

Механизм распространения семян играет ключевую роль в расселении растений и формировании их популяций. В рамках исследования, реализованного на отвалах, все виды флоры были разделены на шесть групп, в соответствии с классификацией Р.Е. Левиной [169].

В первую группу А1 вошли растения-анемохоры, семена которых имеют парашют из волосков, а также кожистые или перепончатые придатки. Эти приспособления помогают семенам отрываться от растения и распространяться на большие расстояния по ветру [169].

Вторая группа А2 – растения-анемохоры с мелкими и легкими пылеватыми семенами. Эти семена также легко отрываются от растения и могут распространяться на большие расстояния по ветру [169].

К третьей группе А3 отнесены растения-гемианемохоры, имеющие длинные стебли или усы, которые могут отрываться от растения и перекатываться по поверхности почвы [169].

В четвертой группе – растения-зоохоры, семена которых распространяются животными. Семена этих растений могут прикрепляться к шерсти животных или быть съедены ими и затем выброшены с экскрементами [169].

В пятую группу вошли растения-гидрохоры, семена которых распространяются в воде. Семена этих растений могут быть водонепроницаемыми или иметь приспособления, позволяющие им удерживаться на поверхности воды [169].

В шестой группе – растения-барохоры, не имеющие специальных приспособлений для распространения. Семена этих растений просто опадают на землю вблизи материнского растения [169].

Таблица 26 содержит систематизацию видов флоры отвалов по механизму рассеивания диаспор. Из таблицы видно, что на отвалах преобладают барохоры (55,3%), за ними следуют анемохоры (38,7%), далее зоохоры (5%) и гидрохоры (1%).

Таблица 26 – Характеристика видов флоры отвалов по способу распространения диаспор

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Способ распространения диаспор | Число видов | % от флоры |
| 1. Анемохоры (общее число) | 110 | 38,7 |
| 1.1. Анемохоры A1 | 61 | 21,5 |
| 1.2. Анемохоры A2 | 46 | 16,2 |
| 1.3. Гемианемохоры A3 | 3 | 1 |
| 2. Зоохоры | 14 | 5 |
| 3. Гидрохоры | 3 | 1 |
| 4. Барохоры | 157 | 55,3 |

Преобладание барохоров связано с тем, что отвалы представляют собой открытые пространства с песчаной или супесчаной почвой, редко скальными породами, под значительным уклоном. В таких условиях семена растений легко могут скатываться по склонам и распространяться на большие расстояния (*Bromus squarrosus, Chenopodiastrum hybridum, Роа angustifolia* и др.)*.* Основная часть барохоров относится к луговой (43,9% от группы) и степной флоре (38,9%). Менее всего барохоров среди лесных (*Lupinaster pentaphyllus*) и прибрежно-водных (*Glaux maritima* и *Phragmites australis*) видов.

Большое количество анемохоров также связано с особенностями местообитания. Отвалы часто располагаются на возвышенностях, где дуют сильные ветры. Семена растений с приспособлениями, позволяющими им отрываться от растения и распространяться по ветру, имеют больше шансов на выживание (*Acer negundo, Carex supina, Tussilago farfara*). Преимущественно анемохоры всех типов распространены среди степных видов (37%). Соотношение видов различных эколого-ценотических групп в каждом подтипе анемохоров различно. Для А1 характерно доминирование луговых (32.8%) и степных (27,8%) видов; А2 – степные (50%) и лесные (30,4%); А3 – сорные (2 вида: *Salsola collina, Teloxys aristata*), степные (1 вид – *Sedobassia sedoides*).

Небольшая доля зоохоров объясняется тем, что отвалы представляют собой малопривлекательное местообитание для животных. В таких условиях животные редко встречаются, а семена растений, прикрепленные к шерсти, имеют меньше шансов на выживание. Большая часть зоохоров распространена среди лесных видов – 64,3%, сорные и степные представлены по 2 вида, а луговые одним (*Fragaria* *viridis*).

Совсем небольшая доля гидрохоров связана с тем, что отвалы редко подвергаются затоплению. На исследованных отвалах было обнаружено несколько подтопленных болотистых участков и одно искусственное водохранилище в зоне смыва, т.е. условий для развития растений, чьи семена распространяются водой, недостаточно для большого количества видов. Зафиксировано всего 3 вида: *Bidens tripartita, Calystegia sepium* и *Lemna minor*.

## **5.3 Синантропизация флоры**

Влияние человека на растительный покров экосистем любого уровня приводит к его синантропизации, которая может служить индикатором антропогенной трансформации. Синантропизация флоры свидетельствует о трансформации ландшафта, а синантропизация растительности - о трансформации биогеоценозов. В рамках исследования синантропизации флоры, виды растений подразделяются на две категории: синантропные (благосклонно воспринимающие антропогенную активность) и гемерофобы (испытывающие негативное влияние от антропогенного воздействия).

Конспект флоры железорудных отвалов Костанайской области включает 284 вида, из них: 107 синантропных видов и 177 видов-гемерофобов. Наибольшее количество синантропов относится к семействам *Asteraceae* (22), *Poaceae* (15) и *Fabaceae* (14).

Степень синантропизации флоры железорудных отвалов Костанайской области составляет 37,6%. По шкале антропогенной трансформации это соответствует умеренной трансформации, которая характеризуется присутствием в растительном покрове значительного количества синантропных видов.

По географическим группам синантропы распределились следующим образом: большая часть относится к паневразийскому ареалу (31,8% всех синантропных видов), далее голарктические виды – 23,4%, космополитные – 22,4%, восточноевропейско-азиатские – 7,5%, европейско-североазиатский и евросибирский – по 5,6%, азиатский – 3,7%.

Биоморфологический анализ синантропов отвалов показал, что преобладают длиннокорневищные травянистые поликарпики – 34,6%, далее однолетние травянистые растения – 17,8%, стержнекорневые виды – 14%. Наименее представленные группы: полукустарники, лиановидные и дерновинные виды.

Исследование вегетативного размножения синантропных видов, произрастающих на отвалах, продемонстрировало, что 43% из них обладают высокой вегетативной подвижностью. 40,2% синантропных видов не имеют такой способности, что ограничивает их возможности по освоению новых территорий. 9,3% видов демонстрируют ограниченную вегетативную подвижность, а 7,5% полностью лишены этой возможности. Преобладание вегетативно размножающихся видов на отвалах объясняется сложными условиями среды.

Среди 107 изученных видов 64% (68 видов) оказались барохорами, 26% (28 видов) – анемохорами, 10% (11 видов) – анемохорами с пылеватыми семенами, 6% (6 видов) – зоохорами. Преобладающая группа барохоров не имеет специальных приспособлений для распространения семян ветром или животными. Среди них значительна доля видов с длинными корневищами, однолетних и стержнекорневых. В суровых условиях отвалов преимущество имеют синантропные виды, чьи семена распространяются без помощи ветра или животных. Длинные корневища, однолетний цикл развития и стержневая корневая система обеспечивают барохорам быстрое освоение новых территорий, доступ к воде и успешное завершение жизненного цикла в короткий вегетационный период.

Специфику флоры отвалов в значительной степени определяют заносные (адвентивные) виды. На исследуемой территории обнаружено 28 заносных видов. Анализ адвентивных видов позволяет сделать выводы о путях их заноса на отвалы, а также об их способности к адаптации и образованию устойчивых популяций в условиях техногенного субстрата. Классификация адвентивных видов может осуществляться по способу их иммиграции и степени натурализации.

По способу иммиграции:

* Ксенофиты – случайно занесенные виды (*Setaria pumila*).
* Эргазиофиты – одичавшие культурные (*Acer negundo, Elaeagnus angustifolia, Hippophae rhamnoides*).
* Ксеноэргазиофиты – виды, для которых вероятны оба пути заноса (*Amaranthus retroflexus****, Conyza canadensis***).

По степени натурализации:

* Эпекофиты – натурализовавшиеся, активно расселяющиеся виды (*Setaria pumila*).
* Колонофиты – натурализовавшиеся, но ограниченные местами заноса виды (*Acer negundo, Elaeagnus angustifolia, Hippophae rhamnoides*).
* Эфемерофиты – не размножающиеся в местах заноса виды (*Echinochloa crus-galli, Malus baccata*).

Большая часть адвентов в списке техногенной флоры отвалов является одичавшими культурными видами, что объясняется относительной близостью дачных поселков №3, №8, №11-12 (от 1 до 5 км), отвал Соколовского карьера находится в черте города Рудный (менее 1 км до частного сектора).

# **6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОТВАЛОВ КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

## **6.1 Лесная рекультивация отвалов**

Отвалы вскрышных пород, являясь искусственными лишенными зональной растительности насыпями, создают не только неблагоприятные экологические условия, но и представляют собой нереализованный потенциал. Естественное зарастание доказывает, что, не смотря на длительность этого процесса, существует возможность использования данных земель в хозяйственных и рекреационных целях.

В ходе данного исследования были изучены опыты по рекультивации отвалов 1990-х годов, которые не дошли до завершения в виду финансовых проблем при Прекращении действия союзного договора. Терехова Э.Б. после длительного изучения грунтов и естественной растительности отвалов пришла к схожему выводу о недостаточной эффективности выжидательной стратегии в отношении восстановления экосистем на техногенных субстратах. Она предложила проведение рекультивации в направлении создания сенокосов и рекреационных территорий. Работы на опытных участках показали целесообразность данных предложений, однако, как было сказано ранее, довести до завершения рекультвацию на данных участках не удалось [14, 113].

Результаты нашего исследования указывают на существование более эффективного метода рекультивации, соответствующего актуальным экологическим проблемам. За последнее десятилетие температура на планете повысилась на 1,06-1,2°C по сравнению с последним десятилетием XX века, что во многом обусловлено ростом концентрации углекислого газа в атмосфере [170, 171].

Глобальное потепление имеет комплексные последствия, затрагивая не только климат и разрушая местообитания, но и создавая экономические и социальные риски. Повышение температуры приводит к более продолжительным и интенсивным засухам, наводнениям, лесным пожарам, что, в свою очередь, влечет за собой загрязнение воздуха, распространение заболеваний (например, лихорадки денге) на новые территории, угрозы продовольственной безопасности и другие проблемы [170, 171].

Большинство исследователей резкое повышение температуры связывают с увеличением углекислого газа в атмосфере за счет хозяйственной деятельности человека и прежде всего увеличение территорий, нарушенных в результате горнодобывающих работ [170, 171].

В условиях возрастающей остроты экологических проблем, особое значение приобретает поиск и внедрение более совершенных методов рекультивации земель. Одним из перспективных направлений в этом контексте является лесная рекультивация, заключающаяся в облесении техногенных субстратов с помощью различных пород деревьев и кустарников, как хвойных, так и лиственных.

Лесная рекультивация – это приоритетное направление в реабилитации земель, деградированных в результате горнодобывающей деятельности. Активное внедрение данного метода обусловлено острой необходимостью оптимизации критической экологической ситуации в регионах добычи железной руды и других недр. Важную роль играет экономическая целесообразность: относительная дешевизна и доступность работ по облесению.

Создание лесных насаждений на посттехногенных ландшафтах позволит: сформировать «зеленые пояса» вокруг населенных пунктов, частично нейтрализовать негативное влияние техногенных объектов на природные комплексы [172].

С начала 1970-х годов происходило становление и развитие методологических основ лесной рекультивации. На начальном этапе приоритетным направлением являлось создание на техногенно-нарушенных землях лесных насаждений из экономически ценных древесных пород, отличающихся высокими показателями продуктивности (как хозяйственной, так и биологической). Предполагалось дальнейшее целевое использование созданных лесных массивов [172].

В настоящее время наблюдается смещение акцентов в лесной рекультивации в сторону экологической направленности. Она ориентирована на формирование устойчивых самоподдерживающихся паразональных древесно-травянистых сообществ, характеризующихся высоким уровнем биологического разнообразия. Основной акцент делается на необходимости адаптации жизненного пространства под экологические и биологические потребности растений леса [172].

В контексте рекультивации земель, нарушенных горнодобывающей деятельностью, оценка потенциала различных видов флоры к секвестрации углекислого газа из атмосферы приобретает особую актуальность. Кустарниковые сообщества играют важную роль в начальном этапе рекультивации земель, нарушенных горнодобычей. Они быстро зарастают отвалы, стабилизируя грунт и поглощая углерод. В первые 10-15 лет кустарники накапливают биомассу быстрее деревьев, поглощая до 1 тонны углерода с гектара в год. Однако кустарники не долговечны. Через 20-30 лет они стареют и перестают эффективно поглощать углерод. Поэтому рекомендуется использовать кустарники в комбинации с деревьями. На первом этапе высаживают кустарники, а затем, по мере стабилизации грунта, подсаживают деревья [172, 173].

*Pinus sylvestris* представляет собой исключительно перспективный вид для увеличения депонирования углекислого газа на отвалах. Этот вид демонстрирует рекордные темпы роста и высокую устойчивость к неблагоприятным условиям, что делает его идеальным выбором для рекультивации нарушенных земель. Молодые сосновые насаждения способны аккумулировать до 4 тонн углерода с гектара в год, что является одним из самых высоких показателей среди всех лесных пород. Деревья сохраняют способность к активному росту и накоплению биомассы в течение первых 60 лет жизни. После этого интенсивность этих процессов снижается [172, 173].

При этом неизбежной эмиссии углекислого газа в атмосферу из субстрата горных пород отвалы и насаждениями сосны становятся углеродными фермами на многие десятилетия обеспечивая депонирование углерода [173]. Количество углерода, накапливаемого в сосновых лесах, можно регулировать путем изменения плотности посадки деревьев.

В ходе данного диссертационного исследования было разработано научное издание «Методические рекомендации по лесной рекультивации нарушенных земель Соколовского, Сарбайского и Качарского железорудных месторождений» (Приложение И) [174]. Данное научное издание утверждено и рекомендовано к изданию Научно-техническим советом Костанайского регионального университета имени Ахмет Байтұрсынұлы (29.02.2024 г. протокол № 3), в соответствии с существующей на момент написания нормативно-правовой базой Республики Казахстан [175-181].

## **6.2 Состояние лесных насаждений на железорудных отвалах**

На территории АО «ССГПО» и АО «Качары руда» сформировано большое количество отвалов общей площадью около 6 тыс. га.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| А | Б |
|  |  |
| В | Г |
| *А – АО «ССГПО», ~20 лет (фото 2022 г.); Б – АО «Качары руда», ~10 лет (фото 2022 г.); В – АО «Качары руда», ~10 лет (фото 2022 г.); Г – АО «ССГПО», ~40 лет (фото 2023 г.).*  Рисунок 30 - Уровень самозарастания разновозрастных отвалов | |

На отвалах в возрасте более 40 лет формируются естественные лесные насаждения в основном из *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Ulmus pumila*, *Malus baccata*, *Acer negundo*, *Hippophae rhamnoides* и некоторых других древесных растений (Рисунок 30).

*Pinus sylvestris* встречается на исследуемых отвалах довольно редко, но присутствует в естественных насаждениях довольно часто.

## **6.3 Основные принципы современной лесной рекультивации**

1. Лесные насаждения, создаваемые на нарушенных землях, не ограничиваются одной функцией. В рамках лесного направления рекультивации они могут выполнять различные задачи, обуславливая их многогранную роль в восстановлении и оптимизации окружающей среды.

*Основные категории лесных насаждений:*

* Лесохозяйственные: направлены на производство древесины и другой лесной продукции.
* Защитные же служат для защиты от ветровой и водной эрозии, оползней, лавин, шума и других негативных факторов.
* Водоохранные: обеспечивают сохранение и очистку водных объектов, регулируют водный режим.
* Рекреационные в свою очередь предназначены для отдыха, туризма, оздоровительных мероприятий.
* Санитарно-гигиенические - улучшают санитарно-гигиенические условия населенных пунктов.

*Природоохранное значение:*

Независимо от основной функции, все лесные насаждения на рекультивируемых землях играют природоохранную роль:

* Оптимизируют микроклимат:снижают температуру воздуха, увеличивают влажность,
* Защищают почву:от эрозии, уплотнения, засоления.
* Способствуют биоразнообразию: создают среду обитания для различных видов растений и животных.
* Улучшают качество воды: они фильтруют и очищают поверхностные и подземные воды.
* Снижают уровень шума т.е. создают акустический комфорт.

*Взаимосвязь с другими направлениями:*

Лесные насаждения могут интегрироваться с другими направлениями рекультивации, создавая комплексные системы:

* Сельскохозяйственное: лесомелиоративные насаждения, полезащитные полосы.
* Рыбохозяйственное: т.е. создание нерестилищ, защита водоемов от загрязнения.
* Водохозяйственное: через регулирование стока воды, создание водоохранных зон.
* Строительное т.е. озеленение территорий промышленных объектов, создание шумозащитных экранов.

Многофункциональность лесных насаждений на рекультивируемых землях позволяет не только восстановить нарушенные экосистемы, но и улучшить качество окружающей среды, создавая условия для устойчивого развития.

2. При отсутствии целевого хозяйственного использования проектирование рекультивации должно фокусироваться на повышении эколого-ценотических, почвенно-экологических и биосферных функций лесов на посттехногенных территориях.

Озеленение рекультивируемых территорий лесными культурами – это научно обоснованный процесс, который требует тщательного проектирования. Проектная документация должна разрабатываться на основе фактических данных, характеризующих:

* Лесорастительные условия: климат, почвы, рельеф, гидрогеологические условия.
* Агроэкологические условия: содержание питательных веществ в почве, наличие загрязняющих веществ, фитотоксичность.

На основании этих данных подбираются виды кустарников и деревьев, а также типы насаждений, которые будут отвечать целям рекультивации.

Важно учитывать:

* *Сукцессионные процессы*: постепенное изменение лесных насаждений со временем.
* *Устойчивость лесных насаждений*: способность к самовосстановлению и противостоянию неблагоприятным факторам.

Научный подход к проектированию лесных насаждений позволит максимально эффективно использовать их потенциал для рекультивации земель, восстановления нарушенных экосистем и создания благоприятных условий для жизни человека.

3. Создание эффективных проектов рекультивации опирается на комплекс нормативных и стандартных документов, охватывающих:

* Экологические аспекты: сохранение и восстановление природной среды.
* Санитарно-гигиенические требования: обеспечение безопасности и здоровья человека.
* Строительные нормы: возведение необходимых сооружений.
* Водохозяйственные мероприятия: сохранение водных ресурсов.
* Лесохозяйственные практики: создание лесных насаждений.

При этом учитываются региональные особенности: климат, почвы, рельеф, а также специфика нарушенного участка: тип и степень деградации.

Проектируемые решения:

* Обеспечивают оптимальные условия для роста и развития древесных насаждений в экстремальных условиях.
* Способствуют устойчивости насаждений к временным факторам.
* Предполагают противопожарную и противоэрозионную защиту.

Научный подход к разработке проектов рекультивации гарантируетвосстановление нарушенных земель, способствует созданию благоприятной окружающей среды, обеспечивает долгосрочную эффективность рекультивационных мероприятий.

4. Хозяйственная и почвенно-экологическая эффективность рекультивации при проектировании оценивается по комплексному природному потенциалу (КПП) местообитания, сформированного определённым набором технологических приёмов, предусмотренных проектом рекультивации. КПП рассчитывается, согласно научным разработкам Института почвоведения и агрохимии СО РАН согласно формуле 3:

|  |  |
| --- | --- |
| КПП = Бэ.п. х Кс.п. | (3) |

где Бэ.п. – бонитет эталонной почвы в баллах;

Кс.п. – коэффициент специфичности грунта техногенного местообитания.

Коэффициент специфичности грунта техногенного местообитания определяется количественной мерой сходства качества почв на поле рекультивации с качеством лучших ненарушенных почв региона; для Костанайской области такими эталонами признаны каштановые незасоленные почвы) [171, 172, 174].

5. Для определения эдафических условий и лесопригодности рекультивируемых территорий используется ГОСТ 17.5.1.03-86. Этот подход охватывает и экологические, и гигиенические аспекты, обеспечивая тем самым комплексный и детальный анализ [180].

## **6.4 Оценка лесопригодности рекультивируемых территорий**

1. Формирование древесных насаждений на нарушенных территориях происходит под влиянием комплекса природных и антропогенных факторов. Невозможно дать однозначную оценку влияния каждого фактора, т.к. их влияние может меняться под действием особенностей природной климатической зоны, конкретного участка и других условий (Рисунок 31). В зависимости от конкретных условий, один из факторов может играть доминирующую роль. Необходимо проводить детальные исследования для корректной оценки лесорастительных условий на каждом конкретном участке.

Взаимодействие природных и техногенных факторов на нарушенных территориях создает уникальную экологическую среду. Эта среда может быть, как благоприятной, так и неблагоприятной для роста и развития древесных растений.

Изучение и учет всех факторов, влияющих на лесную рекультивацию, позволяет разрабатывать эффективные методы рекультивации, подбирать оптимальные породы и сорта деревьев для озеленения нарушенных территорий, осуществлять мониторинг и прогнозировать динамику развития древесных насаждений.



Рисунок 31 – Факторы, влияющие на успешность лесной рекультивации

2. Оценка лесорастительных условий на техногенных территориях представляет собой комплексную задачу, обуславливаемую взаимосвязью многочисленных природных и техногенных факторов. Учитывая региональные особенности, выделяют ключевые факторы, определяющие лесорастительные условия: плодородие и влажность почвы, плотность сложения и аэрация грунтов, температурный и световой режимы, зависящие от ориентации и окраски поверхности, устойчивость к эрозии, определяемая величиной и протяженностью склона.

3. ГОСТ 17.5.1.03-86 классифицирует вскрышные и вмещающие породы по их химическому и гранулометрическому составу на 3 группы: пригодные, малопригодные и непригодные. Для более точной оценки вскрышных пород АО «ССГПО» и АО «Качары руда», которые относятся к малопригодным, их разделили на потенциально плодородные (бедные азотом) и малоплодородные (ограниченно пригодные) [180].

Группа 1. Пригодные породы с высоким уровнем плодородия: лёссовидные карбонатные суглинки (богаты питательными веществами, имеют хорошую структуру), некарбонатные лёссы (легко обрабатываются, достаточно хорошо удерживают влагу, обладают высокой пористостью), переотложенные лёссы (менее плодородны, чем лёссовидные суглинки), плодородная почва зонального типа, временно размещенная в отвалах (можно использовать для улучшения плодородия других почв) [180].

Группа 2. Потенциально плодородные, бедные азотом грунты: песчаники (имеют низкую водоудерживающую способность, требуют регулярного полива), известняковые породы (много кальция, могут содержать низкие концентрации других питательных веществ), алевролит мелкозернистый (плотная, но рыхлая порода; возможно улучшение органическими материалами), глины алевротовые (тяжелые плотные грунты; улучшение с помощью дренажа и компоста), глины карбонатные (много кальция, низкие концентрации питательных веществ) [180].

Группа 3. Элювиальные отложения смешанных, окисленных и тонкозернистых песчаников (с дефицитом питательных элементов и неоптимальной текстурой), огневые конгломераты (с каменистой структурой) и кальцитовые бурые глины (с высоким содержанием кальция, но недостаточным количеством питательных веществ) [180].

Группа 4. Непригодные и потенциально токсичные: руды, содержащие пирит и твёрдые горные породы (не соответствуют требованиям для создания лесов; требуется насыпь из суглинка толщиной от 0,5 до 1 метра), загрязнённые породы (уровень загрязнения которых превышает предельно допустимые концентрации для данного типа земель), а также глины опоки с высоким содержанием солей (не подходят для восстановления лесных угодий) [180].

4. Существует четыре типа местообитаний, которые различаются по режиму увлажнения: сухие, свежие, влажные и сырые [172, 174].

Сухие местообитания располагаются на заострённых пиках отвалов, на крутых склонах, обращённых на юг, состоящих из пород первой и второй категорий, а также на высоких отвалах, сформированных из пород третьей и четвёртой категорий. Эти местности отличаются недостатком воды, подвергаются влиянию ветров и солнечного излучения и часто обладают слаборазвитым почвенным слоем.

Свежий режим увлажнения обычно встречается на плоских отвалах, состоящих из материалов первых трёх категорий, а также на склонах, обращённых на север и восток. Такой же уровень влажности присутствует и в нижних сегментах южных и западных склонов. Это говорит о том, что в данных локациях присутствует достаточно воды для роста флоры, однако она не достигает чрезмерных значений.

Влажные местообитания часто расположены в замкнутых низинах и в тесных зонах у основания склонов, обращённых на север и восток.

Сырые местообитания приурочены к берегам водоемов и зонам выклинивания грунтовых вод.

5. Твердость техногенного элювия вскрышных пород напрямую влияет на гидрологический режим и, как следствие, на лесорастительные условия. Оптимальным для роста леса считается диапазон твердости от 5 до 15 кг/см2.

При твердости менее 5-15 кг/см2:

* Вода быстро просачивается на большие глубины, становясь недоступной для корневой системы деревьев.
* Запасы продуктивной влаги в корнеобитаемом слое снижаются.
* При твердости более 5-15 кг/см2:
* Инфильтрация воды снижается до 1-2 мм/мин и менее.
* Осадки не впитываются, а стекают по поверхности, размывая почву.
* Запасы продуктивной влаги в корнеобитаемом слое значительно сокращаются.
* Низкая аэрация уплотненных грунтов ограничивает количество конденсируемой влаги, важной для водного баланса.
* Для сохранения оптимального состояния элювиев горных пород необходимо их рыхление:
* До глубины в 0,5-1,0 м по окончании планировочных работ.
* Развивающийся лесной массив требует периодического ухода, примерно каждые пять лет.

Рыхление улучшает водопроницаемость, аэрацию и влагоемкость почвы, что оказывает значительное благоприятное воздействие на онтогенез растительных видов в лесных насаждениях .

6. Экспозиция и крутизна склонов напрямую влияют на режим увлажнения почвы и лесорастительные условия в конкретных местах.

Склоны ***северо-западной, северной, северо-восточной*** и ***восточной*** экспозиций имеют более благоприятные условия для роста деревьев. Это связано с:

* Большим снегонакоплением в зимний период, что обеспечивает достаточное увлажнение почвы весной и летом.
* Меньшим вымерзанием саженцев зимой из-за более низких температур.
* Более равномерным распределением осадков в течение года.
* Меньшим перегревом поверхности летом.

Склоны ***западной, юго-западной*** и ***южной*** экспозиций характеризуются худшими условиями для лесоразведения:

* Меньшее снегонакопление приводит к дефициту влаги в почве.
* Более высокие зимние температуры и частые оттепели увеличивают риск вымерзания саженцев.
* Быстрый сход осадков весной и летом не обеспечивает достаточного увлажнения почвы.
* Сильный перегрев поверхности летом может негативно влиять на рост деревьев.

На более крутых склонах эти неблагоприятные факторы усиливаются:

* Снег сдувается ветром, что уменьшает снегонакопление.
* Эрозия почвы более интенсивная, что ухудшает ее плодородие.
* Сток осадков происходит быстрее, что уменьшает увлажнение.

Важно учитывать влияние экспозиции и крутизны склонов при выборе места для лесоразведения. Наиболее благоприятными для роста деревьев являются склоны с северо-западной, северной, северо-восточной и восточной экспозицией с небольшой крутизной.

7. *Метод относительных (условных) показателей*

Таблица 27 – Классификация лесорастительных условий горных пород отвалов АО «ССГПО» и АО «Качары руда» [174]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Техногенный элювий горных пород по группам пригодности | Характеристика и показатели химического и гранулометрического состава [180, 181] | Режим увлажненности местообитаний на фрагментах рельефа | Индекс лесорастительных условий |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| **I** – плодородные и потенциально плодородные:органически обогащенный горизонт почвы, суглинки с лессовыми свойствами, содержащие карбонаты, и лессы без карбонатного состава, которые подверглись процессу переосаждения [174] | Почвы: рНводн. 5.5–8.2; общая концентрация токсичных солевых соединений – 0.0–0.2%; Аlподв. – 0–3 мг/100 г; Na – 0–5% от емкости поглощения; гумус более 2%; сумма фракции менее 0.01 мм – 10–75% | **1** – сухие: заостренные пики и крутые склоны, обращенные к югу (более 20°) | ***I1*** |
| Потенциально плодородные связные породы: рНводн. 5.5–8.4; общая концентрация токсичных солевых соединений – 0.0–0.4 % (нетоксичные); CaSO4 × 2H2O – 0–10%; CaCO3 – 0–30 %; Alподв. – 0–3 мг/100 г; Na – 0–5 % от емкости поглощения; гумус более 2 %; сумма фракций менее 0.01 мм – 10–75% | **2** – свежие: равнинные участки, склоны, обращенные к северу и востоку, а также основания склонов, направленных на запад и юг;  **3** – влажные: закрытые впадины без стока, основания склонов, обращенных на север и восток;  **4** – сырые: вдоль береговых линий водных объектов и в точках просачивания подземных вод | ***I2***  ***I3***  ***I4*** |
| **II** – потенциально плодородные, но с минимальным сод ержанием доступного азота: песчаный алевролит, тонкозернистый алевролит, алевролитовый аргиллит, алевролитовая глина, карбонатная глина [174] | Осадочные и полускальные породы, которые обладают неблагоприятными физическими качествами и подвержены ускоренному разрушению, относятся к категории малопригодных: рНводн. 5.5-8.4; общая концентрация токсичных солевых соединений 0.0–0.4% (нетоксичные); CaSO4 × 2H2O – 0–10%; CaCO3 – 0–30%; Alподв. – 0–3 мг/100 г; Na – 0–5% от емкости поглощения; разнообразной гранулометрической структуры | **1** – сухие: овальные вершины, склоны, обращенные к югу;  **2** – свежие: поверхностные участки, а также склоны, направленные на север и восток;  **3** – влажные: закрытые впадины без стока;  **4** – сырые: в прибрежных зонах водных территорий | ***II1***  ***II2***  ***II3***  ***II4*** |

*Продолжение таблицы 27*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| **III** – малопригодные (ограниченно пригодные): смешанные, содержащие гематит и алевролитовые песчаники, огневой конгломерат, а также бурая глина с кальцитом [174] | Осадочные и полускальные породы, которые обладают неблагоприятными физическими качествами и подвержены ускоренному разрушению, относятся к категории малопригодных: рНводн. 3.5-9.0; общая концентрация токсичных солевых соединений 0.4-0.8% (нетоксичные); CaSO4 × 2H2O – 10-20%; CaCO3 – 30-75 %; Alподв. – 3-18 мг/100 г; Na – 5–20 % от емкости поглощения; разнообразной гранулометрической структуры | **1** – сухие: овальные вершины, склоны, обращенные к югу;  **2** – свежие: поверхностные участки, а также склоны, направленные на север и восток;  **3** – влажные: закрытые впадины без стока;  **4** – сырые: в прибрежных зонах водных территорий | ***III1***  ***III2***  ***III3***  ***III4*** |
| **IV** – непригодные прочные осадочные породы, отличающиеся высокой стойкостью к разрушению: песчаники и алевролиты, связанные устойчивым цементирующим веществом, а также породы, содержащие пирит [174] | Скальные породы с неблагоприятными физическими свойствами, устойчивые к выветриванию. Непригодные по химическому составу: рНводн. 3.5; токсичные; Аl подв. - более 18 мг/100 г | **1** – сухие из-за низкой влагоемкости скальных пород;  **1–4** – пиритсодержащие минеральные агрегаты | ***IV1,***  ***IV1****,* ***IV2****,* ***IV3****,* ***IV4*** |

Примечания:

1. рНводн. – реакция почвенного раствора;

2. Суглинки и лессовые почвы, а также субстраты второй и третьей групп с плотностью свыше 20 кг/см² классифицируются как менее подходящие [174].

3. Темные углеродистые породы подвергаются более интенсивной дегидратации из-за высокой температуры по сравнению со светлыми породами и в плане влажности классифицируются как более засушливые типы горных пород [174].

4. Опоки: pH водный = 3,0-4,0; лигнитовые глины и пески: pH водный=2,8-3,5; - меловые пестроцветные глины: pH водный=6,2-9,0 относятся к группе не пригодных для лесной рекультивации [174].

Оценка лесопригодности земель для рекультивации может опираться на потенциальную плодородность элювиальных отложений горных пород и уровень их влажности. Эти факторы, в свою очередь, зависят от природных и техногенных условий.

Для каждого типа лесорастительных условий определяется индекс лесопригодности. Индекс состоит из двух цифр:обозначает класс лесопригодности, основанный на потенциальной плодородности почвы (I – высокая, II – средняя, III - низкая); арабская отражает режим водного баланса почвы (1 – избыточное, 2 – достаточное, 3 – недостаточное)

Метод оценки лесопригодности по относительным (условным) показателям позволяет сравнить лесопригодность разных территорий, определить наиболее перспективные для лесоразведения участки, а также спланировать лесохозяйственные мероприятия. Разработанная в ходе данного исследования классификация условий грунтов отвалов АО «ССГПО» и АО «Качары руда» представлена в таблице 27.

Однако стоит отметить, что метод не учитывает все факторы, влияющие на лесопригодность территории. Он является лишь одним из инструментов оценки лесопригодности и должен использоваться в комплексе с другими методами.

## **6.5 Требования к горнотехническому этапу рекультивации**

1. Успех всего проекта рекультивации напрямую зависит от горнотехнического этапа, являющегося его основой, наиболее ответственным и затратным комплексом работ.

Ключевые аспекты на этапе горных работ включают:

*Выборочное извлечение пород*:

* + Классификация пород в зависимости от их пригодности для последующего восстановления.
  + Применение соответствующих пород для создания слоя, предназначенного для рекультивации.

*Формирование оптимального ландшафта*:

* + Учет требований ландшафтного дизайна, экономических и эксплуатационных условий.
  + Обеспечение стабильности и безопасности создаваемого ландшафта.

*Формирование рекультивационного слоя*:

* + Выбор материалов, обладающих нужными свойствами.
  + Достижение необходимой толщины и объёма слоя.

*Предотвращение и контроль нежелательных эффектов:*

* + Меры против выветривания, сели, водных и мерзлотных процессов.
  + Предупреждение пожаров и других вредных событий.

При проектировании отвалов пустых породнеобходимо предусмотреть оптимальные условия для биологической фазы восстановления земель в проектной документации до начала её использования. Такой подход обеспечит уменьшение объема работ в финальной фазе проекта.

Успешная реализация горнотехнического этапа рекультивации обеспечивает создание устойчивой основы для биологического этапа, снижение затрат на рекультивацию в целом и восстановление нарушенных земель, также возвращение их в хозяйственный оборот.

Важно отметить, что горнотехнический этап – это комплексная задача,требующая тщательного планирования и профессионального выполнения. Привлечение опытных специалистов и использование современных технологий позволяет минимизировать риски и добиться желаемого результата.

2. Методика обустройства отвалов для биологического этапа восстановления растительного покрова должна охватывать ряд действий, направленных на предотвращение пожаров, защиту от эрозии и создание благоприятных условий для развития долговечных и самодостаточных лесных экосистем.

3. Создание устойчивых лесных массивов на техногенных отвалах требует системного подхода, направленного на предотвращение уплотнения элювия и эндогенных возгораний.

Главным фактором является формирование рыхлого слоя горной массы, пригодного для развития корней деревьев, толщиной 2-2,5 м. Это обеспечит достаточное пространство для роста корневой системы в зрелом состоянии. Перспективным методом достижения этой цели является частичная рекультивация экскаваторных и железнодорожных отвалов. Она включает в себя срезку вершин гребней, выполаживание крутых склонов и другие мероприятия. В результате формируется мелкобугристая поверхность с перепадами высот до 1-2 м. Это не только обеспечивает рыхлость корнеобитаемого слоя, но и способствует снегозадержанию и накоплению влаги, создавая более благоприятные экологические условия для роста древесных насаждений.

Таким образом, комплексный подход к формированию лесных массивов на техногенных отвалах, основанный на предотвращении уплотнения и создании оптимальных условий для роста корней, позволяет создавать устойчивые и долговечные экосистемы.

*Дополнительные преимущества*:

* Разнообразие экологических условий на мелкобугристой поверхности способствует росту более широкого спектра видов растений.
* Снегозадержание и влагонакопление увеличивают доступность воды для деревьев, что особенно важно в засушливых регионах.
* Мелкобугристая поверхность снижает эрозионные процессы, сохраняя плодородный слой почвы.

Данный подход может быть применен к различным типам техногенных отвалов, что открывает широкие возможности для рекультивации земель и создания устойчивых лесных насаждений.

4. Чрезмерно уплотненные автомобильные отвалы несут ряд проблем: эрозия, низкая плодородность, неэстетичный вид. Метод экранирования показал свою высокую результативность в восстановлении подобных отвалов. Суть метода заключается в нанесении на их поверхность слоя, соответствующего по литологическому составу основной горной массе.

Цель экранирования – снижение плотности поверхностного слоя отвала, улучшение инфильтрации воды и аэрации, создание благоприятных условий для роста растительного покрова.

Преимущества экранирования: простота реализации, доступность материалов, эффективность в снижении эрозии и улучшении плодородия почвы.

*Рекомендации*:

* Мощность экранирующего слоя должна составлять не менее 0,5 м.
* Экранирующий материал должен быть рыхлым и не содержать крупных фракций.
* Для повышения эффективности экранирования рекомендуется внесение органических удобрений.

Экранирование может снизить температуру поверхностных грунтов железорудного отвала, что особенно важно в засушливых регионах. Экранирующий слой может служить убежищем для мелких животных, что способствует восстановлению биоразнообразия.

Данный метод может быть применен к отвалам различного возраста и степени уплотнения.

5. Применение почвоулучшителей для повышения плодородия почвы, включая богатый гумусом верхний слой или потенциально плодородные грунты (лёссы), критично для восстановления лесов. Тем не менее, результативность данного подхода обусловлена характеристиками поверхности отвалов.

*Отвалы из скальных и прочных осадочных пород:*

Предлагается применять средства для улучшения качества почвы на экскаваторных насыпях, которые были подвергнуты частичной вспашке, что обеспечивает рыхлую структуру породы. Оптимальная толщина такого слоя — 20-30 см. Это мера направлена на повышение плодородия и создание условий, благоприятствующих росту лесных растений.

*Автомобильные отвалы:*

При рекультивации рекомендуется использовать экранирующий слой. Он представляет собой искусственно созданный слой из чистых суглинков или смеси суглинков со вскрышными породами. Мощность слоя должна составлять от 2 до 2,5 метров. Задачей является сокращение плотности почвы, улучшение её способности пропускать воду и воздух. Нежелательно использовать тяжёлые глинистые почвы, так как они могут ограничить развитие корневой системы деревьев, увеличить риск ветровых бедствий и привести к ухудшению состояния лесных насаждений.

*Общие рекомендации:*

Рекомендуется применять экранирующий почвенный слой только по истечении одного-двух лет после формирования поверхности отвалов и их первичного выравнивания, непосредственно перед началом биологического этапа восстановления участка. За это время отвал успевает достаточно усадить, что обеспечивает стабильность основания для экранирующего слоя. Внесение слоя в этот период позволяет создать оптимальные условия для роста растений, которые будут высажены на рекультивируемой территории.

Тип почвоулучшителя и его мощность должны подбираться с учетом специфики каждого отвала. Неправильный выбор почвоулучшителя или несоблюдение технологии его внесения может привести к негативным последствиям для рекультивации.

6. В зависимости от типа породы и с учетом эрозионной опасности, а также реакции древесных насаждений на экспозицию и уклон, установлены предельные значения крутизны откосов для основных типов пород (Таблица 28). Решение о необходимости планирования откосов принимается на стадии проектирования.

Таблица 28 – Крутизна откосов, допускаемая при частичной планировке бестранспортных отвалов [174]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Типы вскрышных пород  по механическому составу | Крутизна откосов, о | |
| Благоприятные  экспозиции | Менее благоприятные  экспозиции |
| Каменистые (более 70%),  неподверженные эрозии | (СЗ, С, СВ, В, ЮВ) 20-25 | (З, ЮЗ, Ю)  15-20 |
| Песчаные, супесчаные и суглинистые,  каменисто-щебнистая фракция - до 70% | 15-20 | 10-15 |
| Глинистые | 10-15 | 5-10 |

7. Ключевым моментом в процессе рекультивации на горнотехнической стадии служит создание инфраструктуры доступа и связи. Это обеспечивает не только возможность выполнения работ по посадке леса, но и является основой для реализации мер по предотвращению пожаров в новообразованных лесных массивах. Таким образом, подъездные пути и коммуникационные линии играют важную роль в поддержании жизнеспособности и безопасности лесных насаждений на начальном этапе их развития.

## **6.6 Подбор древесных и кустарниковых видов**

1. Выбор растений для заселения поверхности железорудных отвалов осуществляется с учётом их способности адаптироваться к стрессовым условиям техногенных ландшафтов. Необходимо, чтобы они могли не только выживать в сложных условиях на антропогенном элювии, но и способствовать стабилизации грунта за счёт развитой корневой системы. Важно также, чтобы эти растения вносили вклад в экосистему, как с точки зрения биоразнообразия, так и в плане эстетического оформления местности.

Ввиду уникальных агрохимических и гидрофизических характеристик горных пород, не каждый вид деревьев, встречающихся в данном регионе, может быть использован для создания лесов на техногенно измененных почвах. Основываясь на их биоэкологических особенностях, древесные виды могут быть классифицированы как пригодные, ограниченно пригодные и непригодные.

2. К категории пригодных для рекультивации земель относятся те кустарниковые и древесные породы, которые хорошо приживаются и растут на таких территориях. Индикаторы выживаемости и развития данных видов сопоставимы с теми, что наблюдаются в естественной среде или почти достигают этих уровней. Благодаря их биоэкологическим характеристикам, они могут быть адаптированы для использования в разнообразных лесоводственных условиях на землях, измененных человеческой деятельностью.

Среди самых перспективных для лесной рекультивации растений можно выделить: *Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, *Hippophaë rhamnoides*. Для отвалов АО «ССГПО» и АО «Качары руда» выделены наиболее подходящие виды: *Elaeagnus angustifolia*, *Ulmus pumila*, *Caragana arborescens*, *Lonicera tatarica*, *Populus × sibirica*. На засоленных грунтах перспективным для использования является *Tamarix ramosissima* Ledeb.

3. Некоторые виды, такие как *Ulmus* *laevis,* *Ribes aureum*, *Prunus besseyi*, некоторые виды ив: *Salix acutifolia*, *S. caprea*, *S. caspica,* могут прижиться на отвалах при условии улучшения почвы*.* Эти виды называют условно пригодными.

4. В таблице 29 представлен рекомендуемый ассортимент древесных и кустарниковых пород для лесоразведения на техногенных землях, дифференцированный по типам лесорастительных условий.

Полевые опыты показали, что другие испытанные виды деревьев и кустарников не способны адаптироваться к специфическим условиям техногенных земель и не могут быть рекомендованы для использования в лесомелиоративных целях.

5. Выбор основной древесной породы для лесоразведения на отвалах зависит от их экологических условий: литологического состава, уплотненности, экспозиции и крутизны склона.

Сосна обыкновенная является универсальной породой, успешно растущей на любых субстратах. На карбонатных отвалах хорошо себя зарекомендовала *Betula pendula*. В зонах с сильным загрязнением атмосферы рекомендуется использовать устойчивые к выбросам лиственные породы: *Populus × sibirica*, *Ulmus pumila*, а также различные кустарники. На увлажненных склонах можно использовать *Hippophae rhamnoides*, которая, как и *Pinus sylvestris*, нетребовательна к плодородию почвы. На участках со средним засолением хорошо растут *Elaeagnus angustifolia, Ribes aureum* и *Tamarix ramosissima*.

Таблица 29 – Ассортимент древесных растений для рекультивации отвалов АО «ССГПО» и АО «Качары руда» [174]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Виды деревьев и кустарников | Лесорастительные условия | Ограничения |
| Хвойные породы | | |
| *Pinus sylvestris* | I-III 1-3 | Сильно засоленные плотно-глинистые породы |
| Лиственные породы | | |
| *Betula pendula* | I-III 1-3 | Сильно засоленные плотно-глинистые породы |
| *Populus × sibirica* | I-III 2-3 | Сильно засоленные плотно-глинистые породы |
| *Ulmus pumila* | I-II 2-4 |  |
| *Fraxinus pennsylvanica* Marshall | I-II 2-3 | Сильно засоленные плотно-глинистые породы |
| *Elaeagnus angustifolia* | I-II 2-3 |  |
| Кустарники | | |
| *Hippophae rhamnoides* | I-III 1-3 | Сильно засоленные породы |
| *Caragana arborescens* | I-III 1-3 | Сильно засоленные плотно-глинистые породы |
| *Lonicera tatarica* | I-II 1-3 | Сильно засоленные плотно-глинистые породы |
| *Ribes aureum* | I-II 2-3 | Низкая влажность пород |
| *Cerasus besseyi* | I-II 3-4 | Низкая влажность пород |
| *Tamarix ramosissima* | I-II 3-4 | Низкая влажность пород |
| *Salix acutifolia, S. caprea, S. caspic* | I-II 3-4 | Низкая влажность пород |

**6.7 Закладка лесных насаждений на участках рекультивации**

1. Восстановление растительности на отвалах с помощью лесных видов – это особый процесс, отличающийся от традиционных методов лесоводства.

*Главные отличия:*

* Используется больше посадочного материала. Это необходимо, чтобы компенсировать низкую приживаемость саженцев на рекультивированных землях.
* Применяются специальные схемы посадки. Они учитывают особенности рельефа и почвы отвалов.
* Подбираются сопутствующие породы, которые хорошо приспособлены к суровым условиям рекультивированных земель.

Эти отличия обусловлены специфическими свойствами рекультивированных субстратов. Они могут быть бедны питательными веществами, иметь плохую структуру и кислотность. Кроме того, отвалы часто подвержены эрозии и оползням.

2. Оптимальным периодом для посадки саженцев деревьев и кустарников на рекультивируемых землях является период через 1-2 года после завершения горнотехнического этапа рекультивации. Это обуславливается комплексом факторов, происходящих в течение данного времени. Происходит естественное уплотнение отвала, что обеспечивает устойчивость саженцев. Снижается риск оседания и деформации почвы, потенциально способных повредить корневую систему. Атмосферные условия, такие как освещение, влажность и изменения температуры, способствуют разрушению горных пород. Образуются мелкоземные фракции, которые улучшают структуру почвы и повышают ее плодородие. Увеличивается водоудерживающая способность субстрата, что критически важно для приживаемости саженцев. Почва становится более рыхлой, что обеспечивает оптимальную аэрацию корневой системы. Щебнистые и каменистые грунты, не подверженные уплотнению, под влиянием природных факторов приобретают рыхлую структуру. Это обеспечивает благоприятные условия для роста и развития корневой системы саженцев.

Таким образом, выдержка 1-2 лет после горнотехнического этапа рекультивации позволяет создать оптимальные условия для посадки саженцев деревьев и кустарников, что обеспечивает их высокую приживаемость и успешное развитие.

3. Оптимальные сроки и типы посадочного материала для лесной рекультивации на рекультивируемых землях

Саженцы, которым два-три года, могут быть использованы для восстановления территорий без плодородного верхнего слоя почвы, таких как местности с песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Они могут быть высажены в первые 2-3 года после того, как отвал был сформирован, и до того момента, когда начнется процесс естественного заселения растениями.

Четырех-пятилетние саженцы лучше приспособлены к условиям среды и могут быть использованы для рекультивации территорий, которые были созданы более пяти лет назад. Эти растения могут эффективно конкурировать с травянистыми видами, что делает их подходящими для участков, требующих долгосрочной рекультивации.

*Посадка после нанесения почвоулучшителей*. Деревья и кустарники следует высаживать сразу после нанесения и разравнивания почвоулучшителей. Это обеспечивает приживаемость и укрепление молодых саженцев до начала массового роста сорняков.

***Выбор типа посадочного материала:***

*Сеянцы*: подходят для менее задерненных участков. Менее затратный вариант.

*Саженцы*: обладают повышенной способностью противостоять соперничеству с травами. Подходят для более задерненных участков.

***Обоснование сроков:***

*Слабая задерненность*: в первые 2-3 года после отсыпки отвала травянистая растительность еще не успевает сформировать плотный травостой. Это обеспечивает более благоприятные условия для приживаемости сеянцев.

*Устойчивость к конкуренции*: с возрастом саженцы обладают повышенной способностью противостоять соперничеству с травами. Это позволяет использовать их на более задерненных участках.

*Почвоулучшители*: ранняя посадка после нанесения почвоулучшителей позволяет молодым саженцам использовать преимущества улучшенной почвы до того, как она будет заселена сорняками.

4. Для эффективного восстановления лесов на территориях с отходами горных работ предлагается насаждение *Pinus sylvestris* и *Betula pendula* с плотностью 1000-1500 деревьев на гектар. Такой подход способствует формированию древостоев средней плотности с процентом перекрытия крон от 50% до 70%, что является наиболее благоприятным для здорового роста и развития лесных культур. При этом рекомендуется использовать широкорядную схему посадки с расстоянием между рядами 1,5 м и между растениями в ряду 5-6 м.

5. Оптимальными периодами для посадки хвойных пород являются:

***Ранняя осень (сентябрь):***

Погода: прохладная, с среднесуточной температурой 10-15C.

Преимущества: достаточно влаги в почве после летнего периода, отсутствие изнуряющей летней жары, хвойные успевают укорениться до наступления морозов.

***Весна (конец апреля – первая половина мая):***

Погода: перед тем, как начнется интенсивное развитие верхних почек у молодых растений.

Преимущества: почва прогрета после зимы, активный рост корневой системы, сеянцы уже адаптированы к низким температурам.

Важно избегать посадки хвойных в период летней жары из-за высокой вероятности иссушения и гибели саженцев, а также в период морозов в виду риска повреждения корневой системы.

Выбор конкретного периода зависит от климатических особенностей региона, погодных условий года, а также от вида и возраста саженцев.

6. Защита корневой системы хвойных саженцев при посадке:

Успешная посадка хвойных культур, независимо от времени года, во многом зависит от сохранности их корневой системы. Метод «зачехления» – научно обоснованный и эффективный способ повышения приживаемости саженцев. Он заключается в обмакивании корней сеянца в глиняную болтушку непосредственно перед выкопкой в лесном питомнике. Чтобы улучшить укоренение растений и способствовать их развитию, советуется вносить в питательный раствор жидкие гуминовые подкормки, содержащие микроэлементы. Эффективными будут такие средства, как «Био-Мастер», «Техура-М», «Техура-био» и аналогичные.

К преимуществам «зачехления» относятся: сохранение влаги в корнях, защита от механических повреждений, стимуляция образования новых корней и улучшение приживаемости саженцев.

Добавление гуминовых удобрений обогащает почву питательными веществами, стимулирует рост корневой системы, повышает устойчивость к стрессовым факторам.

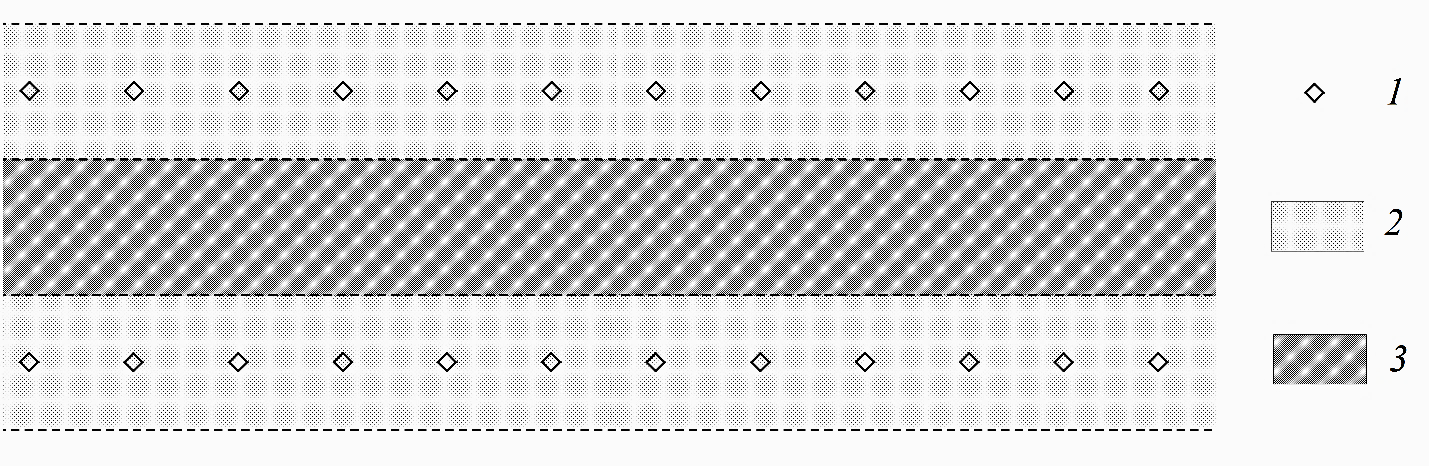
Применение метода «зачехления» с добавлением гуминовых удобрений значительно увеличивает шансы на успешную приживаемость хвойных культур и обеспечивает их активный рост.

7. Выбор метода создания культур обуславливается комплексом факторов, среди которых рельеф и наличие крупнообломочного материала в поверхностном слое. На откосах с крутизной более 10 и при значительной каменистости грунтов механизированная посадка становится невозможной. В таких условиях, с целью лесной рекультивации, применяется ручная посадка под меч Колесова. Данный метод позволяет эффективно осуществлять лесную рекультивацию на сложных рельефах, обеспечивая приживаемость саженцев в условиях каменистых почв.

8. В целях вовлечения техногенных субстратов в биологический круговорот, ускорения почвообразования, предотвращения роста сорняков и обеспечения оптимальных условий для развития древесных культур в начальный период их жизни рекомендуется совмещать посадку деревьев с посевом многолетних трав.

Выбор видов трав зависит от будущего развития древесного полога. Под кронами деревьев, где освещенность ограничена, целесообразно высевать низовые рыхлокустовые злаки, такие как *Poa pratensis* и *Agrostis gigantea*. В междурядьях, где освещенность выше, следует сеять бобовые травы, например, *Melilotus officinalis* и *Onobrychis arenaria*.

Для создания благоприятных условий для роста трав, их сеют вдоль полос (Рисунок 32). В частности, зерновые культуры распределяются на расстоянии 1,5-2 метра по обеим сторонам деревьев. В свою очередь, бобовые культуры размещаются в промежутках между зерновыми полосами, занимая пространство шириной от 2 до 3 метров.



*1 – сеянцы древесной породы, 2 – посев злаков, 3 – посев бобовых*

Рисунок 32 - Схема посадки древесных и злаковых/бобовых культур широкорядным способом

Данная технология позволяет ускорить формирование почвенного слоя за счет накопления органического вещества и азота, что, в свою очередь, улучшает условия для роста деревьев, предотвратить эрозию почвы и улучшить ее водно-физические свойства, подавить рост сорной растительности, что снижает конкуренцию за ресурсы между деревьями и сорняками, создать благоприятные условия для развития микрофлоры и активизировать биологические процессы в почве.

Таким образом, совместный посев многолетних трав и древесных культур на техногенных субстратах является эффективным способом рекультивации земель и создания устойчивых лесных насаждений.

9. Оптимальным временем для посева трав является осень, вплоть до выпадения снега. Это позволяет травам укорениться до наступления морозов и обеспечивает их успешное перезимовку.

Посев трав следует проводить после посадки древесных сеянцев:

*При весенней посадке*: посев трав осуществляется осенью того же года.

*При осенней посадке*: посев трав можно провести одновременно с посадкой сеянцев или сразу после нее.

Семена трав высеваются вразброс:

Ручные сеялки ранцевого типа: используются для равномерного распределения семян.

Два сеяльщика: в процессе агротехнического посева, первый оператор осуществляет распределение семян по билатеральной схеме относительно вектора движения, обеспечивая равномерное покрытие почвенного слоя. Второй оператор, следуя в интеррядьях, выполняет задачу засева центральной разделительной зоны, используя методику точного дозирования для оптимизации распределения семенного материала.

Такой подход обеспечивает равномерное распределение и эффективное использование семян, создание оптимальных условий для прорастания и развития трав.

10. Нормы высева семян трав при рекультивации:

***Общие рекомендации:***

*Злаки*: *Poa pratensis* и *Agrostis gigantea* – 10-12 кг/га.

*Бобовые*: *Melilotus officinalis* – 12-15 кг/га, *Onobrychis arenaria* – 50-60 кг/га.

***Корректировка норм высева:***

При равном соотношении злаковых и бобовых культур в агроценозах, стандартные нормы посева для каждого из компонентов сокращаются на 50%. Это обусловлено взаимным влиянием данных культур, которое приводит к оптимизации использования ресурсов и повышению общей урожайности.

Снижение норм высева при смешанном посеве необходимо для равномерного распределения семян и конкуренции между видами. Пропорциональная корректировка обеспечивает оптимальную густоту травостоя с учетом особенностей каждого вида.

*Пример:* Травосмесь: 50% мятлика лугового, 25% полевицы белой, 25% донника желтого.

Норма высева:

* *Poa pratensis*: (10-12 кг/га) \* 0,5 \* 0,5 = 3,125 кг/га.
* *Agrostis gigantea*: (10-12 кг/га) \* 0,5 \* 0,5 = 3,125 кг/га.
* *Melilotus officinalis*: (12-15 кг/га) \* 0,25 = 3-3,75 кг/га.

Итого: 9,25-10 кг/га.

Приведенные нормы высева являются ориентировочными. Точные нормы высева следует корректировать с учетом конкретных условий рекультивации. Для определения оптимальных норм высева рекомендуется обратиться к специалистам.

Данный подход к выбору норм высева семян трав обеспечивает создание устойчивого травостоя, предотвращение эрозии почвы, улучшение плодородия почвы, а также создание благоприятных условий для роста древесных культур.

11. Для территорий, где работы по восстановлению земельных участков, включая выравнивание и обработку почвы, были завершены четыре-пять лет назад или ранее, предпочтительно применять технологию создания культур с использованием плантационного посева.

***Суть метода***:

* Высаживание саженцев в возрасте 4-6 лет методом куртинной посадки.
* Уменьшение количества саженцев для посадки до 200-400 штук на гектар.
* Размещение саженцев в куртины по 5-8 штук в каждую.
* Дистанция между деревьями в пределах одной куртины составляет 2-3 метра.
* Интервал между отдельными куртинами - 10-12 метров (Рисунок 33).

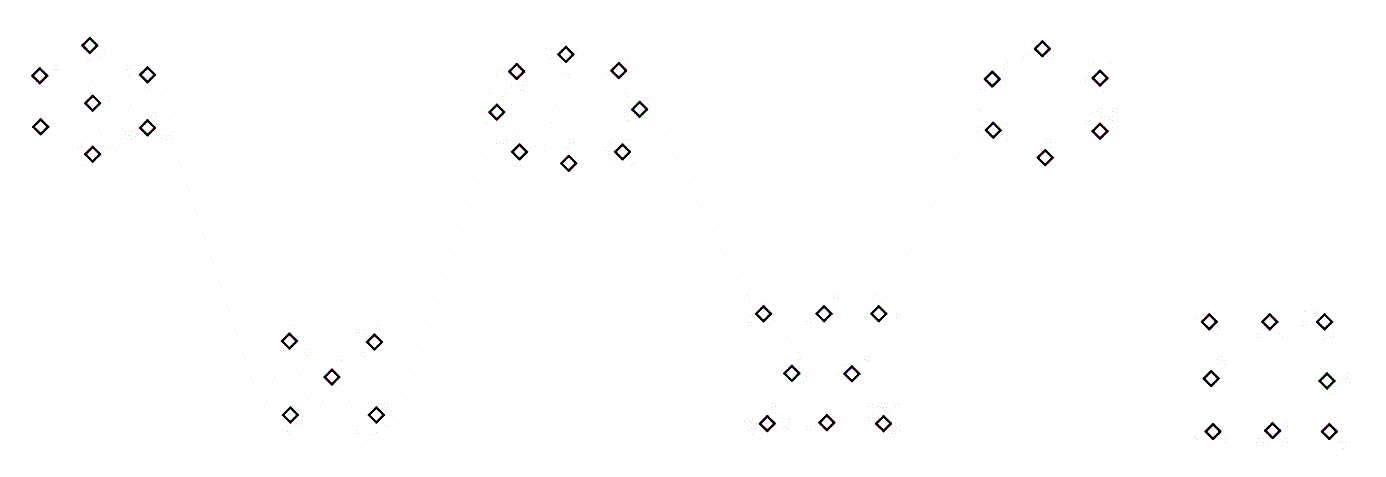
**

Рисунок 33 - Схема куртинного размещения деревьев плантационно-обсеменительных культур

***Преимущества метода:***

* Снижение затрат: требуется меньше саженцев.
* Быстрое плодоношение: саженцы начинают плодоносить через 10-12 лет.
* Естественное обсеменение: семена из куртин постепенно обсеменяют открытые участки.
* Формирование многоярусных насаждений: более устойчивые к неблагоприятным условиям.
* Развитие травяного покрова: улучшает почвенные условия.

***Результат***:

Создание устойчивых лесных насаждений: разновозрастные, многоярусные с развитым травянистым покровом.

12. Плантационно-обсеменительные культуры создаются с использованием саженцев, выращенных в питомнике с закрытой корневой системой. Наиболее благоприятным периодом для их посадки является период с конца августа до середины сентября.

Выбор этого периода обуславливается прекращением роста и одревеснением побегов текущего года у саженцев, возможностью адаптации корневой системы к новым условиям произрастания до наступления холодов, наступлением прохладной погоды с осадками, что благоприятствует приживаемости саженцев.

В случае теплой солнечной погоды после посадки требуется осуществлять полив для обеспечения лучшей приживаемости.

13. Для высадки растений используют лунки, подготовленные заблаговременно. Лучший метод их формирования - применение буров, которые можно соединить с тракторами типа МТЗ-82 или использовать переносные моторные буры. Размеры этих углублений должны быть адаптированы к размерам корневого клуба: ширина лунки должна превышать ширину клуба на 50-70%, а её глубина должна быть на 20-30% больше его высоты.

При этом важно обеспечить достаточное пространство для корневой системы, избежать излишнего заглубления саженца и сохранить целостность корневого кома. Соблюдение этих требований является залогом успешной приживаемости саженцев.

14. Противоэрозионные насаждения на крутых склонах:

Создание устойчивых насаждений на крутых склонах (более 20) является важной задачей рекультивации. Из-за дефицита воды использование традиционных деревьев 1-й величины нецелесообразно. Наиболее перспективным на таких склонах является черенкование 2-3 летних побегов *Salix acutifolia, S. caprea, S. caspic*, *Tamarix ramosissima* и *Populus × sibirica*.

***Оптимальные параметры черенков***:

Длина: 40 см Диаметр: 8-15 мм

Для стимуляции корнеобразования черенки перед посадкой замачивают на 12-24 часа в 0,3% водном растворе мочевины со стимулятором корнеобразования («Корневин», «Альбит», «Гетероауксин»).

***Высадка черенков:***

* Схема: 1-1,5 × 3-5 м
* Расположение рядов: по траверсу склона
* Способ: вручную под металлический штырь
* Глубина: 2/3-3/4 длины черенка

Данный метод позволяет создать эффективную защиту от эрозии, обеспечить быстрое укоренение, использовать неприхотливые к условиям виды, повысить эстетическую привлекательность территории.

Применение данного метода способствует улучшению экологической ситуации и повышению устойчивости склонов к эрозии.

15. Для озеленения освещенных склонов южной, юго-западной и западной экспозиции рекомендуется использовать многовидовые травосмеси засухоустойчивых трав. Такие травосмеси могут включать в себя растения как *Agropyron pectinatum*, *Bromopsis inermis*, *Poa pratensis*, *Festuca valesiaca* и *F. rubra*, а также люцерну желтую и эспарцет песчаный. Семена обычно высевают осенью методом рассеивания, при этом самым продуктивным способом считается применение гидросеялок. Созданный многокомпонентный травостой укрепляет поверхность склона, препятствует водной эрозии и выветриванию, а также выравнивает и стабилизирует водный режим.

16. Обязательным компонентом лесной рекультивации нарушенных земель является проведение рубок ухода. Эти мероприятия, учитывая специфику лесорастительных условий и преимущественно природоохранное значение рекультивации, имеют ряд особенностей:

*Формирование многовидового состава:*

Использование естественно возобновившихся древесных и кустарниковых пород. Это способствует созданию более устойчивых и биоразнообразных лесонасаждений.

*Интенсивное изреживание:*

Проводится в высокополнотных древостоях. Цель: создание достаточной для деревьев площади почвенного питания. Это способствует более активному росту и укреплению здоровья деревьев, увеличивая их способность противостоять негативным условиям.

*Обрезка нижних мутовок:*

Осуществляется в хвойных молодняках при проведении рубок осветления и прочисток. Цель: повышение противопожарной безопасности.

В целом, рубки ухода при лесной рекультивации способствуют формированию устойчивых и многовидовых лесонасаждений, улучшают рост и здоровье деревьев, повышают их экологическую и эстетическую ценность, обеспечивают выполнение лесонасаждениями природоохранных функций.

Важно отметить, что рубки ухода должны проводиться с учетом специфики лесорастительных условий и целей рекультивации. Оптимальные режимы рубок ухода разрабатываются на основе научных исследований и практического опыта.

17. Важной частью лесной рекультивации нарушенных земель является комплекс лесозащитных мероприятий. Эти мероприятия обязательны и должны быть запланированы в проектной документации. Лесозащитные мероприятия разрабатываются на основе соответствующих документов, таких как «Наставление по защите…» [182].

В этом документе учитываются специфика лесорастительных условий, виды и возраст лесных культур, характер и степень антропогенного воздействия. Лесозащитные мероприятия при лесной рекультивации включают:

*Профилактические меры:*

* Выбор устойчивых к вредителям и болезням пород.
* Использование здорового посадочного материала.
* Соблюдение правил лесной рекультивации.
* Проведение лесопатологического мониторинга.

*Активные меры:*

* Борьба с вредителями и болезнями с использованием биологических, химических и механических методов.
* Охрана лесных культур от незаконных рубок, палов, выпаса скота и других видов антропогенного воздействия.

Эффективность лесозащитных мероприятий зависит от комплексного подхода, своевременности их проведения и квалификации специалистов.

Важно отметить, что лесозащитные мероприятия способствуют сохранению лесных культур и молодняков, повышают устойчивость лесонасаждений к вредителям и болезням, ускоряют процесс лесной рекультивации, а также обеспечивают создание устойчивых и продуктивных лесов.

# **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Исследование естественного зарастания железорудных отвалов приобретает особую актуальность в свете парадигмы устойчивого развития. Это научное направление способствует решению экологических и экономических проблем, связанных с техногенным нарушением земель, и вносит свой вклад в достижение целей устойчивого развития.

В результате данного исследования мы пришли к следующим выводам:

1. Флора отвалов Соколовского, Сарбайского и Качарского железорудных месторождений насчитывает 284 вида, относящихся к 163 родам и 44 семействам. Во флоре отвалов преобладают покрытосеменные растения - 283 вида (99,7%). Однодольных насчитывается 40 видов (14,1%), а двудольных - 243 (85,6%). Голосеменные представлены одним видом.

2. Систематический анализ техногенной показал, что флора отвалов характеризуется доминированием видов с широкими евразийскими ареалами. Преобладают травянистые поликарпики (64,4%) с ползучими или вьющимися побегами. В зависимости от возраста и состава почв на отвалах формируются участки с различной степенью увлажнения. 50,4% видов – мезофиты, 27,8% – ксеромезофиты. Эколого-ценотический анализ выявил преобладание луговых и степных видов. Также высока доля сорных и лесных видов. Более половины видов (59,7%) обладают способностью к вегетативному размножению. Преобладание барохоров связано с открытостью пространств, песчаной или супесчаной почвой и значительным уклоном.

3. Флора отвалов содержит 107 синантропных видов. Степень синантропизации составляет 37,6%, что отражает умеренный уровень воздействия человека на состояние растительного покрова.

4. Сукцессионные процессы на отвалах Соколовского, Сарбайского и Качарского месторождений характеризуются четырьмя последовательными стадиями фитоценотического развития: пионерной группировкой, группово-зарослевым сообществом и сложным фитоценозом и проценозом. Каждая стадия имеет свои характерные особенности, в том числе в зависимости от степени засоленности грунтов. Наибольшее влияние оказывает сульфатное засоление.

5. Пионерная группировка на засоленных грунтах крайне малочисленна насчитывает 7 видов. Все виды относятся к адвентивным или сорным растениям. На незасоленных грунтах появляется на 2-3 год после отсыпки, отмечено 7 видов, два из них относятся к степной зональной флоре,с минимальной встречаемостью и активностью.

6. Группово-зарослевое сообщество на засоленных грунтах содержит 42 вида. На этой стадии активное участие принимают широко ареальные длиннокорневищные растения, также отмечено появление древесных растений. Растения, как правило, маломощные, в высоту не более 1,5 м. На незасоленных грунтах поселилось 43 вида. Отмечено появление древесных видов, поселение немногочисленных степных растений зональной флоры.

7. На этапе диффузного (сложного) растительного сообщества складываются ярко выраженные ярусы растительности, доминируют виды, типичные для местных фитоценозов. На засоленных грунтах поселяется 32 вида. Здесь формируются мозаичные сообщества с участием единичных сосен и березы. Отмечен многочисленный самосев березы. Несмотря на значительный возраст отвалов на этой стадии сохраняется присутствие сорных растений. На незасоленных грунтах поселилось 58 видов.

8. На старом отвале возрастом более 40 лет, на незасоленных участках сформированы проценозы, в некоторой степени схожие с зональными или интрозональными сообществами, в которых присутствуют растения зональной флоры. Отмечен 81 вид.

9. 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). Данные виды оказывают наиболее существенное влияние на разнообразие и продуктивность фитоценозов, определяя вектор восстановительной сукцессии на отвалах.

10. Для начальных стадий сингенеза характерен случайный и нестабильный флористический состав растительных сообществ. Отмечается экологическая неоднородность видов первых этапов сингенеза, которая выражается в поселении видов разных ценотических групп. Даже на старых отвалах отмечается неполночленность флористического состава по сравнению с естественными фитоценозами.

11. Скорость сукцессионных изменений зависит от экологических условий отдельных участков отвалов, а также литологического состава горных пород, слагающих отвал. Наиболее высокая скорость сингенеза наблюдается на отвалах, сложенных незасоленными породами, на которых через 40-50 лет образуются проценозы – природоподобные растительные сообщества.

12. Данное исследование подтвердило длительность и ограниченную эффективность естественного зарастания отвалов, что обуславливает необходимость проведения научно обоснованной рекультивации.

Нами составлены рекомендации по лесной рекультивации железорудных отвалов в Костанайской области. Они включают в себя оценку лесопригодности рекультивируемых территорий, требования ко всем этапам рекультивации, ассортимент древесных пород, пригодных для рекультивации в степной зоне, технологию посадки растений на отвалах.

Разработано электронное учебное издание «Техногенная флора железорудных отвалов Костанайской области». Издание представляет собой интерактивный ресурс, содержащий информацию о таксономическом составе, морфологическом строении, распространении и экологических особенностях видов, произрастающих на этих техногенных ландшафтах.

Полученные в ходе диссертационного исследования результаты послужат основой для разработки ряда учебно-методических комплексов, монографии; публикации статей в рецензируемых изданиях, входящих в международные базы цитирования «Scopus» и «Web of Science», список рекомендованных КОКСНВО МНВО РК изданий.

Геоботанические описания, фотографии и собранные растительные образцы будут использованы в ходе преподавания ряда дисциплин естественно-научного цикла. Оформленные гербарные листы доступны для изучения в коллекциях TOBYLKZ и KUZ, а также они оцифрованы и размещены в электронном учебном издании.

Представленная диссертационная работа является начальным этапом комплексного исследования, которое будет последовательно развиваться в ближайшие годы. В рамках дальнейших работ планируется привлечение различных экспертов в смежных областях знаний, расширение базы данных исследования и углубленное изучение ряда актуальных вопросов. Предполагается продолжение сотрудничества с горнодобывающими предприятиями в формате прямого взаимодействия, а также участие в проектах, финансируемых государственными грантами и из других источников. Таким образом, данная диссертация закладывает фундамент для масштабного исследования, которое позволит получить глубокие и всесторонние знания в этой области.

# **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Концепция по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия Республики Казахстан до 2030 года. – URL: https://tehranconvention.org/system/files/kazakhstan/koncepciya.pdf (дата обращения: 4.12.2021).
2. Глобальная стратегия сохранения растений. – URL: https://www.bgci.org/files/Plants2020/GSPCbrochure/gspc\_russian2.pdf (дата обращения: 4.12.2021).
3. Федотов В.И. Техногенные ландшафты: теория, региональные структуры, практика. – Воронеж, 1985. – 178 с.
4. Федотов В.И. Методические основы и методика изучения техногенных ландшафтов // Программа и методы изучения техногенных биогеоценозов. - М.: 1978. - С. 53-64.
5. Koščová M. et al. Geo-Environmental Problems of Open Pit Mining: Classification and Solutions // E3S Web of Conferences. – 2018. - № 41. https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184101034.

6. Мильков Ф.Н. Человек и Ландшафты. Очерки антропогенного ландшафтоведения. - М. Мысль, 1973. - 224 с.

7. Трофимов С.С., Теплякова А.А., Клевенская И.Л. Системный подход к изучению процессов почвообразования в техногенных ландшафтах // Почвообразования в техногенных ландшафтах. - Новосибирск, 1979. - С. 3-19.

8. Трофимов С.С., Овчинников В.И. Антропогенный рельеф Кузбасса // Рекультивация в Сибири и на Урале. - Изд-во Наука, Сибирское отд-ние. Новосибирск, 1970. - С. 5-24.

9. Манаков Ю.А. Особенности формирования растительного покрова в карьерно-отвальных ландшафтах Кузбасса (на примере Кедровского угольного разреза): автореф. дисс. … канд. биол. наук. – Новосибирск, 2000. – 16 с.

10. Martínez-López S., Martínez-Sánchez M.J., Pérez-Sirvent C. Do Old Mining Areas Represent an Environmental Problem and Health Risk? A Critical Discussion through a Particular Case // Minerals. – 2021. - № 11. <https://doi.org/10.3390/min11060594>

11. Тарчевский В.В. Закономерности формирования фитоценозов на промышленных отвалах: автореф. дис… д-ра биол. наук. - Том. ун-т Томск: 1967. - 36 с.

12. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан за 2022 год. – URL: https://ecogosfond.kz/wp-content/uploads/2023/12/NDSOS-2022-RUS-gotov1-1.pdf (дата обращения: 5.05.2024).

13. Терехова З.Б., Ланина Р.И., Фоменко Л.В. Естественное зарастание отвалов Соколовского железорудного карьера // Растительность и промышленная среда. - Свердловск: 1974. - № 3. - С. 162-174.

14. Конысбаева Д.Т. Формирование растительного покрова на отвалах предприятий железорудной промышленности в Северном Казахстане: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05. - Екатеринбург, 2003. - 145 с.

15. Научно-исследовательский центр «ПЭБ». Природные особенности Костанайской области. – URL: <https://nic-peb.kspi.kz/ru/14-plitki/84-prirodnye-osobennosti-kostanajskoj-oblasti.html> (дата обращения: 12.01.2022).

16. Воскресенский С.С. Геоморфология СССР. - М.: Изд-во «Высшая школа», 1968. - 87 c.

17. Сваричевская З.А. Геоморфология Казахстана и Средней. - Л.: Изд-во «ЛГУ», 1965. - 56 с.

18. Искакова К.А. География Костанайской области. – Алматы, 2003. – 93 с.

19. Агроклиматические ресурсы Костанайской области / Под ред. С.С. Байшоланова. - Астана, 2017. - 139 с.

20. Казгидромет. Климат Казахстана по областям. Костанаайская область. – URL: <https://www.kazhydromet.kz/ru/klimat/klimat-kazahstana-po-oblastyam> (дата обращения: 12.01.2022).

21. Kicklighter D. W. et al. Potential influence of climate-induced vegetation shifts on future land use and associated land carbon fluxes in Northern Eurasia // Environmental Research Letters. – 2014. – Т. 9. – №. 3. – С. 035004. DOI 10.1088/1748-9326/9/3/035004

22. Vakulchuk R. et al. A void in Central Asia research: climate change // Central Asian Survey. – 2022. - № 42(1). – Р.1-20. DOI: 10.1080/02634937.2022.2059447

23. Таиров Ш. М., Абдуллаев, Б. Б. Чрезвычайные и критические изменения климата в странах центральной Азии // Universum: технические науки. - 2020. - №2-1 (71).

24. Jaagus J., Ahas R. Space-time variations of climatic seasons and their correlation with the phenological development of nature in Estonia // Climate Research. – 2000. – Т. 15. – №. 3. – С. 207-219.

25. Touré A. et al. Dynamics of wind erosion and impact of vegetation cover and land use in the Sahel: A case study on sandy dunes in southeastern // CATENA. – 2019. - № 177, - P. 272-285. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.02.011>.

26. Walker D. A. et al. Long-Term Studies of Snow-Vegetation Interactions // BioScience. – 1993. - № 43(5). – Р.287–301. https://doi.org/10.2307/1312061.

27. Информационная система «Почвенно-географическая база данных России». Электронная версия Национального атласа почв Российской Федерации. Черноземы обыкновенные. – URL: <https://soil-db.ru/soilatlas/razdel-3-pochvy-rossiyskoy-federacii/chernozemy-obyknovennye> (дата обращения: 01.03.2022).

28. Гирфанов В.К., Ряховская Н.Н. Микроэлементы в почвах Башкирии и эффективность микроудобрений. - М.: Наука, 1975. – 170 с.

29. Почвы СССР / Отв. ред. Г.В. Добровольский. - М., "Мысль", 1979. – 380 с.

30. Атлас почв Российской Федерации. Раздел 3. Почвы Российской Федерации. Черноземы южные. – URL: https://soil-db.ru/soilatlas/razdel-3-pochvy-rossiyskoy-federacii/chernozemy-yuzhnye (дата обращения: 01.03.2022).

31. Дамбинов Ю.А Особенности формирования черноземов южного Предбайкалья их рациональное использование. – URL: https://files.scienceforum.ru/pdf/2012/2487.pdf (дата обращения: 01.03.2022).

32. Атлас почв Российской Федерации. Раздел 3. Почвы Российской Федерации. Лугово-черноземные почвы. Лугово-черноземные солонцеватые и солончаковатые почвы. – URL: <https://soil-db.ru/soilatlas/razdel-3-pochvy-rossiyskoy-federacii/lugovo-chernozemnye-pochvy-lugovo-chernozemnye-soloncevatye-i-solonchakovatye-pochvy> (дата обращения: 01.03.2022).

33. Почвы России и СССР. Часть III. Систематические описания почв. – URL: <https://ecosystema.ru/08nature/soil/102.htm> (дата обращения: 01.03.2022).

34. Fernandez‐Illescas C. P. et al. The ecohydrological role of soil texture in a water‐limited ecosystem // Water Resources Research. – 2001. – №. 37 (12). – С. 2863-2872.

35. Дмитриевский Ю.Д. Природно-ресурсный потенциал и природно-ресурсное районирование // Географические исследования регионального природно-ресурсного потенциала. - Саранск, 1991. - С. 13-20.

36. English N.B., et al. The influence of soil texture and vegetation on soil moisture under rainout shelters in a semi-desert grassland // Journal of Arid Environments. 2005. - № 63(1). – P. 324-343. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.03.013>.

37. Cable J.M. et al. Soil Texture Drives Responses of Soil Respiration to Precipitation Pulses in the Sonoran Desert: Implications for Climate Change // Ecosystems. – 2008. - № 11. – Р. 961–979. <https://doi.org/10.1007/s10021-008-9172-x>.

38. Dodd M. et al. Associations between vegetation patterns and soil texture in the shortgrass steppe // Plant Ecology. 2002. - №158. – Р. 127–137. https://doi.org/10.1023/A:1015525303754.

39. Пережогин Ю. В. Таксономический анализ флоры Костанайской области (Северный Казахстан) // Вестник ОГУ. - 2008. - №5-1. – С. 137-139.

40. Reznikova Zh.I. Distribution patterns of ants in different natural zones and landscapes in Kazakhstan and Western Siberia along meridian trend // Euroasian entomological journal. – 2003. - № 2(4). – С. 235-242.

41. Интерактивная карта общественного экологического мониторинга Список особо-охраняемых территорий РК. – URL: https://ecokarta.kz/prot\_area?page=7 (дата обращения: 13.01.2022).

42. Наурзумский заповедник. Флора. - URL: <https://naurzum.kz/priroda-zapovednika/flora> (дата обращения: 13.01.2022)

43. Брагина Т.М., Борисова Е.С. Анализ лекарственной флоры памятника природы «насаждения березовых и сосновых лесов у озера боровское» Мендыкаринского района Костанайской области» // Вестник КГПИ. – 2021. - №3 (63). – С. 62-67.

44. Нурмухамбетова Р.Т. Флора и растительность долины реки Тобол: В пределах Костанайской области: авторефер. дис … канд. биол. наук. – Екатеринбург, 1999.

45. Кобланова С.А., Рогожкина Ю.О. Эколого-таксономический анализ прибрежной флоры Аулиекольского района (Костанайская область) // Вестник КарГУ Серия «Биология. Медицина. География». – 2020. - № 3(99). DOI 10.31489/2020BMG3/83-90.

46. Simanchuk Y., Sultangazina G. Natural vegetation communities on the iron ore dumpsites in Northern Kazakhstan // Biodiversitas Journal of Biological Diversity. – 2023. - №24 (6). – Р. 3414-3423. https://doi.org/10.13057/biodiv/d240637.

47. Monjezi M. et al. Environmental impact assessment of open pit mining in Iran // Environmental Geology. – 2009. – № 58. – р. 205–216 https://doi.org/10.1007/s00254-008-1509-4.

48. Feng Y., et al. Effects of surface coal mining and land reclamation on soil properties: A review // Earth-Science Reviews. – 2019. - №191. – Р. 12-25. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.02.015.

49. Brand U., Wissen M. The Imperial Mode of Living: Everyday Life and the Ecological Crisis of Capitalism. Verso, 2021. – 256 p.

50. Klimova O., Kupriyano, A. Natural reforestation of Kuzbass dumps // BIO Web Conference. – 2021. – № 31. DOI: 10.1051/bioconf/20213100012

51. Peltz C.D., Harley A. Biochar Application for Abandoned Mine Land Reclamation // Agricultural and Environmental Applications of Biochar: Advances and Barriers. – 2015. – №63. https://doi.org/10.2136/sssaspecpub63.2014.0047.5

52. Noviyanto A. et al. The assessment of soil quality of various age of land reclamation after coal mining: a chronosequence study // Journal of Degraded and Mining Lands Management. – 2017. – №5 (1). – Р. 1009-1018. DOI:10.15243/jdmlm.2017.051.1009.

53. Swab R.M., et al. Native vegetation in reclamation: Improving habitat and ecosystem function through using prairie species in mine land reclamation // Ecological Engineering. – 2017. – № 108 (B). – Р. 525-536. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.05.012.

54. Hendrychová M., Svobodova K., Kabrna M. Mine reclamation planning and management: Integrating natural habitats into post-mining land use // Resources Policy. – 2020. – № 69, Р. 101882 https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101882.

55. Fernández-Caliani J.C., et al. Soil quality changes in an Iberian pyrite mine site 15 years after land reclamation // CATENA. – 2021. – № 206. – Р. 105538. https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105538.Peco et al., 2021;

56. Pratiwi Narendra B.H. et al. Managing and Reforesting Degraded Post-Mining Landscape in Indonesia: A Review // Land. – 2021. - №10. – Р. 658. https://doi.org/10.3390/land10060658.

57. Унаева Н. М. Проект «Рекультивация нефтезагрязненных земель месторождении Западного Казахстана». – URL: https://eee-science.ru/item-work/2021-2624/ (дата обращения: 10.09.2022).

58. Bendfeldt E. S., Burger J. A., Daniels W. L. Quality of Amended Mine Soils After Sixteen Years // Journal of Soil Science Society of America Volume. - 2001. - № 65 (6). - Р. 1736-1744

59. Шандала Н.К. c соавт. Мониторинг здоровья населения и состояния окружающей среды в районах бывших урановых производств в Центральной Азии // ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2019. – 34 с.

60. Belov A. et al. Restoration of ecological and geological systems of disturbed lands of South Primorye // E3S Web of Conferences. – 2020. – №175. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017506013

61. Korniyenko V.Y. et al. Reclamation of destructed lands owing to illegal amber production in northern regions of Ukraine // Resource-saving technologies of raw-material base development in mineral mining and processing. – 2020. https://doi.org/10.31713/m905.

62. Treschevskaya E. et al. Plant species selection and biomass nutrient content on post-mine sites of the Kursk magnetic anomaly // Russia IOP Conf. Ser.: Earth and Environmental Science. – 2021. - №875. DOI 10.1088/1755-1315/875/1/012046.

63. Khismatullin M., et al. Implementation of government support measures for reclamation as an incentive for the development of the agricultural industry: Experience of the Republic of Tatarstan // BIO Web of Conferences. – 2021. - №37. https://doi.org/10.1051/bioconf/20213700080.

64. Tchoroev A. 2021. Lack of awareness and post-mining mismanagement in Kyrgyzstan // The Impact of Mining Lifecycles in Mongolia and Kyrgyzstan. – 2022. – 22 р.

65. Henik Ya. et al. Principles of revitalization of technogically violated areas in the western region of Ukraine // Zeszyty Naukowe. - 2022. - №22 (XI-2). https://sci.ldubgd.edu.ua/jspui/handle/123456789/11165

66. Edelev A.V. et al. Reclamation of Waste Storage Sites of the Mining Industry in the Russian Federation // Journal of Minig Science. – 2022. – №58. – Р. 1053-1068. https://doi.org/10.1134/S1062739122060205

67. Chaplygina А.B. et al. The main factors and prospects for the restoration of biodiversity in technogenic territories (on the example of the Poltava Mining and Processing Plant) // Biosystems Diversity. – 2023. - № 31(1). – Р. 100-112. https://doi.org/10.15421/012311

68. Buma B. et al. A foundation of ecology rediscovered: 100 years of succession on the William S. Cooper plots in Glacier Bay, Alaska // Ecology. – 2017. – № 98. – Р. 1513-1523. https://doi.org/10.1002/ecy.1848.

69. Chang C.C., Turner B.L. Ecological succession in a changing world // Journal of Ecology. – 2019. - № 107. – Р. 503– 509. https://doi.org/10.1111/1365-2745.13132

70. Clements F.E. Plant Succession and Indicators. - New York, 1928. - 453 p.

71. Grime J. P., Hodgson J. G., Hun, R. Comparative plant ecology: a functional approach to common British species // Landon. e.a. Unwin Hyman, 1988. - 742 p.

72. Grime J. P. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionarytheory // American Naturalist. - 1977. - № 111 (982). - P. 1169-1194.

73. Whittaker R. H. Communites and Ecosystems. - New York: Macmill, 1970. - 162 p.

74. Миркин Б.М. Теоретические основы современной фитоценологии. - М.: Наука, 1985. - 137 с.

75. Куприянов А.Н. Биологическая рекультивация отвалов в субаридной зоне. - Алма-Ата, 1989. - 104 с.

76. Манаков Ю.А., Стрельникова Т.О., Куприянов А.Н. Формирование растительного покрова в техногенных ландшафтах Кузбасса. - Новосибирск: Изд. СО РАН, 2011. - 180 с.

77. Климова О.А., Куприянов А.Н. Влияние экологических  
условий на занос семян и лесовозобновление на отвалах угольных  
разрезов Кузбасса // Сибирский лесной журнал. - 2018. - № 5. - С. 45-53.

78. Чибрик Т.С*.* Флора и растительность техногенных ландшафтов Урала // Растительность и промышленная среда. - Свердловск, 1992. - С. 59.

79. Щербатенко В.И., Шушуева М.Г.Характерные черты сингенеза растительности на гидроотвалах Грамотеинского разреза в Кузбассе // Проблемы рекультивации земель в СССР. - Новосибирск: Наука, 1974, - С. 172–180.

80. Кандрашин Е.Р. Сингенез и продуктивность естественной растительности и полукультурфитоценозов на отвалах угольных разрезов Кузбасса // Почвообразование в техногенных ландшафтах. - Новосибирск: Наука, 1979. - С.163-172.

81. Миркин Б.М. Классификация форм антропогенных изменений растительности // Антрополерантность наземных биоценозов и прикладной экологии. - Таллин, 1977. - С. 92-95.

82. Хархота Т.Г., Дмитриенко П.П. Поширения *Gypsophila paulii* Klok на территориях металургийных заводи в Донбасу // Укр. ботаничий журнал. - 1976. - №. 33. - С. 391-392.

83. Куприянов А. Н., Манаков Ю. А., Баранник Л. П. Восстановление экосистем на отвалах горнодобывающей промышленности. - Новосибирск: Акад. изд-во «ГЕО», 2010. - 165 с.

84. Antonik V. et al. Ways to reduce technogenic landscape disturbances in mining production // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. - № 1049. doi:10.1088/1755-1315/1049/1/012002.

85. Куприянов А.Н. Способ рекультивации отвалов // Авторское свидетельство № 4266409/30-15(071440) от 28.03.88 0.4/0.1.

86. Моторина Л.В.Естественное зарастание отвалов открытых разработок // Растительность и промышленные загрязнения. - Свердловск, 1970. - С. 118–123.

87. Рева М.Л., Бакланов В.И. Динамика естественного зарастания террикоников Донбасса // Растения и промышленная среда. - Свердловск, 1974. - С.109–115.

88. Дымина Г.Д., Ершова Э.А. Сукцессионные ряды, климакс и онтогенез сообществ // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. - Кемерово, 2009. - С. 3-20.

89. Раменский Л.Г. Избранные работы. - Л.: Наука, 1971. - 333 с.

90. Саламатова Н.А., Плошко Г.С. Сравнительный анализ флористического состава сообществ на отвалах угольных разрезов ПО «Приморскуголь» // Растительность и промышленная среда. - Свердловск, 1992. - С. 78-94.

91. Копцева Е.М. Естественное восстановление растительности на техногенных местообитаниях Крайнего Севера (Ямальский сектор Арктики): Дисс. … канд. биол. наук. - Спб, 2005. - 237 с.

92. Куприянов А.Н., Баранник Л.П. Зарастание отвалов Кузбасса // Известия АГУ. - Барнаул: Изд-во АГУ, 1996. - №1. - С. 54-63.

93. Куприянов А.Н., Баранник Л.П., Захаров А.П. Сингенез на отвалах Кузбасса // Биологическая рекультивация нарушенных земель. - Екатеринбург: УрО РАН, 1996. - С. 77-79.

94. Шенников А.П. Введение в геоботанику. - Л.: Издательство ЛГУ, 1964. - 447 с.

95. Титлянова А.А. и др. Сукцесии и биологический круговорот. - Новосибирск: Наука, 1993. - 157 с.

96. Манаков Ю.А., Куприянов А.Н.Диагностические критерии сингенетических сукцессий на отвалах Кузбасса // Экология урбанизированных территорий. – 2009. - №2. - С. 82-85.

97. Сумина О.И. Восстановление растительности на техногенных местообитаниях Чукотки // Освоение Севера и проблема рекультивации. - Сыктывкар: Ин-т биологии Коми науч. центра УрО РАН, 1991. - С. 179.

98. Таранов С.А. и др. Парцеллярная структура фитоценоза и неоднородность молодых почв техногенных ландшафтов // Почвообразование в техногенных ландшафтах. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-е, 1979. - С. 19-57.

99. Федотов В.И. Естественные фитоценозы техногенных ландшафтов Курской магнитной аномалии // Растения и промышленная среда: сб. науч. тр. Свердловск, 1984. - С. 22-29.

100. Куприянов А.Н., Морсакова Ю.В. Естественное зарастание отвалов Кузбасса // Вестник Кузбасского государственного университета. - 2006. - № 3. - С.48-52.

101. Манаков Ю.А. Зональные особенности группировок растений на отвалах Кузбасса // Материалы IV Междунар. научной конференции. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2010. – С. 109-112.

102. Манаков Ю.А., Куприянов А.Н. Экологическая амплитуда растений в условиях местообитаний техногенного ландшафта // Вестник ОГУ. - 2010. - №4 (110). - С. 107-111.

103. Чибрик Т.С.Формирование растительных сообществ в процессе самозарастания на отвалах угольных месторождений Урала // Растительность и промышленная среда. – Свердловск, 1979. – С. 9–24.

104. Терехова Э.Б. Грунты отвалов Соколовско-Сарбайского железорудного месторождения и оценка их пригодности для развития растений // Растения и промышленная среда. Свердловск, 1976. - С. 123-131.

105. Терехова Э.Б. Пригодность вскрышных пород карьеров Казахстана для биологической рекультивации // Рекультивация земель, нарушенных при добыче полезных ископаемых. - М., 1977. - С. 279-284.

106. Паспорт по инвестиционной привлекательности Костанайской области. – URL: <http://iw.org.pl/wp-content/uploads/2018/10/Atrakcyjno%C5%9B%C4%87-inwestycyjna-obwodu-kostanajskiego.pdf> (дата обращения: 28.11.2022).

107. Говорова Ю.Н. Степной гигант (из истории Соколовско-Сарбайского горо-обогатительного комбината-акционерного общества «Соколовско-Сарбайское горно-обогатительное производственное объединение») // Всесоюзные ударные стройки в истории ХХ века. - Казань, 2015 - С. 175-181.

108. Промышленность Казахстана за 40 лет: сборник статей / под общ. ред. И.М. Бровера и Н.А. Ерофеева. - Алма-Ата, 1957.

109. Журилов Е.В. ССГПО - первое в Казахстане. Глобус. Геология и бизнес. – URL: https://www.vnedra.ru/glavnaya-tema/ssgpo-pervoe-v-kazahstane-11320/ (дата обращения: 29.11.2022).

110. Горная энциклопедия Соколовско-Сарбайский горно-обогатительный комбинат. – URL: http://www.mining-enc.ru/s/sokolovsko-sarbajskij-gorno-obogatitelnyj-kombinat/ (дата обращения: 29.11.2022).

111. Hawkins T. et al. The geology and genesis of the iron skarns of the Turgai belt, northwestern Kazakhstan // Ore Geology Reviews. – 2017. - № 85. –P. 216-246. https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2015.10.016.

112. Herrington R.J., Smith M.L., Maslennikov V.V., Belogrub E., Armstrong R. A. Short Review Of Palaezoic Hydrothermal Magnetite Iron-Oxide Deposits of The South and Central Urals and Their Geological Settings // Hydrothermal Iron Oxide Copper-Gold & Related deposits A global perspective. – 2002. - № 2. – Р. 343-353

113. Горная энциклопедия: в 5 т. / гл. ред. Е. А. Козловский – М.: Советская энциклопедия, 1984-1991.

114. Терехова Э. Б. Направления и способы биологической рекультивации на горнорудных предприятиях Северного Казахстана // Растения и промышленная среда. – Свердловск: УрГУ, 1990. – № 13. – С. 100-120.

115. Минералы и месторождения России и стран ближнего зарубежья. Соколовское (Fe) месторождение. URL: <https://webmineral.ru/deposits/item.php?id=859> (дата обращения: 28.11.2022).

116. Горная энциклопедия Качарский горно-обогатительный комбинат. URL: <http://www.mining-enc.ru/k/kacharskij-gorno-obogatitelnyj-kombinat> (дата обращения: 30.11.2022).

117. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Добыча и обогащение железных руд. ИТС 25-2017. – 2017. – 114 с.

118. Анистратов Ю.И. [Отвалообразование](http://geo.web.ru/db/msg.html?mid=1182463) / Главный ред. [Е.А. Козловский](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B7%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9,_%D0%95%D0%B2%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%90%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87). – [Горная энциклопедия](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%8F). – М.: Советская энциклопедия, 1989. – Т.4. – 623 с.

119. Малая горная энциклопедия. В 3 т. = Мала гірнича енциклопедія / (На укр. яз.) / Под ред. В. С. Белецкого. – Донецк: Донбасс, 2004. – 592 с.

120. Колесников Б.П., Пикалова Г.М. К вопросу о классификации промышленных отвалов как компонентов техногенных ландшафтов // Растения и промышленная среда. – 1974. - № 3. – С. 3-28.

121. ERG. АО «ССГПО». URL: https://www.erg.kz/ru/enterprises/ao-ssgpo (дата обращения: 30.11.2022).

122. Паспорт «О» Техногенные минеральные образования №3/1068. Объект учета Юго-Восточный отвал Соколовского месторождения. - Рудный: АО «ССГПО», 2022. - 10 с.

123. Паспорт «О» Техногенные минеральные образования №3/1057. Объект учета Юго-Западный отвал Сарбайского участка. - Рудный: АО «ССГПО», 2022. - 9 с.

124. Паспорт «О» Техногенные минеральные образования №3/1058. Объект учета Юго-Западный отвал Южно-Сарбайского участка. - Рудный: АО «ССГПО», 2022. - 10 с.

125. Перспективы развития Кустанайского железорудного бассейна / Под ред. Н.В.Мельникова. - Алмата-Ата: Наука, 1972. – 346 с.

126. Геологические и горнотехнические условия, отрабатываемых на автомобильный транспорт карьера Качарского РУ. – Качары: АО «Качары руда», 2022 – Доступ через внутреннюю систему АО «Качары руда».

127. Зверев А.А. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова: учеб. Пособие. - Томск: ТМЛ-Пресс, 2007. - 304 c.

128. Прокопьев Е.П., Зверев А.А., Мерзлякова И.Е., Давыдова Л.Е. К созданию базы научных данных по флоре сосудистых растений особо охраняемой природной территории «Береговой склон р. Томи» // Проблемы изучения растительного покрова Сибири. Матер. III Междунар. конф. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2005. - С. 92–93.

129. Работнов Т. А. Фитоценология. - М., 1992. - 356 с.

130. Грейг-Смит П. Количественная экология растений. М., 1968. - 167 с.

131. Куприянов А.Н., Казьмина С.С., Зверев А.А. Изменение флористического состава растительных сообществ Караканского хребта вблизи угольных разрезов // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. - 2018. - № 43. - C. 66–88. DOI: 10.17223/19988591/43/4

132. Czekanowski J."Coefficient of racial likeness" und "durchsehnittliche Differenz" // Anthropologischer Anzeiger. - 1932. - № 9. - P. 227–249.

133. Sørensen T. A new method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analysis of the vegetation on Danish commons // Biologiske Skrifter. Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. - 1948. – №5 (4). - P. 1–34.

134. Hammer O., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Palaeontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis // Palaeontologia Electronica. - 2001. - № 4 (1). - P. 1–9.

135. Стрельникова Т.О. Флора Бащелакского хребта. - Новосибирск: Акад. Издательство «Гео», 2010. - 225 с.

136. Малышев Л.А. Современные подходы к количественному анализу и сравнению флор // Теоретические и методические проблемы сравнительной флористики. Л.: Наука, 1987. - С. 142–148.

137. Малышев Л.И. Оценка оригинальности флоры по таксономической структуре // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. - 2000. - № 6. - С. 3-10.

138. Эбель А.А. Конспект флоры северо-западной части Алтае-Саянской провинции. - Кемерово: издательство КРЭОО «Ирбис», 2012. - 566 с.

139. Камелин Р.В. Новая флора Алтая // Флора Алтая. Т. 1. - Барнаул, 2005. - С. 7-54.

140. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных. - М.: Высшая школа, 1962. - 380 с.

141. Флора Сибири: в 14 т. Новосибирск: Наука. Т. 1-13, 1988-1997.

142. Флора Казахстана: в 9 т. Алма-ата: Наука. Т. 1-9, 1956-1964.

143. Simanchuk Ye. A., Kuprijanov A.N., Sultangazina G.J. Analysis of the syngenesis pioneer stage on the iron ore enterprises dump sites in the Kostanay region // Вестник Карагандинского университета. Серия Биология. Медицина. География. – 2023. – № 3 (111). – С.159-168.

144. Simanchuk Ye. A., Sultangazina G.J., Kuprijanov A.N. Analysis of group-thicket communities on iron ore industry dumps in Kostanay Region // Вестник Евразийского национального университета Л.Н. Гумилева. Серия Биологические науки. – 2023. – № 3 (144). – С.26-39.

145. Simanchuk Ye. A., Kuprijanov A.N., Sultangazina G.J. Analysis of complex phytocenoses of iron ore companies dumps of the Kostanay region // Вестник Казахского национального университета имени Аль-Фараби. Серия биологическая. – 2023. – № 3 (96). – С. 66-79.

146. Simanchuk Ye.A., Sultangazina G.J., Kuprijanov A.N. Natural overgrowth of the dump sites of mining enterprises in the Kostanay region // Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан. – 2023. – № 1. – С. 82-95.

147. Симанчук Е.А., Куприянов А.Н. Қостанай облысының темір рудасы кәсіпорындарының үйінділерінде өсімдік жамылғысының түзілуін зерттеу // Сборник материалов международной научно-практической конференции обучающихся «Путь в науку – 2023», - 2023. – С. 301-306.

148. Симанчук Е.А., Куприянов А.Н., Султангазина Г.Ж. Биоразнообразие железорудных отвалов: возможности и ограничения естественного восстановления // МНПК «Актуальные проблемы научных исследований молодых ученых». – 2024. - С. 303-307.

149. Горчаковский П.Л., Матяшенко Г.В. Первичные сукцессии растительности на меловых обнажениях в Западном Казахстане // Экология. - 1978. - №3. - С. 11-23.

150. Алехин В.В. География растений. - М.: Учпедгиз, 1938. – 327 с.

151. Кубанская З.В. Растительность и кормовые ресурсы пустыни Бет-Пак-Далы. - Алма-Ата: Изд-во АНКазССР, 1956. - 264 с.

152. Борисова И.В., Исаченко Т.И., Рачковская Е.И. О лесостепи в Северном Казахстане // Ботан. журн. - № 42 (5). - 1957. – С. 677– 690.

153. Манаков Ю.А. Первичные сукцессии на гидроотвалах Кедровского разреза (Кузбасс) // Восстановление нарушенных ландшафтов: Материалы IV научно-практической конференции. - Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2004. - С. 293-299.

154. Манаков Ю.А. Парциальные флоры техногенных экотопов Кузбасса // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2009. - С. 104-109.

155. Куликов П.В. Конспект флоры Челябинской области (сосудистые растения). Миасс: «Геотур», 2005. – 537 с.

156. Куприянов А.Н. Конспект флоры Казахского мелкосопочника. – Новосибирск, 2020. – 423 с.

157. Крылов Г.В.Леса Западной Сибири. - М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 256 с.

158. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – СПб, 1995. – 992 с.

159. Takhtajan A.L. Flowering plants. – Springer, 2009. – 916 c.

160. Абдулина С.А. Список сосудистых растений Казахстана / Под ред. Р.В. Камелина. - Алматы, 1999. – 187 с.

161. Галанин А.В., Золотухин Н.И., Марина Л.В. Конспект флоры хребта Куркуре (Восточный Алтай) // Бот. журн. - 1979. - № 64 (5). - С. 623-634.

162. Конысбаева Д.Т., Орманбекова Д.О. Восстановление фиторазнообразия на отвалах Соколовского рудника // Материалы II Международной научной конференции «Биологическое разнообразие азиатских степей». - 2012. – С. 21-24.

163. Конысбаева Д. Т., Зимницкая С. А., Жакупов А. Ж. Изучение флоры отвалов техногенных ландшафтов на примере Соколовского рудника // материалы III Международной научной конференции «Биологическое разнообразие азиатских степей». - 2017. – С. 312-317.

164. Rysbekov K. et al. Examination and current state of vegetation of technologically disturbed lands of SSGPO // Eurasian Journal of Ecology. – 2019. - №2 (59). – P. 90-99.

165. Скворцов А.К. О сибирском «бальзамическом» тополе // Бюлл. Гл. бот. сада. – 2007. - № 193. – С. 41–45.

166. Горбунов А.Г. Озеленение и рекультивация в полупустынной зоне Казахстана. – Кемерово, 2014. – 120 с.

167. Красная книга Республики Казахстан. Подлежащие охране сосудистые растения, мхи, печёночники, антоцеротовые и лишайники (374). - URL: https://www.plantarium.ru/page/redbook/id/42.html (дата обращения: 16.01.2023).

168. Серебряков И. Г. Жизненные формы высших растений и их изучение // Полевая геоботаника. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1964. – Т. 3. – С. 146–208

169. Левина Р. Е. Способы распространения плодов и семян. - М. : Изд-во МГУ, 1957. - 357.

170. Wang H., Horton R. Tackling climate change: the greatest opportunity for global health. - URL: <https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(15)60931-X/abstract> (дата обращения: 03.03.2024).

171. The Global Climate and Health Alliance. Tackling climate change could be the greatest global health opportunity of the 21st century 2021. - URL: https://climateandhealthalliance.org/wp-content/uploads/2021/05/GCH-Climate-Change-paper.pdf (дата обращения: 03.03.2024).

172. Уфимцев В.И., Манаков Ю.А., Куприянов А.Н. Рекомендации по лесной рекультивации нарушенных земель на предприятиях угольной промышленности в Кузбассе: КРЭОО «Ирбис», 2017. - 44 с.

173. Уфимцев В.И., Куприянов А.Н. Карбоновые фермы – отвалы угольных предприятий Кузбасса // Уголь. – 2021. - № 11. doi: 10.18796/0041-5790-2021-11-00-00.

174. Симанчук Е.А., Куприянов А.Н., Султангазина Г.Ж. Методические рекомендации по лесной рекультивации нарушенных земель Соколовского, Сарбайского и Качарского железорудных месторождений. - Костанай: КРУ имени Ахмет Байтурсынұлы, 2024. – 41 с.

175. Лесной кодекс Республики Казахстан от 8 июля 2003 года № 477 // Эталонный контрольный экземпляр. - Алматы: Юридическая литература, 2003. - 256 с.

176. О недрах и недропользовании: Кодекс Республики Казахстан от 27 декабря 2017 года № 125-VI ЗРК // Эталонный контрольный экземпляр. - Нур-Султан: Издательство ТОО "Юрист", 2018. - 448 с.

177. Об особо охраняемых природных территориях: Закон Республики Казахстан от 7 июля 2006 года N 175 // Эталонный контрольный экземпляр. - Алматы: Юридическая литература, 2006. - 48 с.

178. Об утверждении Инструкции по разработке проектов рекультивации нарушенных земель: Приказ Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 2 августа 2023 года № 289 // Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан. - URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2300033250 (дата обращения: 09.01.2024).

179. Экологический кодекс: Республики Казахстан от 2 января 2021 года №400-VI ЗРК // Эталонный контрольный экземпляр. - Нур-Султан: ТОО «Юрист», 2021. - 560 с.

180. ГОСТ 17.5.1.03-86 Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 15 с.

181. ГОСТ 17.0.0.05-2002 Охрана природы. Открытые горные работы. Земли. Рекультивация нарушенных земель. Общие требования. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 20 с.

182. Наставление по защите лесных культур и молодняков от вредных насекомых и болезней: утв. Рослесхозом 3 июня 1997 г. - URL: https://dokipedia.ru/document/5172302 (дата обращения: 09.01.2024).

183. Об утверждении Национального плана развития Республики Казахстан до 2025 года и признании утратившими силу некоторых указов Президента Республики Казахстан: Указ Президента Республики Казахстан от 15 февраля 2018 года № 636 // Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан. - URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/U1800000636 (дата обращения: 08.05.2024).

184. Об утверждении Стратегии достижения углеродной нейтральности Республики Казахстан до 2060 года: Указ Президента Республики Казахстан от 2 февраля 2023 года № 121 // Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан. - URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/U2300000121#z293 (дата обращения: 08.05.2024).

185. Симанчук Е.А., Куприянов А.Н., Султангазина Г.Ж. Конспект флоры отвалов Соколовского, Сарбайского и Качарского железорудных месторождений (Казахстан) // Ботанические исследования Сибири и Казахстана: сборник научных трудов. Выпуск 30 / под ред. А.Н. Куприянова. — Кемерово: КРЭОО «Ирбис», 2024. — С. 3-24.

# **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

Классификация сукцессий фитоценозов

(по Б.М. Миркину c сотр. [74])

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Варианты | Типы и подтипы сукцессий | | | |
| Автогенные | | Аллогенные | |
| Сингенез | Эндоэко-генез | Гейтоге-  нез | Гологе-  нез |
| По времени | | | | |
| Быстрые (десятилетия) | + | − | + | + |
| Средние (столетия) | − | + | + | + |
| Медленные (тысячелетия) | − | + | − | + |
| Очень медленные (десятки тысяч лет) | − | + | − | + |
| По обратимости | | | | |
| Обратимые | − | − | + | + |
| Необратимые | + | + | + | + |
| По степени постоянства процесса | | | | |
| Постоянные | + | + | + | + |
| Непостоянные | − | − | + | + |
| По происхождению | | | | |
| Первичные | + | + | − | − |
| Вторичные | + | + | − | − |
| По тенденции изменения продуктивности | | | | |
| Прогрессивные | + | + | + | + |
| Регрессивные | + | + | + | + |
| По тенденции изменения видового богатства | | | | |
| Прогрессивные | + | + | + | + |
| Регрессивные | + | + | + | + |
| По антропогенности | | | | |
| Антропогенные | + | + | + | + |
| Природные | + | + | + | + |

# **ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

Характеристика изученных ценопопуляций

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Отвал, карьер | ЦП | Координаты | Возраст, лет | Характеристика техногенного элювия | Стадия сингенеза |
| Незасоленные грунты | | | | | |
| Юго-Западный, Сарбайский | 1-5 | N53.03741°, W63.03858° | 2 | Незасоленные ожелезненные известняки | Пионерное сообщество |
| Юго-Восточный, Соколовский | 6-10 | N52.97571°, W63.17021° | 17-20 | Супесчаный эмбриозем с известняками | Группово-зарослевое сообщество |
| Юго-Западный, Сарбайский | 11-15 | N53.03742°, W63.03890 | 5-7 | Известняки | Группово-зарослевое сообщество |
| Юго-Восточный, Соколовский | 16-20 | N52.97550°, W63.171100° | 40 | Супесчаный эмбриозем с известняками | Сложный фитоценоз |
| Юго-Западный, Сарбайский | 21-26 | N53.03007°, W63.04792° | 40 | Скальные известняки, песчаники | Сложный фитоценоз |
| «Старый», Соколовский | 65-72 | N52.99396°, W63.22079° | 40-50 | Супесчаный эмбриозем с известняками | Проценоз |
| Сильно засоленные грунты | | | | | |
| №7, Качарский | 43-47 | N53.24516°, W62.51092° | 5 | Засоленные супеси и суглинки | Пионерное сообщество |
| №7, Качарский | 48-52 | N53.24516°, W62.51092° | 5 | Засоленные супеси и суглинки | Пионерное сообщество |
| Юго-Западный, Южно-Сарбайский участок | 27-32 | N53.00684°, W63.08175° | 12-14 | сильно засоленные супеси и легкие суглинки | Группово-зарослевое сообщество |
| №7, Качарский | 33-37 | N53.24516°, W62.51092° | 20 | Засоленные супеси и легкие суглинки | Группово-зарослевое сообщество |
| №7, Качарский | 38-42 | N53.40953°, W62.88783° | 20 | Засоление среднее, легкие суглинки | Группово-зарослевое сообщество |
| №7, Качарский | 53-57 | N53.39877°, W62.87382° | 36 | Сильно засоленная почва, рыхлый песчаник | Сложный фитоценоз |
| №7, Качарский | 58-63 | N53.41433°, W62.85255° | 14 | Засоленная почва, рыхлый песчаник | Сложный фитоценоз |

# **ПРИЛОЖЕНИЕ В**

Результаты лабораторного анализа проб техноземов на отвалах

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Шифр | Сухой ост., % | НСО3- , мг-экв/  100 г | Сl -, мг-экв/  100 г | SO4 2- , ммоль/100 г | Ca, ммоль/100 г | Mg, ммоль/100 г | рН, водн. | Na, ммоль/100 г | органическое в-во, % | Cu моб., мг/кг | Fe моб., мг/кг | Pb моб., мг/кг | Zn моб., мг/кг | P моб., мг / 100г | K моб., мг / 100г | N,  % |
| С1 | 0,04 | 0,37 | 1,45 | 6,60 | 0,05 | 0,01 | 4,2 | 0,01 | 0,30 | 0,85 | 235,0 | 0,01 | 1,41 | 7,2 | 0,2 | 0,03 |
| С2 | 0,06 | 0 | 0,40 | 5,30 | 0,48 | 0,10 | 8,6 | 0,07 | 1,50 | 0,69 | 10,20 | 0,46 | 1,78 | 5,3 | 19,0 | 0,01 |
| С3 | 0,24 | 0,62 | 0,50 | 233,9 | 4,62 | 0,30 | 7,9 | 0,07 | 2,80 | 10,70 | 324,0 | 3,75 | 27,1 | 9,1 | 5,7 | 0,01 |
| С4 | 0,12 | 0,25 | 10,00 | 145,8 | 1,59 | 0,87 | 2,7 | 0,41 | 0,40 | 1,56 | 350,0 | 0,23 | 4,20 | 8,0 | 4,4 | 0 |
| С5 | 0,04 | 0,30 | 3,01 | 97,00 | 0,40 | 0,31 | 5,8 | 0,20 | 1,20 | 3,40 | 228,0 | 1,12 | 8,60 | 4,2 | 4,4 | 0,01 |
| К1 | 0,04 | 0,50 | 1,70 | 17,40 | 0,45 | 0,14 | 4,8 | 0,11 | 1,30 | 6,01 | 274,0 | 0,11 | 4,73 | 20,0 | 8,3 | 0 |
| К2 | 0,06 | 0,50 | 0,70 | 12,60 | 0,08 | 0,05 | 7,2 | 0,16 | 0,40 | 0,82 | 35,40 | 0,01 | 0,91 | 1,3 | 12,1 | 0,01 |
| К3 | 0,36 | 0,50 | 1,35 | 483,3 | 3,36 | 2,65 | 4,6 | 2,48 | 1,60 | 19,30 | 307,0 | 2,15 | 7,62 | 2,3 | 4,4 | 0,03 |
| К4 | 0,04 | 0,20 | 1,20 | 8,00 | 0,22 | 0,09 | 4,6 | 0,25 | 0,90 | 1,37 | 411,0 | 0,16 | 2,83 | 3,0 | 0,2 | 0,01 |
| К5 | 0,04 | 0,40 | 1,23 | 130,0 | 3,00 | 0,72 | 5,2 | 0,16 | 1,00 | 6,60 | 256,7 | 2,00 | 4,10 | 28,2 | 10,9 | 0,01 |
| Ктр | 0,22 | 0,37 | 8,00 | 50,90 | 0,19 | 0,12 | 6,4 | 1,98 | 4,10 | 0,22 | 9,09 | 0,59 | 4,09 | 30,1 | 8,1 | 0,04 |
| r (КВ) | -0,19 | -0,14 | 0,18 | -0,54 | -0,38 | -0,68 | 0,42 | -0,20 | 0,44 | -0,56 | -0,58 | -0,16 | -0,07 | 0,07 | 0,02 | - |
| r (ПП) | -0,21 | 0,15 | 0,26 | -0,58 | -0,43 | -0,66 | 0,36 | -0,05 | 0,52 | -0,54 | -0,57 | -0,24 | -0,07 | 0,05 | 0,03 | - |

Примечание: С1-С5 – пробы, отобранные с отвалов на территории АО «ССГПО»; K1-K5 – АО «Качары руда»; Ктр – контроль; r – Коэффициент корреляции Пирсона; КВ – количество видов; ПП – проективное покрытие

# **ПРИЛОЖЕНИЕ Г**

Примеры гербарных листов, оформленных в ходе диссертационного исследования

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

# **ПРИЛОЖЕНИЕ Д**

Анализ семейств по доли их участия во флоре отвалов Костанайской области

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Семейство | Флора отвалов | | | | Флора Костанайской области | |
| Рода, шт. | Виды | | | Виды | |
| Число, шт. | % от флоры | Число, шт. | | % от флоры |
| Asteraceae | 31 | 64 | 22,3 | 201 | | 16,4 |
| Poaceae | 20 | 36 | 12,5 | 105 | | 8,6 |
| Fabaceae | 14 | 31 | 11 | 80 | | 6,5 |
| Chenopodiaceae | 11 | 18 | 6,1 | 67 | | 5,5 |
| Brassicaceae | 14 | 17 | 6 | 66 | | 5,4 |
| Rosaceae | 7 | 16 | 5,6 | 49 | | 4,1 |
| Scrophulariaceae | 5 | 11 | 3,8 | 36 | | 2,9 |
| Polygonaceae | 4 | 10 | 3,5 | 26 | | 2,1 |
| Lamiaceae | 7 | 9 | 3,1 | 33 | | 2,7 |
| Caryophyllaceae | 5 | 9 | 3,1 | 53 | | 4,3 |
| Boraginaceae | 4 | 6 | 2,1 | 29 | | 2,5 |
| Salicaceae | 2 | 6 | 2,1 | 17 | | 1,4 |
| Ranunculaceae | 2 | 4 | 1,3 | 38 | | 3,1 |
| Euphorbiaceae | 1 | 4 | 1,3 | 9 | | 0,7 |
| Plantaginaceae | 1 | 4 | 1,3 | 11 | | 0,9 |
| Apiaceae | 3 | 3 | 1 | 32 | | 2,6 |
| Elaeagnaceae | 2 | 2 | 0,7 | 1 | | 0,1 |
| Solanaceae | 2 | 2 | 0,7 | 4 | | 0,3 |
| Convolvulaceae | 2 | 2 | 0,7 | 4 | | 0,3 |
| Amaranthaceae | 1 | 2 | 0,7 | 2 | | 0,2 |
| Ulmaceae | 1 | 2 | 0,7 | - | | - |
| Rubiaceae | 1 | 2 | 0,7 | 17 | | 1,4 |
| Cyperaceae | 1 | 2 | 0,7 | 49 | | 4,1 |
| Typhaceae | 1 | 2 | 0,7 | 3 | | 0,2 |
| Aceraceae | 1 | 2 | 0,7 | 1 | | 0,1 |
| Pinaceae | 1 | 1 | 0,4 | 2 | | 0,2 |
| Papaveraceae | 1 | 1 | 0,4 | 2 | | 0,2 |
| Betulaceae | 1 | 1 | 0,4 | 4 | | 0,3 |
| Limoniaceae | 1 | 1 | 0,4 | 9 | | 0,7 |
| Primulaceae | 1 | 1 | 0,4 | 6 | | 0,5 |
| Cucurbitaceae | 1 | 1 | 0,4 | - | | - |
| Cannabaceae | 1 | 1 | 0,4 | 3 | | 0,2 |
| Urticaceae | 1 | 1 | 0,4 | 2 | | 0,2 |
| Crassulaceae | 1 | 1 | 0,4 | 5 | | 0,4 |
| Grossulariaceae | 1 | 1 | 0,4 | 3 | | 0,2 |
| Onagraceae | 1 | 1 | 0,4 | 7 | | 0,6 |
| Santalaceae | 1 | 1 | 0,4 | 2 | | 0,2 |
| Caprifoliaceae | 1 | 1 | 0,4 | 5 | | 0,4 |
| Valerianaceae | 1 | 1 | 0,4 | 3 | | 0,2 |
| Campanulaceae | 1 | 1 | 0,4 | 10 | | 0,8 |
| Lemnaceae | 1 | 1 | 0,4 | 3 | | 0,2 |
| Asparagaceae | 1 | 1 | 0,4 | 3 | | 0,2 |
| Juncaginaceae | 1 | 1 | 0,4 | 2 | | 0,2 |
| Juncaceae | 1 | 1 | 0,4 | 2 | | 0,2 |
| Прочие | - | - | - | 217 | | 17,7 |
| 44 | 163 | 284 | 100 | 1223 | | 100 |

# **ПРИЛОЖЕНИЕ Е**

Характеристики изучаемых видов

В первой колонке – жизненная форма по классификации И.Г. Серебрякова: д – деревья, к – кустарники, ПК – полукустарники, пкч – полукустарнички, ск – стержнекорневая, крк – короткокорневищная, длк – длиннокорневищная, дрн – дерновинная, кск – кистекорневая, стл – столонообразующая, лк – луковичная, ккл – корнеклубневая, лв – лиановидная, пт – паразитическая, ол – однолетники, дл – двулетники, вт – плавающие и подводные травы.

Во второй колонке – экологические группы растений по отношению к влагообеспеченности местообитаний (ЭГВО); К – ксерофиты; КМ – ксеромезофиты; М – мезофиты, МГ – мезогигрофиты, Г – гигрофиты, Гд – гидрофиты

В третьей колонке –эколого-ценотическая группа (ЭЦГ): луговая, лесная, степная, прибрежно-водная, сорная.

В четвертой колонке – способность к вегетативному размножению и степень вегетативной подвижности (ВП) по Л.Г. Раменскому: виды, не размножающиеся вегетативно (x), вегетативно неподвижные (–), вегетативно малоподвижные (+), вегетативно подвижные (++).

В пятой колонке указаны географические группы (ГГ), выделенные на основании анализа ареала: К – космополитный, Г – голарктический, ЕА1 – паневразийский, ЕА2 – средиземноморско-азиатский, ЕА3 – восточно-европейско-азиатский, ЕА4 – европейско-северо-азиатский, ЕА5 – евросибирский, А1 – азиатский, А2 – среднеазиатский, А3 – Сибирский, СА – североамериканский.

В шестой колонке показаны способы распространения семян (РС) по Р.Е. Левиной: A1 – растения-анемохоры, семена которых имеют парашют из волосков, а также кожистые или перепончатые придатки; A2 – растения-анемохоры с мелкими и легкими пылеватыми семенами; A3– растения-гемианемохоры («перекати-поле»); Z – растения-зоохоры, распространяющиеся животными; Hydro – растения-гидрохоры, приспособленные к распространению в воде; B – растения-барохоры, не имеющие специальных приспособлений для распространения.

Таблица Е1 - Характеристики изучаемых видов

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид | ЖФ | ЭГВО | ЭЦГ | ВП | ГГ | РС |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| *Acer negundo* L. | д | М | Лесной | - | СА | A1 |
| *Acer* *tataricum* L. | кск | КМ | Лесной | - | ЕА4 | A1 |
| *Achillea* × *kasakhstanica* Kupr. et Alibekov | длк | КМ | Степной | ++ | А2 | A2 |
| *Achillea millefolium* L. | длк | М | Луговой | ++ | ЕА3 | A2 |
| *Achillea nobilis* L. | крк | КМ | Степной | + | ЕА3 | A2 |
| *Achillea setacea* Waldst. et Kit. | длк | К | Степной | ++ | ЕА2 | A2 |
| *Agropyron cristatum* (L.) Beauv. | дрн | К | Степной | + | А1 | B |
| *Agropyron desertorum* (Fisch. ex Link) Schult | дрн | К | Степной | + | А1 | B |
| *Agropyron fragile* (Roth) P. Candargy | длк | К | Степной | + | ЕА5 | B |
| *Agropyron pectinatum* (M. Bieb.) P. Beauv | дрн | К | Степной | + | ЕА4 | B |
| *Agrostis gigantea* Roth | длк | М | Луговой | ++ | ЕА1 | B |
| *Alyssum turkestanicum var. desertorum* (Stapf) Botsch. | ол | М | Степной | х | ЕА2 | A2 |
| *Amaranthus paniculatus* L. | ол | М | Сорный | х | К | B |
| *Amaranthus* *retroflexus* L. | ол | М | Сорный | х | К | B |
| *Amoria repens* (L.) C. Presl | длк | М | Луговой | ++ | К | B |
| *Anisantha tectorum* (L.) Nevski | ол | М | Сорный | х | ЕА4 | A2 |
| *Anthemis subtinctoria* Dobrocz. | крк | КМ | Луговой | х | ЕА3 | B |
| *Arabidopsis toxophylla* (Bieb.) N. Busch | ол | М | Степной | х | ЕА4 | A2 |
| *Artemisia absinthium* L. | крк | М | Сорный | ++ | Г | A2 |
| *Artemisia austriaca* Jacq. | длк | К | Степной | ++ | ЕА3 | A2 |
| *Artemisia commutata* Besser | крк | КМ | Степной | - | А3 | A2 |
| *Artemisia dracunculus* L. | крк | М | Луговой | + | Г | A2 |
| *Artemisia frigida* Willd. | ПК | К | Степной | - | Г | A2 |
| *Artemisia marschalliana* Spreng. | пкч | КМ | Степной | + | ЕА5 | A2 |
| *Artemisia nitrosa* Weber | длк | К | Степной | ++ | А3 | A2 |
| *Artemisia pauciflora Weber* | крк | К | Степной | + | ЕА4 | A2 |
| *Artemisia pontica* L. | длк | М | Луговой | ++ | ЕА3 | A2 |
| *Artemisia proceriformis* Krasch. | длк | М | Луговой | + | А2 | A2 |

*Продолжение таблицы Е1*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| *Artemisia schrenkiana* Ledeb. | крк | К | Степной | - | А2 | A2 |
| *Artemisia scoparia* Waldst. et Kit. | дл | КМ | Сорный | х | ЕА1 | A1 |
| *Artemisia sericea* Weber ex Stechm. | длк | КМ | Степной | ++ | ЕА3 | A1 |
| *Artemisia sieversiana* Willd. | дл | М | Сорный | х | А1 | A1 |
| *Artemisia vulgaris* L*.* | крк | М | Луговой | + | Г | A1 |
| *Asparagus* *officinalis* L. | крк | М | Луговой | - | ЕА2 | B |
| *Aster tripolium* L. | крк | М | Луговой | х | ЕА3 | A1 |
| *Astragalus buchtormensis* Pall. | ск | КМ | Степной | \_ | А3 | B |
| *Astragalus cornutus* Pall. | пкч | КМ | Степной | х | ЕА3 | B |
| *Astragalus* *danicus* Retz. | длк | КМ | Луговой | ++ | ЕА1 | B |
| *Astragalus macropus* Bunge | ск | КМ | Степной | - | ЕА3 | B |
| *Astragalus onobrychis* L. | ск | М | Степной | ++ | ЕА4 | B |
| *Astragalus ruprifragus* Pall. | ск | КМ | Степной | - | ЕА3 | B |
| *Astragalus scoparius* Schrenk | ск | КМ | Степной | х | А2 | B |
| *Astragalus sulcatus* L. | ск | КМ | Степной | - | ЕА4 | B |
| *Astragalus testiculatus* Pall. | пкч | К | Степной | - | ЕА3 | B |
| *Astragalus varius* S.G. Gmel. | пкч | М | Степной | + | ЕА2 | В |
| *Atriplex intracontinentalis* Sukhor. | ол | М | Луговой | х | ЕА4 | B |
| *Atriplex sagittata* Borkh*.* | ол | М | Сорный | х | ЕА4 | B |
| *Atriplex* *tatarica* L. | ол | КМ | Сорный | х | ЕА2 | B |
| *Avena fatua* L. | ол | М | Сорный | х | Г | A2 |
| *Axyris amaranthoides* L. | ол | КМ | Сорный | х | ЕА4 | A2 |
| *Bassia laniflora* (S.G. Gmel.) A.J. Scott | ол | К | Степной | х | ЕА4 | A2 |
| *Bassia prostrata* (L.) Beck. | ПК | К | Степной | - | ЕА2 | A2 |
| *Bassia scoparia* | ол | КМ | Сорный | + | ЕА3 | A2 |
| *Berteroa incana* (L.) DC. | ск | М | Сорный | х | ЕА4 | B |
| *Betula pendula* Roth | д | М | Лесной | + | ЕА1 | A1 |
| *Bidens* *tripartita* L. | ол | МГ | Прибрежный | х | ЕА1 | Hydro |
| *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub. | длк | М | Луговой | ++ | Г | B |
| *Bromus squarrosus* L. | ол | КМ | Степной | х | ЕА2 | B |
| *Bryonia alba* L. | ккл | М | Сорный | - | ЕА2 | Z |
| *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth | длк | М | Луговой | ++ | ЕА1 | B |
| *Calystegia* *sepium* (L.) R. Br. | длк | МГ | Прибрежный | ++ | К | Hydro |
| *Camelina sylvestris Wallr.* | ол | М | Сорный | х | ЕА5 | B |

*Продолжение таблицы Е1*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| *Campanula sibirica* L. | Ск | КМ | Степной | - | ЕА4 | B |
| *Cannabis sativa* L. | ол | М | Сорный | х | К | A2 |
| *Capsella bursa-pastoris (L.) Medik.* | ол | М | Сорный | х | К | B |
| *Carduus* *thoermeri* Weinm. | крк | М | Сорный | х | ЕА4 | A1 |
| *Carex praecox* Schreb. | длк | КМ | Степной | ++ | ЕА4 | A2 |
| *Carex supina* Willd. ex Wahlenb. | длк | К | Степной | ++ | ЕА5 | A2 |
| *Centaurea apiculata* Ledeb. | ск | КМ | Луговой | х | ЕА2 | A1 |
| *Centaurea scabiosa* L. | ск | КМ | Луговой | х | ЕА1 | A1 |
| *Cerasus fruticosa* (Pall.) G. Woron. | к | М | Степной | ++ | ЕА3 | Z |
| *Ceratocarpus arenarius* L. | ол | КМ | Степной | х | ЕА3 | A2 |
| *Chamerion angustifolium* (L.) Holub. | длк | М | Луговой | ++ | Г | A1 |
| *Chelidonium majus* L. | ол | М | Сорный | х | ЕА1 | Z |
| *Chenopodiastrum hybridum (L.) S. Fuentes* | ол | М | Сорный | х | Г | B |
| *Chenopodium album* L. | ол | М | Степной | х | К | A2 |
| *Chondrilla ambigua* Fisch. ex Kar. et Kir. | ск | К | Степной | х | ЕА4 | A1 |
| *Chorispora tenella* (Pall.) DC. | ол | М | Луговой | х | ЕА5 | B |
| *Cichorium intybus* L. | ск | М | Сорный | х | К | A1 |
| *Cirsium incanum* (S.G. Gmel.) Fisch. | длк | М | Луговой | ++ | ЕА3 | A1 |
| *Cirsium setosum* (Willd.) Besser | длк | М | Луговой | ++ | ЕА1 | A1 |
| *Cirsium* *vulgare* (Savi) Ten. | ск | М | Сорный | х | Г | A1 |
| *Convolvulus arvensis* L. | длк | М | Сорный | ++ | К | B |
| *Conyza canadensis* (L.) Cronqist | ол | М | Сорный | х | К | A1 |
| *Corispermum orientale* Lam. | ол | КМ | Сорный | х | ЕА1 | A2 |
| *Corispermum declinatum* | ол | М | Степной | х | А3 | A2 |
| *Crepis tectorum* L. | ол | М | Сорный | х | ЕА1 | A1 |
| *Cyclachaena xanthifolia* (Nutt.) Fresen. | ол | М | Сорный | х | СА | B |
| *Dactylis glomerata* L. | крк | М | Луговой | + | ЕА1 | B |
| *Delphinium consolida* L. | дл | М | Луговой | х | ЕА3 | B |
| *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl | ол | М | Сорный | х | ЕА1 | B |
| *Dianthus borbasii* Vandas | крк | КМ | Луговой | - | ЕА2 | A2 |
| *Dianthus campestris* Bieb. | крк | КМ | Луговой | - | ЕА3 | A2 |

*Продолжение таблицы Е1*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| *Dianthus rigidus M. Bieb.* | пкч | К | Степной | - | ЕА2 | A2 |
| *Dracocephalum* *nutans* L. | крк | М | Луговой | - | А1 | B |
| *Dracocephalum thymiflorum* L. | крк | М | Луговой | - | ЕА3 | B |
| *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. | ол | М | Сорный | х | К | B |
| *Echium vulgare* L. | ск | КМ | Сорный | х | ЕА1 | B |
| *Elaeagnus angustifolia* L. | д | К | Лесной | - | ЕА1 | Z |
| *Elytrigia repens* (L.) Nevski | длк | М | Луговой | ++ | Г | B |
| *Eremopyrum triticeum* (Gaertn.) Nevski, | ол | К | Степной | х | ЕА5 | B |
| *Erigeron* acris L. | крк | КМ | Луговой | х | ЕА1 | A1 |
| *Erucastrum armoracioides* (Czern. Ex Turcz.) Cruchet | крк | КМ | Степной | - | ЕА3 | B |
| *Eryngium planum* L. | крк | М | Луговой | х | ЕА2 | A2 |
| *Erysimum canescens* Roth | ол | КМ | Степной | х | ЕА1 | B |
| *Erysimum cheiranthoides* L. | ол | КМ | Луговой | х | К | B |
| *Euphorbia gerardiana* Jacq. | крк | КМ | Степной | - | ЕА3 | B |
| *Euphorbia microcarpa* (Prokh.) Kryl. | длк | М | Луговой | ++ | Эндем | B |
| *Euphorbia subcordata C.A.Mey. ex Ledeb.0,5* | длк | КМ | Степной | ++ | ЕА5 | B |
| *Euphorbia* *uralensis* Fisch. ex Link | длк | М | Луговой | ++ | ЕА3 | B |
| *Euphorbia virgata* Waldst. et Kit. | длк | КМ | Сорный | ++ | ЕА1 | В |
| *Falcaria vulgaris* Bernh. | длк | М | Луговой | + | К | B |
| *Fallopia convolvulus* (L.) A. Löve | лв | МГ | Сорный | х | Г | B |
| *Festuca pratensis* Huds. | длк | м | Луговой | ++ | К | B |
| *Festuca valesiaca* Gaudin | дрн | К | Степной | + | ЕА1 | B |
| *Fragaria viridis* (Duchesne) Weston | длк | М | Луговой | ++ | ЕА1 | Z |
| *Galatella angustissima* (Tausch) Novopokr. | длк | КМ | Степной | + | ЕА4 | A1 |
| *Galatella biflora* (L.) Nees | длк | КМ | Луговой | ++ | ЕА1 | A1 |
| *Galatella villosa* (L.)Rchb. | длк | К | Степной | + | ЕА4 | A1 |
| *Galium aparine* L. | лв | М | Луговой | ++ | Г | A2 |
| *Galium* *verum* L. | крк | КМ | Луговой | + | ЕА1 | B |
| *Genista tinctoria* L. | ПК | М | Луговой | \_ | ЕА3 | B |
| *Glaux maritima* L. | длк | МГ | Прибрежный | + | Г | B |
| *Glechoma hederacea* L. | длк | М | Луговой | ++ | ЕА1 | B |
| *Glycyrrhiza korshinskyi* G. Grig. | длк | КМ | Степной | ++ | ЕА3 | B |

*Продолжение таблицы Е1*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. | длк | М | Степной | ++ | ЕА4 | B |
| *Gypsophila paniculata* L. | ск | К | Степной | \_ | ЕА4 | B |
| *Gypsophila perfoliata* L. | крк | М | Степной | ++ | ЕА4 | B |
| *Helichrysum arenarium* (L.) Moench | длк | К | Степной | ++ | ЕА3 | A1 |
| *Hieracium umbellatum* L. | крк | КМ | Луговой | - | Г | A1 |
| *Hieracium virosum* Pall. | крк | КМ | Луговой | х | ЕА2 | A1 |
| *Hippophae rhamnoides* L. | к | М | Лесной | ++ | ЕА5 | Z |
| *Hordeum brevisubulatum* (Trin.) Link. | длк | М | Луговой | ++ | ЕА4 | B |
| *Hylotelephium stepposum* (Boriss.) Tzvelev | крк | М | Луговой | + | ЕА2 | B |
| *Hyoscyamus niger* L. | дл | М | Сорный | х | Г | B |
| *Inula britannica* L. | длк | М | Луговой | ++ | ЕА1 | A1 |
| *Inula* *helenium* L. | длк | М | Луговой | + | Г | A1 |
| *Inula* *salicina* L. | длк | М | Луговой | ++ | ЕА1 | A1 |
| *Isatis costata* C.A.Mey. | ск | КМ | Луговой | х | ЕА3 | B |
| *Jacobaea erucifolia* (L.) Gaertn., Mey. et Scherb. | крк | М | Луговой | х | ЕА1 | A1 |
| *Jacobaea vulgaris* Gaertn. | ск | М | Луговой | х | ЕА1 | A1 |
| *Juncus* *compressus* Jacq. | длк | Г | Луговой | + | ЕА1 | B |
| *Koeleria cristata* (L.) Pers. | дрн | К | Степной | + | ЕА3 | B |
| *Lactuca serriola* L. | ол | М | Сорный | х | К | A1 |
| *Lactuca tatarica* (L.) C.A.Mey. | длк | КМ | Степной | ++ | ЕА1 | A1 |
| *Lappula heteracantha* (Ledeb.) Guerke | ол | КМ | Степной | х | ЕА3 | B |
| *Lappula* *squarrosa* (Retz.) Dumort. | ол | КМ | Степной | х | К | B |
| *Lappula* *stricta* (Ledeb.) Gürke | ол | КМ | Степной | х | ЕА5 | B |
| *Lathyrus* *pratensis* L. | длк | М | Луговой | ++ | К | B |
| *Lathyrus tuberosus* L. | ккл | М | Луговой | ++ | ЕА1 | B |
| *Lemna minor* L. | вт | Гд | Водный | + | К | Hydro |
| *Lepidium latifolium* L. | длк | М | Луговой | ++ | ЕА1 | B |
| *Lepidium ruderale* L. | ол | М | Сорный | х | К | B |
| *Leymus angustus* (Trin.) Pilg. | длк | К | Степной | ++ | ЕА5 | B |
| *Leymus racemosus* (Lam.) Tzvel. | длк | К | Степной | ++ | ЕА5 | B |
| *Leymus* *ramosus* (Trin.) Tzvel. | длк | К | Степной | ++ | ЕА5 | B |
| *Limonium gmelinii* (Willd.) Kuntze | ск | М | Степной | х | ЕА4 | B |
| *Linaria genistifolia* (L.) Mill. | ск | КМ | Степной | х | ЕА3 | B |

*Продолжение таблицы Е1*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| *Linaria* *ruthenica* Błonski. | длк | КМ | Луговой | ++ | ЕА3 | B |
| *Linaria* *vulgaris* Mill. | длк | КМ | Луговой | ++ | Г | B |
| *Lonicera tatarica* L. | к | М | Лесной | - | ЕА1 | Z |
| *Lupinaster pentaphyllus* Moench | длк | КМ | Лесной | ++ | ЕА3 | B |
| *Lycopus europaeus* L. | длк | МГ | Луговой | ++ | ЕА1 | B |
| *Malus baccata* (L.) Borkh. | д | М | Лесной | х | А1 | Z |
| *Malus domestica* Borkh. | д | М | Лесной | х | К | Z |
| *Medicago falcata* L. | ск | КМ | Степной | х | Г | B |
| *Medicago romanica* Prodan | ск | КМ | Степной | х | ЕА3 | B |
| *Medicago sativa* L. | ск | М | Луговой | х | Г | B |
| *Melilotus wolgicus* Poir. | ск | КМ | Луговой | х | ЕА4 | B |
| *Melilotus albus* Medikus | ск | КМ | Луговой | х | ЕА1 | B |
| *Melilotus officinalis* (L.) Pall. | ск | КМ | Луговой | х | ЕА1 | B |
| *Nonea rossica* Stev. | ск | М | Степной | х | ЕА5 | B |
| *Odontarrhena tortuosa* (Waldst. et Kit. ex Willd.) C.A. Mey. | пкч | К | Степной | - | ЕА2 | B |
| *Odontites vulgaris* Moench | дл | М | Луговой | х | ЕА1 | B |
| *Onobrychis arenaria* (Kit. ex Willd.) DC. | ск | КМ | Луговой | - | ЕА1 | B |
| *Onosma simplicissima* L. | пкч | К | Степной | + | ЕА4 | B |
| *Oxybasis glauca* (L.) S. Fuentes, Uotila & Borsch | ол | М | Степной | х | К | A2 |
| *Oxybasis rubra* (L.) S. Fuentes, Uotila & Borsch | ол | М | Сорный | х | ЕА4 | A2 |
| *Oxybasis urbica* (L.) S. Fuentes, Uotila & Borsch | ол | М | Сорный | х | К | A2 |
| *Oxytropis pilosa* (L.) DC. | ск | К | Степной | - | ЕА1 | B |
| *Persicaria* *minor* (Huds.) Opiz | дл | М | Луговой | х | ЕА1 | B |
| *Phelipanche ramosa* L. | пт | М | Луговой | х | ЕА3 | B |
| *Phleum phleoides* (L.) H.Karst. | дрн | К | Степной | ++ | ЕА1 | B |
| *Phlomoides tuberosa* (L.) | ккл | КМ | Степной | - | ЕА1 | B |
| *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. | длк | МГ | Прибрежный | ++ | К | B |
| *Picris* *hieracioides* L. | крк | М | Луговой | х | ЕА2 | A1 |
| *Pilosella* *echioides* (Lumn.) F. Schulz et Sch. Bip. | крк | К | Степной | + | ЕА1 | A1 |
| *Pinus sylvestris* L. | д | КМ | Лесной | х | ЕА5 | A1 |
| *Plantago major* L. | кск | М | Луговой | х | К | B |
| *Plantago maxima* Juss. ex Jacq. | ск | М | Луговой | х | ЕА4 | B |
| *Plantago media* L. | кск | М | Луговой | х | Г | B |

*Продолжение таблицы Е1*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| *Plantago salsa* Pall. | кск | К | Степной | х | Г | B |
| *Poa angustifolia* L. | длк | М | Луговой | ++ | ЕА1 | B |
| *Poa bulbosa* L. | ккл | К | Степной | + | ЕА2 | B |
| *Poa palustris* L. | длк | МГ | Луговой | ++ | Г | B |
| *Poa pratensis* L*.* | длк | МГ | Луговой | ++ | Г | B |
| *Poa* *stepposa* (Kryl.) Roshev. | длк | КМ | Степной | + | ЕА3 | B |
| *Poa urssulensis* Trin. | длк | КМ | Степной | + | А1 | B |
| *Polygonum* *aviculare* L. | ол | М | Сорный | х | Г | B |
| *Polygonum bordzilowskii* Klokov | ол | К | Степной | х | ЕА1 | B |
| *Polygonum novoascanicum* Klokov | ол | К | Степной | х | ЕА3 | B |
| *Polygonum salsugineum* M.Bieb. | ол | К | Степной | х | А1 | B |
| *Populus × sibirica* G. Kryl. et Grig. ex A. Skvortsov | д | М | Лесной | ++ | Г | A1 |
| *Populus tremula* L. | д | М | Лесной | ++ | ЕА1 | A1 |
| *Potentilla argentea* L. | ск | КМ | Луговой | - | ЕА1 | A2 |
| *Potentilla bifurca* L. | длк | М | Луговой | ++ | ЕА5 | A2 |
| *Potentilla canescens* Bess. | ск | КМ | Луговой | + | ЕА1 | A2 |
| *Potentilla chrysantha* Trevir. | ск | М | Луговой | - | ЕА1 | A2 |
| *Potentilla humifusa* Willd. ex Schltdl. | крк | М | Луговой | + | ЕА3 | A2 |
| *Prunus besseyi* L. H. Bailey | к | М | Степной | ++ | К | Z |
| *Psammophiliella stepposa (Klokov) Ikonn.* | ол | КМ | Степной | х | ЕА4 | A2 |
| *Psephellus sibiricus* (L.) Wagenitz | ск | К | Степной | + | ЕА1 | A1 |
| *Pseudosophora alopecuroides* (L.) Sweet | длк | М | Луговой | ++ | ЕА4 | B |
| *Ranunculus pedatus* Waldst. et Kit. | кск | М | Степной | х | ЕА3 | B |
| *Ranunculus polyanthemos* Steph. | кск | М | Луговой | + | ЕА1 | B |
| *Ranunculus repens* L. | длк | М | Луговой | ++ | К | B |
| *Rhaponticoides ruthenica* (Lam.) M.V. Agab. & Greuter | ск | КМ | Луговой | + | ЕА3 | B |
| *Ribes aureum* Purch | к | КМ | Степной | ++ | К | B |
| *Rosa acicularis* Lindl. | к | М | Лесной | ++ | Г | Z |
| *Rosa laxa* Retz. | к | М | Лесной | ++ | ЕА3 | Z |
| *Rosa majalis* Herrm. | к | М | Лесной | ++ | ЕА1 | Z |
| *Rubus sachalinensis* H. Lev. | к | М | Лесной | ++ | Г | Z |
| *Rumex* *confertus* Willd. | крк | М | Луговой | х | Г | B |

*Продолжение таблицы Е1*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| *Rumex* *crispus* L. | ск | М | Луговой | х | Г | B |
| *Rumex* *stenophyllus* Ledeb. | ск | М | Луговой | х | ЕА1 | B |
| *Salix caprea* L. | к | М | Лесной | ++ | ЕА3 | A1 |
| *Salix caspica* Pall. | к | М | Лесной | ++ | ЕА3 | A1 |
| *Salix* *triandra* L. | к | М | Лесной | ++ | ЕА1 | A1 |
| *Salix* *viminalis* L. | к | М | Лесной | ++ | ЕА1 | A1 |
| *Salsola collina* Pall. | ол | КМ | Сорный | х | ЕА4 | A3 |
| *Salvia stepposa* Des.-Shost. | крк | КМ | Степной | - | ЕА5 | B |
| *Saussurea salsa* (Pall.) Spreng. | ск | К | Степной | + | ЕА4 | A1 |
| *Scorzonera stricta* Hornem. | ск | КМ | Луговой | - | ЕА3 | A1 |
| *Scutellaria galericulata* L. | дл | М | Луговой | х | ЕА2 | B |
| *Sedobassia sedoides* (Pall.) Freitag & G. Kadereit | ол | К | Степной | х | ЕА4 | A3 |
| *Setaria pumila* (Poir.) Roem. & Schult. | ол | МГ | Сорный | х | Г | B |
| *Setaria* *viridis* (L.) Beauv. | ол | МГ | Сорный | х | Г | B |
| *Silaum silaus* (L.) Schinz et Thell. | ск | КМ | Луговой | х | ЕА5 | B |
| *Silene multiflora* (Ehrh.) Pers. | крк | М | Луговой | - | ЕА4 | B |
| *Silene wolgensis* (Hornem.) Besser ex Spreng. | крк | КМ | Луговой | - | ЕА4 | B |
| *Sisymbrium loeselii* L. | дл | М | Сорный | х | ЕА1 | B |
| *Sisymbrium polymorphum* (Murray) Roth | крк | КМ | Степной | - | ЕА4 | B |
| *Solanum kitagawae* Schonb.-Tem. | лв | М | Луговой | + | ЕА5 | B |
| *Sonchus arvensis* L. | длк | М | Сорный | ++ | Г | A1 |
| *Sorgum sudanense* (Piper) Stapf | ол | МГ | Сорный | х | К | B |
| *Spiraea crenata* L | к | М | Степной | ++ | ЕА4 | B |
| *Spiraea hypericifolia* L. | к | М | Степной | ++ | ЕА4 | B |
| *Stellaria graminea* L. | длк | М | Луговой | ++ | ЕА1 | A2 |
| *Stipa* *capillata* L. | дрн | К | Степной | + | ЕА4 | A1 |
| *Stipa lessingiana* Trin. & Rupr. | дрн | К | Степной | + | ЕА4 | A1 |
| *Stipa pennata* L. | дрн | К | Степной | + | ЕА2 | A1 |
| *Tanacetum vulgare* L. | длк | М | Луговой | ++ | ЕА1 | B |
| *Taraxacum officinale* F.H.Wigg. | дл | М | Сорный | х | К | A1 |
| *Teloxys aristata* (L.) Moq, | ол | КМ | Сорный | х | ЕА4 | A3 |

*Продолжение таблицы Е1*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| *Thesium* *refractum* C.A. Mey. | ск | М | Степной | + | ЕА4 | B |
| *Thlaspi arvense* L. | ол | М | Сорный | х | К | B |
| *Thymus marschallianus* Willd. | пкч | К | Степной | + | ЕА5 | B |
| *Thymus mugodzharicus* Klokov & Des.-Shost. | пкч | К | Степной | + | Эндем | B |
| *Tragopogon capitatus* S.A.Nikitin | ск | КМ | Степной | х | А2 | A1 |
| *Tragopogon dubius* Scop. | ск | КМ | Степной | х | ЕА2 | A1 |
| *Tragopogon orientalis* L. | ск | КМ | Степной | х | ЕА4 | A1 |
| *Tragopogon podolicus* (Bess.) Artemcz. | ск | КМ | Степной | х | ЕА5 | A1 |
| *Trifolium pratense* L. | длк | М | Луговой | ++ | К | B |
| *Triglochin palustre L.* | длк | Г | Луговой | ++ | Г | B |
| *Trigonella arcuata* C.A.Mey. | ол | М | Степной | х | ЕА2 | A2 |
| *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip. | длк | М | Луговой | ++ | Г | A1 |
| *Trommsdorffia maculata* (L.) Bernh. | ск | КМ | Степной | х | ЕА1 | A1 |
| *Tussilago farfara* L. | длк | М | Луговой | ++ | Г | A1 |
| *Typha angustifolia* L. | длк | Гд | Прибрежный | ++ | К | A1 |
| *Typha* *latifolia* L | длк | Гд | Прибрежный | ++ | К | A1 |
| *Ulmus* *laevis* Pall. | д | М | Лесной | + | ЕА3 | A1 |
| *Ulmus pumila* L. | д | КМ | Лесной | + | А1 | A1 |
| *Urtica* *dioica* L. | длк | М | Луговой | ++ | К | B |
| *Valeriana tuberosa* L. | ккл | М | Степной | + | ЕА3 | B |
| *Verbascum phoeniceum* L. | ск | М | Луговой | х | ЕА3 | B |
| *Veronica chamaedrys* L. | крк | М | Луговой | ++ | ЕА3 | B |
| *Veronica incana* L. | длк | К | Степной | ++ | ЕА3 | B |
| *Veronica longifolia* L. | длк | М | Луговой | ++ | Г | B |
| *Veronica spicata* L. | длк | К | Степной | ++ | ЕА5 | B |
| *Veronica spuria* L. | длк | М | Луговой | ++ | ЕА3 | B |
| *Vicia* *cracca* L. | длк | М | Луговой | ++ | Г | B |
| *Vicia* *nervata* Sipl. | длк | КМ | Луговой | ++ | ЕА3 | B |
| *Vicia sepium* L. | длк | М | Луговой | ++ | ЕА1 | B |
| *Xanthium strumarium* L. | ол | М | Сорный | х | Г | B |

# **ПРИЛОЖЕНИЕ Ж**

Методические рекомендации

|  |
| --- |
|  |
|  |

# **ПРИЛОЖЕНИЕ З**

Акт внедрения результатов диссертационного исследования в производство

|  |
| --- |
|  |

# **ПРИЛОЖЕНИЕ И**

Электронное учебное издание

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |

# **ПРИЛОЖЕНИЕ К**

Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом



# **ПРИЛОЖЕНИЕ Л**

Акт внедрения результатов НИР в учебный процесс

