

*М.К. Уксикбаева\*<sup>1</sup>, А. Ыскак<sup>1</sup>, С.В. Мамихин<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Костанайский университет имени А. Байтурсынова,  
город Костанай, Республика Казахстан, [u.muldir@mail.ru](mailto:u.muldir@mail.ru), [alia-almaz@mail.ru](mailto:alia-almaz@mail.ru)*

*<sup>2</sup>Московский государственный университет имени М. Ломоносова,  
город Москва, Россия, [svmamikhin@mail.ru](mailto:svmamikhin@mail.ru)*

## **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ И ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ РАСТЕНИЙ В ВОДОЕМЕ УРАН-СОДЕРЖАЩЕГО ПРОМЫШЛЕННОГО ПОЛИГОНА**

### *Аннотация*

В связи с необходимостью достижения принципов устойчивого развития и понимания процессов формирования фитоценозов на территориях, пострадавших от техногенного воздействия, в данном исследовании дана оценка состояния Грачевского уранового рудника (Казахстан), на котором проведены консервационные процедуры около 25 лет назад. Оценка включала качественный метод исследования (анализ документов) для определения агроклиматических условий и эмпирические методы сбора информации. Авторы изучили интенсивность ионизирующего излучения гамма-фона водной поверхности водоема (и участков береговой линии и прилегающих к водоему территорий), гидрохимические показатели вод водохранилища, выполнили описание ботанического разнообразия. Растительный покров участков берега водохранилища находится на разных стадиях сингенеза и представлен пионерными группировками, групповыми зарослями и диффузными сообществами. В пределах берегов водоема складываются благоприятные экологические условия для расселения и развития растений. Уровни интенсивности ионизирующего излучения не превышают предельно допустимые уровни и практически не влияют на формирование фитоценозов. На пойменной террасе сформировался антропогенно модифицированный сухой луг с участием растений, типичных для степной зоны. По показателям качества и токсикологии данного водоема вода может быть использована для хозяйственно-питьевых целей при условии предварительной водоподготовки. Можно сделать вывод, что высокий уровень естественной очистки вод водохранилища произошел в течение двадцати лет после рекультивации уранового рудника.

***Ключевые слова:** мелиорация, растительный состав, урановое месторождение, экотон, ионизирующая радиация.*

### **Введение**

Оценка экологического состояния и проведение работ по рекультивации горнодобывающих территорий и деградированных земель являются актуальной задачей, направленной на обеспечение экологической безопасности и повторное использование земель, подвергшихся катастрофическому антропогенному воздействию (Мухомедьярова и др., 2023).

Нами поставлена цель определить уровень качества воды и фитоценоза берегов водоема, аккумулирующего естественные стоки рекультивированных урановых рудников и техногенных объектов, а также показатели качества воды и токсикологии. К настоящему времени в минимальном объеме собраны подробные данные о процессах зарастания берегов водоемов, аккумулирующих радиоактивные стоки. Получение таких данных важно как для понимания фундаментальных закономерностей такого процесса, так и для использования их для разработки методов рекультивации территории урановых рудников в рамках существующих стратегий рекультивации и фиторемедиации антропогенных ландшафтов.

В ходе исследования были поставлены и детализированы следующие задачи:

1) изучение потенциального влияния агроклиматических параметров и режимов влажности на формирование растительного покрова;

2) оценка значений уровня ионизирующего излучения на поверхности воды водоема, береговой линии водоема и территориях, непосредственно прилегающих к водоему;

3) изучение основных гидрохимических и качественных показателей водоема, представляющего собой резервуар сточных вод, образовавшихся в результате воздействия естественных осадков (дождя, снега) на поверхность рекультивированных урансодержащих промышленных отвалов и техногенных объектов. рекультивации урановых рудников, прилегающих к водохранилищу, а также изучение возможности использования вод водохранилища в хозяйстве;

4) проведение изучения фитоценозов и видового состава растительного покрова береговой линии водоема, а также территорий, непосредственно прилегающих к водоему;

5) исследование процессов зарастания берегов водоема;

6) выявление видов растений, обеспечивающих наиболее динамичный зарастание и образующих первичную сукцессию.

### ***Материалы и методы***

#### **2.1. Общее описание объектов исследования**

Изучение процессов фитоценоза побережья водоема проводилось в 2023 году.

Исследуемый водоем представляет собой резервуар естественного поверхностного стока от атмосферных осадков (дождя, снега) с рекультивированных отвалов и техногенных объектов уранового рудника (рисунок 1).



**Рисунок 1.** Общий вид водохранилища.

Добыча урана на этом руднике велась с 1965 по 1998 год. В дальнейшем рудник был ликвидирован и проведены мероприятия по ликвидации участка добычи и рекультивации земель территории рудника. Поэтому на первом этапе исследования необходимо было определить уровень радиационной безопасности территории (BaigeNews.kz, 2022; Бережная, 2020; Новиков, 2020).

Резервуар имеет площадь 0,01 км<sup>2</sup> и примыкает к восточной части отвала рекультивированных промышленных урансодержащих отходов площадью 0,05 км<sup>2</sup>, расположенного в юго-восточной части Грачевского рудника (рис. 2). Вокруг водохранилища расположены участки, ранее входившие в территорию производственного комплекса. Периметр водоема, включая пересыхающую часть, составляет около 0,52 км. Северная часть водоема мелководна и летом пересыхает (рис. 2).



**Рисунок 2.** Вид со спутника на водохранилище и свалку отходов. Свалка утилизированных отходов выделена желтым кружком. Водоем расположен на изображении справа от свалки, его границы также выделены желтым цветом.

### *2.2. Агроклиматические условия месторождения*

Рудник расположен в лесостепной зоне и по агроклиматическому районированию. Основным элементом рельефа района является равнина с разбросанными по ее поверхности изолированными холмами или группами холмов.

По агроклиматическому районированию Северо-Казахстанской области месторождение расположено в умеренно влажной умеренно теплой зоне и характеризуется коэффициентом влажности  $K = 1,0-1,2$  и суммой температур выше  $10^{\circ}\text{C}$  в пределах  $2000-2300$ .  $^{\circ}\text{C}$ . Годовая сумма общей солнечной радиации (МО) колеблется в пределах  $5900-6100$  МДж/ $\text{м}^2$  при ясном небе и  $4100-4600$  МДж/ $\text{м}^2$  при средней облачности. В этом сценарии около 72% возможного общего излучения достигает поверхности Земли. Самые солнечные месяцы — май, июнь и июль, когда среднее солнце светит в течение дня  $9,9-10,6$  часов. Ресурсов солнечной радиации в этом регионе достаточно для растений длинного дня и оптимальной продолжительности жизни культур (Байшоланов, 2017).

Климат района континентальный. Средняя температура июля  $19,1^{\circ}\text{C}$ , января  $-14,9^{\circ}\text{C}$ . В регионе климатическая весна начинается 3-6 апреля. Продолжительность климатических сезонов в днях весной — 53, летом — 90, осенью — 61. Безморозный период в воздухе длится 120-130 дней. Средние температуры воздуха для мая, июня, июля, августа и сентября соответственно составляют  $12,5^{\circ}\text{C}$ ,  $18,1^{\circ}\text{C}$ ,  $19,1^{\circ}\text{C}$ ,  $17,1^{\circ}\text{C}$  и  $10,9^{\circ}\text{C}$ . В среднем поверхность почвы прогревается до  $12^{\circ}\text{C}$  в первой декаде мая, до  $17^{\circ}\text{C}$  в третьей декаде, а в июне превышает  $20^{\circ}\text{C}$ . Годовое количество осадков составляет 420 мм. Сумма осадков за теплый период года составляет 280-300 мм. В вегетационный период регион считается незасушливым. Годовая относительная влажность составляет 72%. Повторяемость засухи составляет 41-60% с вероятностью один раз в 2-3 года (Байшоланов, 2017). Почвы в районе месторождения относятся к черноземам обыкновенным. Механический состав почв соответствует среднесуглинистым и легкосуглинистым.

### *2.3. Оценка фона ионизирующего излучения*

В ходе исследований оценивался уровень интенсивности ионизирующего излучения гамма-фона водной поверхности водоема, участков береговой линии и территорий, прилегающих к водоему на расстоянии не более 10 метров от берега. Оценка уровня ионизирующего излучения проводилась с учетом основных требований нормативных

документов и научных рекомендаций (Министерство здравоохранения Республики Казахстан, 2020). Контроль уровня интенсивности ионизирующего излучения также обеспечил личную безопасность участников рабочего коллектива. При измерении уровня ионизирующего излучения использовался дозиметр типа МКС-АТ6130 (производство НП УП «АТОМТЕХ», АО «МНИПИ», Республика Беларусь, г. Минск). Данный измерительный прибор одобрен в качестве средства измерений в Казахстане и имеет действующий сертификат государственной поверки Международной системы единиц (СИ) (Чашков и др., 2019; Министерство по инвестициям и развитию Республики Казахстан, 2018).

#### *2.4. Оценка гидрохимических показателей воды водоема*

При проведении контроля качества воды водохранилища мы руководствовались положениями требований к единой системе классификации качества воды водных объектов Республики Казахстан (Мукатова и др., 2021; Росстандарт, 2019).

При контроле проб воды контролировали отдельные наиболее значимые показатели, в том числе контроль реакции рН среды, общей минерализации, взвешенных веществ, контроль содержания ионов металлов (железа, кальция, магния, марганца, свинца, цинка, кадмий) и анионы (общие сульфаты, обыкновенные фосфаты, хлориды). Отбор проб осуществлялся с соблюдением нормативных требований (Комитет по стандартизации, метрологии и сертификации Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан, 2003а, 2003б). Контроль содержания индикаторов осуществлялся по утвержденным методикам измерений, предназначенным для контроля содержания индикаторов в минимальных концентрациях, включая контроль химических компонентов в питьевой воде. В ходе исследования использовали стандартизированное лабораторное аналитическое оборудование соответствующего класса точности, в том числе фотоколориметры, спектрофотометры, мерные бюретки и рН-метры.

#### *2.5. Ботаническое описание*

Для данной работы были проведены стандартные геоботанические описания по принятым методикам на площади 100 м<sup>2</sup>. Определено общее и частное проективное покрытие каждого типа. Рассмотрены практические рекомендации по организации и проведению ботанических исследований рекультивированных территорий и урансодержащих отвалов/хвостохранилищ. Они подробно описаны в руководствах, опубликованных Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ) в 2019 году (Барнеков и др., 2019).

Исследования проводились в супралиторали (район гигрофитов) (ЦП-1), на прибрежной части (район мезофитов) (ЦП-2), в верхней части склона (район мезоксерофитов) (ЦП-2). 3) и антропогенно измененный сухой луг (ЦП-4). Стадии сингенеза определяли по Шенникову.

#### *2.6. Статистическая обработка результатов измерений*

Статистическая обработка результатов измерений проводилась с учетом научных рекомендаций, стандартизированных методов измерений и нормативных документов, в том числе методов результатов (Мамихин, Щеглов, 2020). Основными использованными методами были дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализ данных. ГОСТ Р 8.736-2011 является достаточно универсальным при измерении уровня ионизирующего излучения и показателей физико-химического контроля и устанавливает основные положения методов обработки результатов этих измерений и расчета погрешностей при оценке измеряемой величины. По результатам статистической обработки результат отображался в виде оценки измеряемой величины (среднего арифметического скорректированных результатов измерений) и среднего квадратического отклонения группы, содержащей  $n$  результатов измерений. В качестве основного программного средства статистической обработки результатов измерений использовались стандартные пакеты Microsoft Office Excel версии 2016 года, в том числе «Анализ данных» и «Статистические функции».

### **Результаты**

#### *3.1. Оценка фона ионизирующего излучения*

Полученные результаты не превышают предельно допустимых значений, установленных нормативными требованиями (табл. 1). Средняя интенсивность фонового ионизирующего излучения составила 20-40 мкЗв/час, что соответствует нормативным требованиям экологической безопасности. Распределение значений уровня интенсивности остаточного ионизирующего излучения равномерное. Отклонений от предельно допустимых значений не было, что соответствует нормативным требованиям экологической безопасности. Такой уровень ионизирующей радиации практически не влияет на формирование фитоценозов.

**Таблица 1.** Значения интенсивности ионизирующего излучения, мкЗв/час.

№.	Место контрольного измерения	Количество измерений	Среднее	Стандартное отклонение
1	Поверхность воды	10	0.22	0.04
2	Береговая линия	20	0.29	0.05
3	Окружающая территория до 10 м.	30	0.35	0.06

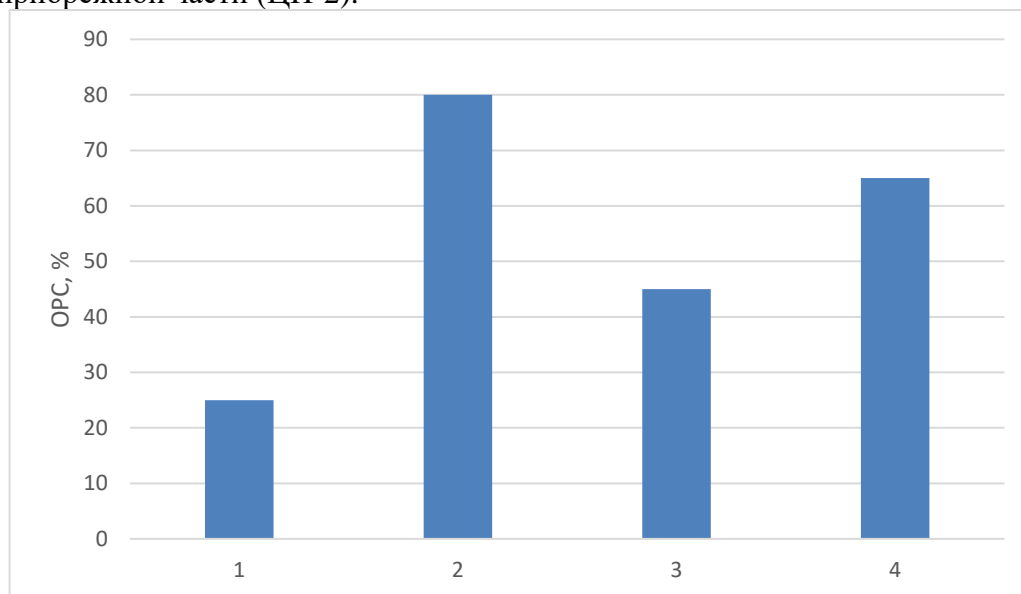
### 3.2. Результаты оценки гидрохимических показателей вод водохранилища

В ходе лабораторного контроля проб пластовой воды полученные значения показателей качества и токсикологии соответствовали санитарно-токсикологическим требованиям.

Используя классификацию вод по степени минерализации и количеству содержащихся в воде ионов, данный водоем можно отнести к пресноводным. Содержание тяжелых металлов, в том числе свинца и меди, находится в пределах ПДК. Перманганатная окисляемость низкая, что свидетельствует о низком содержании органических веществ. Соотношение кальция и магния близко к 3:1.

### 3.3. Оценка видового состава и проективного покрытия берегов водоема и прилегающих территорий Грачевского рудника

Изученные территории существенно различались по общему проективному покрытию (ОПК) (рис.3 ). Он был самым маленьким в супралиторальной области (ЦП-1) и самым крупным в прибрежной части (ЦП-2).



**Рисунок 3.** ОПК в изученных экотопах, %.

Для территории, прилегающей к водоему, характерен степной тип растительности, здесь распространены луговые камнеломки и ковыльиные степи (с преобладанием видов *Silaum silaem* (камнеломка луговая, семейство Umbelliferae) и ковыля залесского (ковыль Залесского, семейство Gramineae). ).

Всего в ходе исследований выявлено 49 видов растений, относящихся к 18 семействам (табл. 3). Следует отметить, что наибольшее количество идентифицированных видов принадлежало семействам Asteraceae, Leguminosae, Polygonaceae и Gramineae (табл. 3, 4).

**Таблица 2.** Представленность видов выявленных семейств на изученных территориях (количество видов).

Представительство семей в регионах	CP-1	CP-2	CP-3	CP-4
<i>Asteraceae/Астровые</i>	+	+	+	+
<i>Amaranthaceae/Амарантовые</i>	+	-	-	-
<i>Leguminosae/Бобовые</i>	+	+	+	+
<i>Boraginaceae/Борагиновые</i>	-	-	+	-
<i>Caryophyllaceae/ Кариофилловые</i>	-	-	-	+
<i>Gentianaceae/горечавки</i>	-	-	+	+
<i>Polygonaceae/полигоновые</i>	+	+	+	+
<i>Lythraceae/литровые</i>	+	+	-	-
<i>Gramineae/злаки</i>	+	+	+	+
<i>Umbelliferae/зонтичные</i>	-	-	+	+
<i>Salicaceae/</i>	-	+	-	-
<i>Brassicaceae/капустные</i>	-	-	-	+
<i>Ranunculaceae/лютиковые</i>	+	-	-	-
<i>Euphorbiaceae/молочайные</i>	-	-	+	+
<i>Typhaceae/тифовые</i>	+	+	-	-
<i>Juncaceae/</i>	+	+	-	-
<i>Asparagoideae/аспарагоидные</i>	-	-	-	+
<i>Alismataceae/алисмаговые</i>	+	-	-	-

**Таблица 3.** Представленность выявленных семей на исследуемых территориях.

Представительство семей на территориях	CP-1	CP-2	CP-3	CP-4
<i>Asteraceae/Астровые</i>	+	+	+	+
<i>Amaranthaceae/Амарантовые</i>	+	-	-	-
<i>Leguminosae/Бобовые</i>	+	+	+	+
<i>Boraginaceae/Борагиновые</i>	-	-	+	-
<i>Caryophyllaceae/ Кариофилловые</i>	-	-	-	+
<i>Gentianaceae/горечавки</i>	-	-	+	+
<i>Polygonaceae/полигоновые</i>	+	+	+	+
<i>Lythraceae/литровые</i>	+	+	-	-
<i>Gramineae/злаки</i>	+	+	+	+
<i>Umbelliferae/зонтичные</i>	-	-	+	+
<i>Salicaceae/</i>	-	+	-	-
<i>Brassicaceae/капустные</i>	-	-	-	+
<i>Ranunculaceae/лютиковые</i>	+	-	-	-
<i>Euphorbiaceae/молочайные</i>	-	-	+	+
<i>Typhaceae/тифовые</i>	+	+	-	-
<i>Juncaceae/</i>	+	+	-	-
<i>Asparagoideae/аспарагоидные</i>	-	-	-	+
<i>Alismataceae/алисмаговые</i>	+	-	-	-

Примечание. «+» означает, что семейство представлено в фитоценозе изучаемой территории, «-» означает, что семейство не представлено в фитоценозе изучаемой территории.

**Таблица 4.** Общая характеристика растительного состава побережья водоема.

Ценопопуляция	эколог	Доминанты	Число видов
CP-1	Супралиторальная область (зона гигрофитов):	<i>Agrostis gigantea, Alisma gramineum, Chenopodium rubrum, Puccinellia distans, Taraxacum officinale</i>	14
CP-2	Прибрежная часть (мезофитная зона)	<i>Calamagrostis epigeios, Tussilago farfara, Typha angustifolia</i>	15
CP-3	Верхняя часть склона	<i>Artemisia absinthium, Calamagrostis epigeios, Euphorbia uralensis</i>	17

	(мезоксерофитная зона)		
CP-4	Надпойменная терраса (антропогенно-измененный сухой луг)	<i>Calamagrostis epigeios, Festuca valesiaca, Lathyrus tuberosus, Medicago falcata</i>	24

**Таблица 5.** Проективное покрытие (%) берегов водоема, сформированное видами из ценопопуляций.

Ценопопуляция	Экотоп	Доминанты	Число видов
CP-1	Супралиторальная область (зона гигрофитов):	<i>Agrostis gigantea, Alisma gramineum, Chenopodium rubrum, Puccinellia distans, Taraxacum officinale</i>	14
CP-2	Прибрежная часть (мезофитная зона)	<i>Calamagrostis epigeios, Tussilago farfara, Typha angustifolia</i>	15
CP-3	Верхняя часть склона (мезоксерофитная зона)	<i>Artemisia absinthium, Calamagrostis epigeios, Euphorbia uralensis</i>	17
CP-4	Надпойменная терраса (антропогенно-измененный сухой луг)	<i>Calamagrostis epigeios, Festuca valesiaca, Lathyrus tuberosus, Medicago falcata</i>	24

Примечание: 1) числовое значение указывает процентное содержание ОПЦ для вида; 2) «+» означает единичное присутствие вида в ценопопуляции; 3) «-» (пустая ячейка) означает отсутствие вида в ценопопуляции.

### Обсуждение

Анализ предыдущих работ показывает, что процессы формирования фитоценозов на территориях, где раньше располагались горнодобывающие предприятия, зависят от климата конкретной местности и особенностей самого месторождения. В нашем исследовании показатели влагообеспеченности, влажности и осадков Грачевского рудника благоприятны для формирования растительного покрова. Проведенная оценка фона ионизирующего излучения не выявила отклонений от предельно допустимых значений. Это соответствует нормативным требованиям экологической безопасности (Ерназарова и др., 2023). Такой уровень ионизирующей радиации практически не влияет на формирование фитоценозов.

Результаты оценки гидрохимических показателей воды водохранилища показывают, что по единой классификационной системе качества воды водоемов водоем можно отнести ко второму классу качества. Вода этого класса пригодна для всех категорий водопользования, кроме хозяйственно-питьевых целей. Для использования в хозяйственно-питьевых целях необходимы простые методы очистки воды (Осинцева, Ишутин, 2023). Можно сделать вывод, что высокий уровень естественной очистки вод водоема произошел в течение 20 лет после рекультивации уранового рудника. По результатам исследования мы предлагаем дифференцировать видовой состав растительного покрова и степень проективного покрытия по режиму увлажнения. В гигрофитной зоне (супралитораль, возникшая в результате пересыхания водоема) (ЦП-1) отмечено 14 видов, большинство из них, как *Agrostis gigantea*, *Alisma gramineum*, *Puccinellia distans*, *Lythrum salicaria*, *Juncus nastanthus*, являются более характерными видами. береговой линии пресноводных озер, чем зарастание береговой линии отвалов. Однако здесь отмечаются и рудеральные виды, такие как *Chenopodium rubrum*, *Taraxacum officinale* и *Tussilago Farfara*. Проективное покрытие составляет 25%. Формируется пионерное сообщество с преобладанием одиночных или ювенильных видов растений, характерное для многих пресноводных водоемов и названное Г. С. Таран пойменным эфемеретумом.

Выше водораздела в зоне мезофитов (ЦП-2) отмечено максимальное проективное покрытие (80%), что связано с хорошей влажностью почвы. Безусловными доминантами

являются три вида: *Calamagrostis epigeios*, *Tussilago Farfara* и *Typha laxmannii*, суммарное проективное покрытие которых составляет 70% из 80% ОПЦ. Находка видов рода *Typha* L. вполне типична для прибрежной зоны, однако в Северном Казахстане этот вид редок (Султангазина и др., 2020). Основу травостоя составляют многолетние длиннокорневищные растения, что характерно для группово-зарослевого сообщества зарастания отвалов.

В верхней части склона мезоксерофитный участок (ЦП-3) образует сообщество, в котором доминирует *Calamagrostis epigeios*, образуя значительные пятна с проективным покрытием 30%. Здесь также отмечено множество видов сорняков, таких как *Artemisia absinthium*, *Centaurea scabiosa*, *Cichorium intybus*, *Taraxacum officinale* и *Lappula microcarpa*. Встречаются редкие, характерные для сухих лугов Центрального и Северного Казахстана виды, такие как *Astragalus onobrychis*, *Lathyrus pratensis*, *Medicago falcata*, *Vicia tenuifolia*, что характерно для сложного диффузного сообщества.

На месте бывшей дерновинной степи образовался антропогенно модифицированный сухой луг (ЦП-4). Следует отметить, что большое обилие имеют *Festuca valesiaca* (10%) и степные травы, представленные *Lathyrus tuberosus*, *Medicago falcata*, *Oxytropis pilosa*, *Astragalus sulcatus* и другими видами, характерными для луговых степей степной и лесостепной зоны России. Казахстан (Султангазина и др., 2020). Также многочисленны рудеральные виды, такие как *Artemisia absinthium*, *Centaurea scabiosa*, *Taraxacum officinale*, *Erigeron acris* и др.

Большинство видов идентифицировано только в одной ценопопуляции, тогда как виды *Taraxacum officinale*, *Tussilago Farfara*, *Lathyrus pratensis* и *Calamagrostis epigeios* были представлены сразу в трех ценопопуляциях. *Calamagrostis epigeios* (кустарниковая трава) доминировал сразу в трех ценопопуляциях (ЦП 2-3).

Интерпретируя полученные результаты, мы пришли к выводу, что берег изучаемого водоёма в целом является благоприятным экотопом для расселения и развития растений, а наблюдаемая закономерность может служить иллюстрацией наиболее вероятного типа зарастания береговые территории водоемов, расположенных на территориях урановых рудников и образующих водный объем за счет влаги естественного происхождения (осадки и др.) при низких уровнях радиационного фона (Есмагулова и др., 2023). Изучение процессов зарастания берега водоема укладывается в классическую схему сингенеза, включающую процессы формирования пионерного сообщества (пойменного эфемеретума) по обсыхающему берегу, группово-зарослевого сообщества на берегу озера, диффузного сообщества на склоне и антропогенно измененный сухой луг на пойменной террасе с участием растений, типичных для степной зоны.

### **Выводы**

Исследуемый водоём представляет собой природный резервуар стоков, образовавшихся в результате воздействия осадков естественного происхождения (дождь, снег) и сброса подземных вод на поверхность отвалов рекультивированных промышленных отходов и техногенных объектов бывшего уранового рудника Грачевского месторождения, прилегающих к резервуару. Результаты настоящей работы показывают, что после консервации уранового рудника на его территории могут формироваться типичные для региона расположения рудника фитоценозы, что позволяет рассматривать автохтонную флору как источник видов, перспективных для планирования мероприятий по фиторемедиации и рекультивации уранового рудника. отвалы урановых руд и вскрышные породы.

**Финансирование:** Исследования в данной области проведены в рамках грантового финансирования научных исследований молодых ученых по проекту «Жас галим» на 2022-2024 годы, индивидуальный регистрационный номер (ИРН) АП15473275 «Экологическая оценка последствий добычи и переработки полезных ископаемых». руда и техногенное сырье, содержащее уран и золото». Источник финансирования: Комитет науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.



### Литература

1. АЙПЕЙСОВА С., УТАРБАЕВА Н., КАЗКЕЕВ Э., АГАДИЕВА М., БЕРКАЛИЕВА А., БАУБЕКОВА А., АЛЖАНОВА Б., КАЙСАГАЛИЕВА Г., 2023. Видовое разнообразие и структура Саксофонный цветочный комплекс в Актюбинском флористическом районе. САБРАО Журнал селекции и генетики, том. 55, нет. 5, стр. 1486-1495. <http://doi.org/10.54910/sabrao2023.55.5.4>
2. АХМЕТОВ Р., ДОСМАНБЕТОВ Д., РАХИМЖАНОВ А., МАМБЕТОВ Б., УТЕБЕКОВА А., РАКЫМБЕКОВ З., МАЙСУПОВА Б. и ЕСИМБЕК Б., 2023. Рост и развитие Черного Саксаул в зависимости от обработки почвы в засушливых условиях Казахстана. Интернет-журнал биологических наук, том. 23, нет. 3, стр. 380-388. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2023.380.388>
3. БАЙДАЛИНА С., БАЙДАЛИН М., ХУСАИНОВ А., КАЗЫДУБ Н., БАЙКЕН А., 2023. Фотосинтетическая активность, продуктивность и пищевая ценность покосных и выпасных фитоценозов в зависимости от видового состава трав. САБРАО Журнал селекции и генетики, том. 55, нет. 3, стр. 825-835. <http://doi.org/10.54910/sabrao2023.55.3.18>
4. BAIGENEWS.KZ, 2022 [просмотрено 26 октября 2022 г.]. Урановые рудники на суровом казахстанском никеме не охраняются уже 20 лет [онлайн]. Доступно по ссылке: <https://baigeneews.kz/uranovye-rudniki-na-severe-kazahstana-nikem-ne-ohranyayutsya-uzhe-20-let-140768/>
5. БАЙШОЛАНОВ С.С. (ред.), 2017. Агроклиматические ресурсы Северо-Казахстанской области: научноприкладной справочник. Астана. 125 стр.
6. БАРНЕКОУ Ю., ФЕСЕНКО С., КАШПАРОВ В., КИС-БЕНЕДЕК Г., МАТИСОФ Г., ОНДА Ю., САНЖАРОВА Н., ТАРДЖАН С., ТАЙЛЕР А. и ВАРГА, Б., 2019. Методические указания по отбору проб почвы и растительности для радиологического мониторинга. Вена: Международное агентство по атомной энергии.
7. БЕЛОУСОВА О., МЕДВЕДЕВА Т., АКСЕНОВА З., 2021. Ботанический сад как метод рекультивации и интеграции опустошенных территорий (на примере проекта «Эдем»). Гражданское строительство и архитектура, вып. 9, нет. 5, стр. 1309-1317. <http://doi.org/10.13189/cea.2021.090504>
8. БЕРЕЖНАЯ Е., 2020 [просмотрено 1 июня 2023]. Приманка для сталкеров: заброшенные урановые рудники в Казахстане остаются опасными. Доступно по ссылке: <https://ru.sputnik.kz/20200917/zabroshennye-uranovye-rudniki-kazakhstan-14981716.html>.
9. БУГУБАЕВА А., КУПРИЯНОВ А., ЧАШКОВ В., КУАНЬШБАЕВ С., ВАЛИЕВ К., МАМИХИН С., ЩЕГЛОВ А., НУГМАНОВ А., БУЛАЕВ А., СУЛТАНГАЗИНА Г., КУНАНБАЕВ К., ЧЕРНЯВСКАЯ О., БАУБЕКОВА Г., РУЧКИНА Г., САФРОНОВА О., УКСИКБАЕВА М., СОХАРЕВ Ю., 2023. Оценка продуктивности различных растительных сообществ на участках урановых рудников в Центральный Казахстан. САБРАО Журнал селекции и генетики, том. 55, нет. 3, стр. 864-876. <http://doi.org/10.54910/sabrao2023.55.3.21>
10. БУГУБАЕВА А.Ю., 2022. Проект «Система поливидовых агрофитоценозов для восстановления деградированных пастбищ в северных регионах Казахстана». КН МОН РК. Регистрационный номер 0121RK00522 AP09562508.
11. ЧАШКОВ В.Н., Салыкова О.С., Салыков Б.Р., ИВАНОВА И.В., БАГАНОВ Н.А., БИНЮКОВ Ю.В. 2019. Анализ нормативно-правового статуса основных понятий и процедур государственной системы обеспечения единства измерений Республики Казахстан в части оценки соответствия и подтверждения соответствия средств измерений. Международный журнал машиностроения и технологий, том. 10, нет. 1, стр. 1629-1659.
12. ЧЕН Л., ЯН Ж.-й. и ВАНГ, Д., 2020. Фиторемедиация почв, загрязненных ураном и кадмием, с помощью подсолнечника (*Helianthus annuus* L.), усиленная биоразлагаемыми хелатирующими агентами. Журнал чистого производства, том. 263, ст. нет. 121491, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121491>
13. КОМИТЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ МИНПРОМТОРГОВЛИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН, 2003а. СТ РК ГОСТ Р 51232-2003

Вода питьевая. Общие требования к организациям и методам контроля качества. Общие требования к организации и методам контроля качества. Астана: Казахстанский институт стандартизации и сертификации.

14. КОМИТЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ МИНИСТЕРСТВА ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТОРГОВЛИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН, 2003б. СТ РК ГОСТ Р 51592-2003 Вода. Общие требования к отбору проб. Общие требования к выборке]. Астана: Казахстанский институт стандартизации и сертификации.

15. ДУКЕНОВ З., РАХИМЖАНОВ А., АХМЕТОВ Р., ДОСМАНБЕТОВ Д., АБАЕВА К., БОРИСОВА Ю., РАКЫМБЕКОВ З., БЕКТУРГАНОВ А., МАЛЕНКО А., ШАШКИН А. и ТРУШИН М., 2023а. Лесовосстановительный потенциал тугайных лесов в поймах рек Сырдарья и Или на территории Казахстана. САБРАО Журнал селекции и генетики, том. 55, нет. 5, стр. 1768-1777. <http://doi.org/10.54910/sabrao2023.55.5.28>

16. ДУКЕНОВ З., УТЕБЕКОВА А., КОПАБАЕВА А., ШЫНЫБЕКОВ М., АХМЕТОВ Р., РАКЫМБЕКОВ З., БЕКТУРГАНОВ А. и ДОСМАНБЕТОВ Д., 2023б. Влияние климатических изменений на дендрохронологические особенности тугайных лесов по рекам Сырдарья и Или на территории Казахстана. Международный журнал дизайна, природы и экодинамики, том. 18, нет. 4, стр. 975-982. <http://dx.doi.org/10.18280/ij dne.180425>

17. Госстандарт СССР, 1972а. ГОСТ 4011-72 Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа. методы измерения массовой концентрации общего железа. Москва: ИПК Издательство стандартов.

18. Госстандарт СССР, 1972б. ГОСТ 4245-72 Вода питьевая. Методы определения содержания хлоридов. Методы определения содержания хлоридов. Москва: ИПК Издательство стандартов.

19. Госстандарт СССР, 1972в. ГОСТ 4388-72 Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации меди. Методы определения массовой концентрации меди. Москва: ИПК Издательство стандартов.

20. Госстандарт СССР, 1972г. ГОСТ 4974-72 Вода питьевая. Методы определения содержания марганца. Методы определения содержания марганца. Москва: ИПК Издательство стандартов.

21. Айдарова, А., Джангарашева, Н., Калиева, М., Омарбекова, А., & Феррух, Й. (2024). МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ В УСЛОВИЯХ ДЕГРАДАЦИИ. *Izdenister Natigeler*, (3(103), 348–361. <https://doi.org/10.37884/3-2024/39>

### References

1. АЖЕЈСОВА С., УТАРБАЕВА Н., КАЗКЕЕВ Е., АГАДИЕВА М., БЕРКАЛИЕВА А., ВАУБЕКОВА А., АЛЖАНОВА В., КАЈСАГАЛИЕВА Г., 2023. Видовое raznoobrazie i struktura Saksfonnyj cvetochnyj kompleks v Aktyubinskom floristicheskom rajone. SABRAO ZHurnal selekcii i genetiki, tom. 55, net. 5, str. 1486-1495. <http://doi.org/10.54910/sabrao2023.55.5.4>

2. АНМЕТОВ Р., ДОСМАНБЕТОВ Д., РАХИМЖАНОВ А., МАМБЕТОВ В., УТЕБЕКОВА А., РАКЫМБЕКОВ З., МАЈСУПОВА В. i ЕСИМБЕК В., 2023. Rost i razvitie SChernogo Saksaul v zavisimosti ot obrabotki pochvy v zasushlivyh usloviyah Kazahstana. Internet-zhurnal biologicheskikh nauk, tom. 23, net. 3, str. 380-388. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2023.380.388>

3. БАЈДАЛИНА С., БАЈДАЛИН М., ХУСАИНОВ А., КАЗЫДУБ Н., БАЈКЕН А., 2023. Fotosinteticheskaya aktivnost', produktivnost' i pishchevaya cennost' pokosnyh i vypasnyh fitocenzov v zavisimosti ot vidovogo sostava trav. SABRAO ZHurnal selekcii i genetiki, tom. 55, net. 3, str. 825-835. <http://doi.org/10.54910/sabrao2023.55.3.18>

4. БАІГЕНЕWS.KZ, 2022 [prosmotreno 26 oktyabrya 2022 g.]. Uranovye rudniki na surovom kazahstanskom nikeme ne ohranyayutsya uzhe 20 let [onlajn]. Dostupno po ssylke: [https://baigenews.kz/uranovye-rudniki-na-severe-kazahstana-nikem-ne-ohranyayutsya-uzhe-20-let\\_140768/](https://baigenews.kz/uranovye-rudniki-na-severe-kazahstana-nikem-ne-ohranyayutsya-uzhe-20-let_140768/)

5. BAJSHOLANOV S.S. (red.), 2017. Agroklimaticheskie resursy Severo-Kazahstanskoj oblasti: nauchnoprikladnoj spravochnik. Astana. 125 str.
6. BARNEKOU YU., FESENKO S., KASHPAROV V., KIS-BENEDEK G., MATISOF G., ONDA YU., SANZHAROVA N., TARDZHAN S., TAJLER A. i VARGA, B., 2019. Metodicheskie ukazaniya po otboru prob pochvy i rastitel'nosti dlya radiologicheskogo monitoringa. Vena: Mezhdunarodnoe agentstvo po atomnoj energii.
7. BELOUSOVA O., MEDVEDEVA T., AKSENOVA Z., 2021. Botanicheskij sad kak metod rekul'tivacii i integracii opustoshennyh territorij (na primere proekta «Edem»). Grazhdanskoe stroitel'stvo i arhitektura, vyp. 9, net. 5, str. 1309-1317. <http://doi.org/10.13189/cea.2021.090504>
8. BEREZHNYAYA E., 2020 [prosmotreno 1 iyunya 2023]. Primanka dlya stalkerov: zabroshennye uranovye rudniki v Kazahstane ostayutsya opasnymi. Dostupno po ssylke: <https://ru.sputnik.kz/20200917/zabroshennye-uranovye-rudniki-kazakhstan-14981716.html>.
9. BUGUBAEVA A., KUPRIYANOV A., CHASHKOV V., KUANYSHBAEV S., VALIEV K., MAMIHIN S., SHCHEGLOV A., NUGMANOV A., BULAEV A., SULTANGAZINA G. ., KUNANBAEV K., CHERNYAVSKAYA O., BAUBEKOVA G., RUCHKINA G., SAFRONOVA O., UKSIKBAEVA M., SOHAREV YU., 2023. Ocenka produktivnosti razlichnyh rastitel'nyh soobshchestv na uchastkah uranovyh rudnikov v Central'nyj Kazahstan. SABRAO ZHurnal selekcii i genetiki, tom. 55, net. 3, str. 864-876. <http://doi.org/10.54910/sabrao2023.55.3.21>
10. BUGUBAEVA A.YU., 2022. Proekt «Sistema polivodovyh agrofitocenzov dlya vosstanovleniya degradirovannyh pastbishch v severnyh regionah Kazahstana». KN MON RK. Registracionnyj nomer 0121RK00522 AP09562508.
11. CHASHKOV V.N., Salykova O.S., Salykov B.R., IVANOVA I.V., BAGANOV N.A., BINYUKOV YU.V. 2019. Analiz normativno-pravovogo statusa osnovnyh ponyatij i procedur gosudarstvennoj sistemy obespecheniya edinstva izmerenij Respubliki Kazahstan v chasti ocenki sootvetstviya i podtverzhdeniya sootvetstviya sredstv izmerenij. Mezhdunarodnyj zhurnal mashinostroeniya i tekhnologij, tom. 10, net. 1, str. 1629-1659.
12. CHEN L., YAN ZH.-j. i VANG, D., 2020. Fitoremediaciya pochv, zagryaznennyh uranom i kadmiiem, s pomoshch'yu podsolnechnika (*Helianthus annuus* L.), usilennaya biorazlagaemymi helatiruyushchimi agentami. ZHurnal chistogo proizvodstva, tom. 263, st. net. 121491, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121491>
13. KOMITET PO STANDARTIZACII, METROLOGII I SERTIFIKACII MINPROMTORGGOVLI RESPUBLIKI KAZAHSTAN, 2003a. ST RK GOST R 51232-2003 Voda pit'evaya. Obshchie trebovaniya k organizacijam i metodam kontrolya kachestva. Obshchie trebovaniya k organizacii i metodam kontrolya kachestva. Astana: Kazahstanskij institut standartizacii i sertifikacii.
14. KOMITET PO STANDARTIZACII, METROLOGII I SERTIFIKACII MINISTERSTVA PROMYSHLENNOSTI I TORGGOVLI RESPUBLIKI KAZAHSTAN, 2003b. ST RK GOST R 51592-2003 Voda. Obshchie trebovaniya k otboru prob. Obshchie trebovaniya k vyborke]. Astana: Kazahstanskij institut standartizacii i sertifikacii.
15. 15. DUKENOV Z., RAHIMZHANOV A., AHMETOV R., DOSMANBETOV D., ABAEVA K., BORISOVA YU., RAKYMBEKOV Z., BEKTURGANOV A., MALENKO A., SHASHKIN A. . i TRUSHIN M., 2023a. Lesovosstanovitel'nyj potencial tugajnyh lesov v pojmah rek Syrdar'ya i Ili na territorii Kazahstana. SABRAO ZHurnal selekcii i genetiki, tom. 55, net. 5, str. 1768-1777. <http://doi.org/10.54910/sabrao2023.55.5.28>
16. DUKENOV Z., UTEBEKOVA A., KOPABAEVA A., SHYNYBEKOV M., AHMETOV R., RAKYMBEKOV Z., BEKTURGANOV A. i DOSMANBETOV D., 2023b. Vliyanie klimaticheskikh izmenenij na dendrohronologicheskie osobennosti tugajnyh lesov po rekam Syrdar'ya i Ili na territorii Kazahstana. Mezhdunarodnyj zhurnal dizajna, prirody i ekodinamiki, tom. 18, net. 4, str. 975-982. <http://dx.doi.org/10.18280/ijdne.180425>
17. Gosstandart SSSR, 1972a. GOST 4011-72 Voda pit'evaya. Metody izmereniya massovoj koncentracii obshchego zheleza. metody izmereniya massovoj koncentracii obshchego zheleza. Moskva: IPK Izdatel'stvo standartov.

18. Gosstandart SSSR, 1972b. GOST 4245-72 Voda pit'evaya. Metody opredeleniya sodержaniya hloridov. Metody opredeleniya sodержaniya hloridov. Moskva: IPK Izdatel'stvo standartov.

19. Gosstandart SSSR, 1972v. GOST 4388-72 Voda pit'evaya. Metody opredeleniya massovoj koncentracii medi. Metody opredeleniya massovoj koncentracii medi. Moskva: IPK Izdatel'stvo standartov.

20. Gosstandart SSSR, 1972g. GOST 4974-72 Voda pit'evaya. Metody opredeleniya sodержaniya marganca. Metody opredeleniya sodержaniya marganca. Moskva: IPK Izdatel'stvo standartov.

21. Ajdarova , A., Dzhangarasheva , N., Kalieva, M., Omarbekova , A., & Ferrukh , J. (2024). METODOLOGICHESKIE PODKHODY RATSIONAL'NOGO ISPOL'ZOVANIYA ZEMEL' V USLOVIYAKH DEGRADATSII . Izdenister Natigeler, (3(103), 348–361. <https://doi.org/10.37884/3-2024/39>

***М.К.Уксикбаева\*<sup>1</sup>, А.Ыскак<sup>1</sup>, С.В.Мамихин<sup>2</sup>***

*<sup>1</sup>А.Байтурсынов атындағы Қостанай өңірлік университеті, Қостанай қаласы, Қазақстан Республикасы, [u.muldir@mail.ru](mailto:u.muldir@mail.ru)\*, [alia-almaz@mail.ru](mailto:alia-almaz@mail.ru)*

*<sup>2</sup>М.Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университеті, Мәскеу қаласы, Ресей, [svmamikhin@mail.ru](mailto:svmamikhin@mail.ru)*

## **ҚҰРАМЫНДА УРАНЫ БАР ӨНЕРКӘСІПТІК ПОЛИГОНЫНАН АЛЫНҒАН СУ ҚОЙМАСЫНДАҒЫ СУ САПАСЫ МЕН ӨСІМДІК ТҮРЛЕРІНІҢ АЛУАН ТҮРЛІЛІГІН АРТТЫРУ**

### ***Аңдатпа***

Тұрақты даму қағидаттарына қол жеткізу және өнеркәсіптік әсерден теріс әсер еткен аумақтардағы фитоценоздардың түзілу процестерін түсіну қажеттілігіне байланысты бұл зерттеуде Грачевский уран кенішінің (Қазақстан) жағдайы бағаланды, ол шамамен консервациялау рәсімінен өтті. 25 жыл бұрын. Бағалау агроклиматтық жағдайларды және ақпарат жинаудың эмпирикалық әдістерін анықтау үшін сапалы зерттеу әдісін (құжаттарды талдау) қамтыды. Авторлар су қоймасының су бетінің гамма-фонының (және жағалау сызығының учаскелері мен су қоймасына іргелес аумақтардың) иондаушы сәулелену қарқындылығын және су қоймасы суларының гидрохимиялық параметрлерін зерттеп, ботаникалық сипаттама жасады. әртүрлілік. Су қоймасы жағалауының учаскелерінің өсімдік жамылғысы сингенездің әртүрлі кезеңдерінде және пионер топтарымен, топтық қалың қауымдармен және диффузиялық қауымдастықтармен ұсынылған. Су қоймасының жағалауында өсімдіктердің қоныстануы мен дамуына қолайлы экологиялық жағдайлар дамиды. Иондаушы сәулеленудің қарқындылық деңгейлері шекті рұқсат етілген деңгейден аспайды және фитоценоздардың түзілуіне іс жүзінде әсер етпейді. Жазық террасада далалық аймаққа тән өсімдіктердің қатысуымен антропогендік түрлендірілген құрғақ шалғын қалыптасқан. Бұл су қоймасының сапасы мен токсикологиялық көрсеткіштеріне келетін болсақ, суды алдын ала тазарту шартымен шаруашылық-ауызсу мақсатында пайдалануға болады. Уран кеніші рекультивацияланғаннан кейін жиырма жыл ішінде су қоймаларының табиғи тазаруының жоғары деңгейі болды деп қорытынды жасауға болады.

***Кілт сөздер:*** мелиорация, өсімдік құрамы, уран кен орны, экотон, иондаушы сәуле.

***М.К.Уксикбаева\*<sup>1</sup>, А.Ыскак<sup>1</sup>, С.В.Мамихин<sup>2</sup>***

*<sup>1</sup>Kostanay University named after A. Baitursynov, Kostanay, Republic of Kazakhstan, [u.muldir@mail.ru](mailto:u.muldir@mail.ru)\*, [alia-almaz@mail.ru](mailto:alia-almaz@mail.ru)*

*<sup>2</sup>Moscow State University named after M. Lomonosov, Moscow, Russia, [svmamikhin@mail.ru](mailto:svmamikhin@mail.ru)*

## IMPROVING THE LEVEL OF WATER QUALITY AND PLANT SPECIES DIVERSITY IN A RESERVOIR ACCUMULATING NATURAL RUNOFF FROM A RECLAIMED URANIUM-CONTAINING INDUSTRIAL LANDFILL

### *Abstract*

Due to the need to achieve the principles of sustainable development and to understand the processes of formation of phytocenoses in areas that were adversely affected by the industrial impact, this study assessed the condition of the Grachevsky uranium mine (Kazakhstan), which underwent conservation procedures about 25 years ago. The assessment included a qualitative research method (analysis of documents) to determine agro-climatic conditions and empirical methods of collecting information. The authors studied the intensity of ionizing radiation of the gamma background of the water surface of the reservoir (and sections of the shoreline and territories adjacent to the reservoir), and hydrochemical parameters of the waters of the reservoir, and performed a description of the botanical diversity. The vegetation cover of the sections of the reservoir shore is at different stages of syngeneses and is represented by pioneer groupings, group thicket communities, and diffuse communities. Favorable ecological conditions for the settlement and development of plants develop within the shores of the reservoir. The intensity levels of ionizing radiation do not exceed the maximum permissible levels and practically do not affect the formation of phytocenoses. An anthropogenically modified dry meadow with the participation of plants typical of the steppe zone has been formed on the floodplain terrace. Concerning the indicators of quality and toxicology of this reservoir, the water can be used for household and drinking purposes under the condition of prior water treatment. It can be concluded that a high level of natural purification of the reservoir waters occurred within twenty years after the reclamation of the uranium mine.

**Key words:** reclamation, plant composition, uranium deposit, ecotone, ionizing radiation.

МРНТИ 68.05.29: 68.05.45: 68.05.43

DOI <https://doi.org/10.37884/4-2024/10>

*Ж.С. Алманова<sup>1</sup>, А.К. Куришбаев<sup>1</sup>, А.Т. Жакенова<sup>2</sup>, Д.Е. Ержан<sup>\*1</sup>,  
И.М. Какимбек<sup>1</sup>, К.В. Бодрый<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет»,  
г. Алматы, Республика Казахстан, [Almanova44@mail.ru](mailto:Almanova44@mail.ru), [Akylbekkk\\_17@mail.ru](mailto:Akylbekkk_17@mail.ru),  
[Yerzhan.dilmurat@mail.ru](mailto:Yerzhan.dilmurat@mail.ru)\*, [I.kakimbek@yandex.kz](mailto:I.kakimbek@yandex.kz)

<sup>2</sup> НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.  
Сейфуллина» г. Астана, Республика Казахстан, [Aizhan\\_zhakenova@mail.ru](mailto:Aizhan_zhakenova@mail.ru)

<sup>3</sup> ТОО «Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция», п. Научный,  
Карабалыкский район, Костанайская область, Республика Казахстан, [Bkv983@mail.ru](mailto:Bkv983@mail.ru)

## ИНТЕНСИВНОСТЬ ВЫДЕЛЕНИЯ CO<sub>2</sub> В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ НА ЧЕРНОЗЕМАХ ОБЫКНОВЕННЫХ КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

### *Аннотация*

В степной зоне на черноземах обыкновенных в ТОО «Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция» Карабалыкском районе Костанайской области в зависимости от систем минерального питания, севооборотов, сельскохозяйственных культур и технологий обработки почв изучена динамика эмиссии углекислого газа почв агроландшафтов при развитии интенсификации земель. Исследования проводилось путем измерения выделения углекислого газа титриметрическим методом Штатнова. Также в работе представлены данные по оценке почвенного плодородия и его влияние на выделение углекислого газа при разных технологиях обработки почв. На основе наблюдений в течение