

**МЕЛИОРАТИВНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ ПРИ ПОЛИВЕ  
СТОЧНЫМИ ВОДАМИ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР И ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ  
МСБО**

Далдабаева Г.Т. \*, кандидат технических наук

[gulnur-d@mail.ru](mailto:gulnur-d@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9586-798X>

Шомантаев А.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор

[shomantayev53@gmail.com](mailto:shomantayev53@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0003-3089-8651>

Сактаганова Н.А., PhD

[Amanovna.75@mail.ru](mailto:Amanovna.75@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-1218-4946>

Отарбаев Б.С., кандидат сельскохозяйственных наук

[bauyrzhan.kzo@mail.ru](mailto:bauyrzhan.kzo@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5937-6465>

Шегенбаев А.Т., кандидат технических наук

[abzal772001@mail.ru](mailto:abzal772001@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-5910-2840>

Акылбаев К.И., кандидат технических наук

[kgu.kairat@mail.ru](mailto:kgu.kairat@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0002-9982-1257>

*Кызылординский университет им.Коркыт Ата, г.Кызылорда, Казахстан*

**Аннотация.** В статье рассматривается мелиоративная оценка состояния почвы при поливе сточными водами кормовых культур и древесных насаждений в засушливых условиях Кызылординской области. Исследование проводилось на опытном участке Модульной станции биологической очистки (МСБО) поселка Тасбугет города Кызылорда и охватывает воздействие сточных вод на физико-химические и агроэкологические параметры почвы, ее водно-солевой режим, а также агроэкологическое состояние. Представлены результаты полевых и лабораторных исследований, проведенных на участках с различным уровнем минерализации сточных вод. Полевые и лабораторные опыты проводились на лизиметрической установке с различными режимами полива. Установлено, что при соблюдении рациональных норм возможно повышение содержания органического вещества и влагоудерживающей способности почвы. Однако превышение поливной нормы может привести к деградации почвы, вторичному засолению и снижению продуктивности насаждений. Представлены результаты фильтрации и поглощения химических элементов по слоям почвы. Разработаны практические рекомендации по оптимизации режима орошения, направленные на обеспечение экологической стабильности агроэкосистем и эффективное использование водных ресурсов. Представленные результаты могут являться основой при планировании мелиоративных работ и формировании нормативных документов по применению сточных вод в аграрном секторе.

**Ключевые слова:** мелиорация, сточные воды, почва, древесные насаждения, кормовые культуры, водные ресурсы, лизиметрия.

**Введение.** Мелиорация является важнейшим инструментом устойчивого использования земельных ресурсов. В условиях дефицита пресной воды в южных регионах Казахстана становится актуальным применение сточных вод для ирригации. При правильном подходе такой метод может улучшить плодородие почвы, однако существует риск засоления и загрязнения. Настоящее исследование направлено на оценку состояния почв при поливе сточными водами и выявление предельно допустимых режимов использования.

По А.Н.Костякову «мелиорация» - это изучение теоретических и методологических

вопросов, связанных с исследованиями норм и способов согласования растений в воде с режимом почв и внешней среды, который реализуется с помощью мелиоративно-земледельческих производственных сил [1].

Одна из основных задач мелиорации – это создание и поддержание на высоком уровне плодородия почвы. Закономерности происхождения и изменения почв под воздействием различных факторов составляют научную основу мелиорации [2].

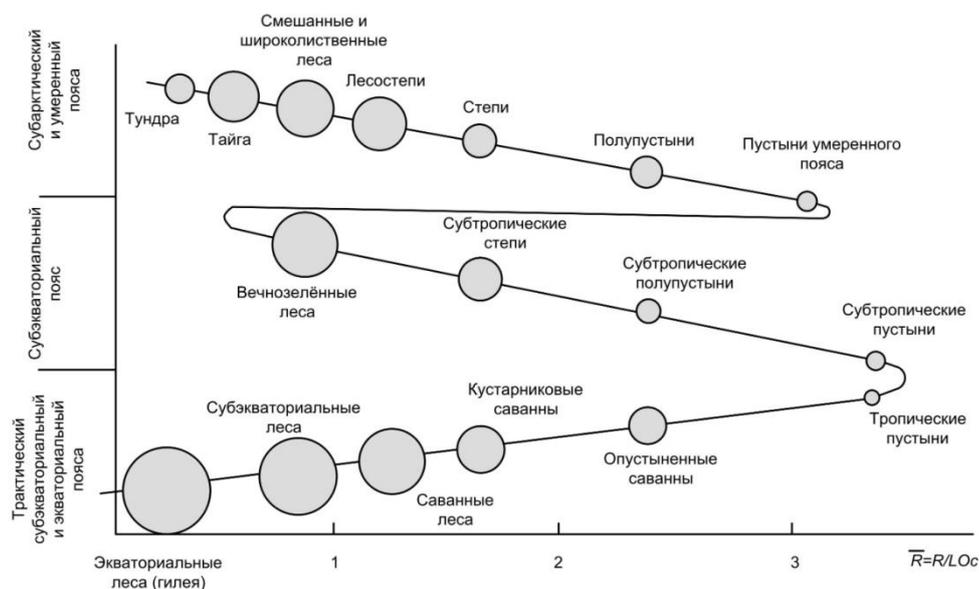
Происхождение и эволюция почв во многом зависят от гидротермического режима, то есть от балансов тепла и влаги на данной территории. Для анализа тепла и влаги подходит показатель, называемый «радиационным коэффициентом» или «индексом сухости», предложенный и определяемый по формуле М.И. Будыко [3]:

$$R = R/L \cdot Q_{oc} \quad (1)$$

где:  $R$  – радиационный баланс географического пространства для расчетного года;  $L$  – скрытая теплота испарения;  $Q_{oc}$  – осадки расчетного года.

Радиационный индекс сухости ( $R$ ) – есть отношение радиационного баланса ( $R$ ) к количеству атмосферных осадков ( $Q_{oc}$ ), выраженное в количестве тепла, необходимого для их испарения ( $L$ ). Это отношение позволит оценить не только водный режим территории орошения и интенсивность прироста растительной массы, но и зависимость почвенно-мелиоративных условий от этих факторов.

В естественных условиях соотношение тепла и влаги разное, что приводит к разнообразию природных зон (рисунок 1). Они неодинаковы по биологической продуктивности и особенностям почвообразования. Величина радиационного индекса сухости ( $R$ ) предопределяет и характер перемещения (миграции) химических элементов в почве, грунтах и грунтовых водах, то есть химические элементы находятся в непрерывном круговороте. Учение о малом биологическом и большом геологическом круговоротах веществ разработали В.И. Вернадский [4] и В.Р. Вильямс [5].



**Рисунок 1 – Схематическое изображение периодического закона географической зональности А.А. Григорьевым и М.И. Будыко (диаметры кружков пропорциональны биологической продуктивности ландшафтов)**

Рациональное управление круговоротом воды и элементов питания с целью устойчивого повышения продуктивности почв и обеспечения экологической безопасности окружающей среды рассматривается как одна из приоритетных задач аграрной мелиорации. Эффективное сочетание процессов геологического и биологического обращения влаги и минеральных соединений возможно при условии внедрения интегрированных мелиоративных подходов, включающих совокупность гидротехнических и агротехнологических мероприятий, адаптированных к природно-климатическим и экологическим особенностям зон орошаемого земледелия.

Под круговоротом веществ следует понимать, что циклы не бывают замкнутыми полностью никогда. Поэтому, с точки зрения охраны природы, мелиоративные и агротехнические мероприятия должны быть ориентированы на минимальные воздействия на геологический круговорот веществ, то есть водообмен между почвенными растворами и грунтовыми водами может быть минимальным.

Необходимость повышения точности и оперативности управления водно-солевым и пищевым режимами почв требует дальнейшего совершенствования методики расчетов оросительных норм при поливе сельскохозяйственных культур сточными водами [6].

**Материалы и методы исследования.** Работы проводились на базе опытного участка МСБО. Полив осуществлялся сточными водами с различной нагрузкой (700–5000 м<sup>3</sup>/га) [7]. Изменялись параметры: кислотность, содержание основных ионов (Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), водоудерживающая способность, степень фильтрации и биологическая активность. Использовались гравиметрический и радиационный методы определения влажности, биохимический анализ, расчет радиационного коэффициента (индекса сухости по Будыко).

При расчёте норм полива и доз внесения удобрений с использованием очищенных сточных вод следует учитывать их химические характеристики, особенности биологического развития сельскохозяйственных культур, включая вынос питательных веществ урожаем, допустимые пределы содержания азота, фосфора, калия и микроэлементов. Кроме того, необходимо принимать во внимание тип почвы, способность растений усваивать элементы питания в зависимости от климатических условий и планируемого уровня урожайности.

Полив сточными водами способствует созданию благоприятных условий для роста сельскохозяйственных растений. Однако нарушение регламента полива и превышение допустимых концентраций вредных примесей в воде могут вызвать нежелательные последствия. Внесение сточных вод влияет на физико-химическое состояние грунта, активность биологических и химических процессов. В зависимости от вида культур, полив может как обогащать, так и обеднять почву органическими веществами. При грамотной организации режима полива, выборе метода орошения и агротехники можно нейтрализовать негативные последствия.

Интенсивный полив сточными водами может вымывать мелкие частицы из рыхлого пахотного слоя в нижележащие горизонты, что ведет к уплотнению почвы и ухудшению воздухообмена. Избыточная влага проникает в более глубокие слои и способствует подъему уровня подземных вод. При отсутствии дренажной системы на орошаемых участках избыточный полив приводит к заболачиванию и снижению плодородия, а в условиях плохого водооттока — к засолению.

Сточные воды содержат органические и минеральные соединения, включая взвешенные и коллоидные формы, которые вступают в реакцию с веществами, присутствующими в почве. Грунт способен удерживать определенную часть этих компонентов. При возделывании многолетних трав увеличение биомассы корневой системы способствует накоплению гумуса и формированию устойчивой структуры почвы. При соблюдении всех агротехнических условий темпы накопления органики опережают

процессы её разложения, что ведёт к росту плодородия.

Химические характеристики почвы изменяются под влиянием полива сточными водами, так как в них могут содержаться как полезные, так и вредные соли. На лёгких и дренированных почвах чрезмерный полив не вызывает засоления, наоборот — происходит вымывание хлоридов и сульфатов, а также выщелачивание кальция, магния и натрия в нижние слои и грунтовые воды.

На микробиологическую активность в почве сильное влияние оказывает частота и объём полива, а также метод и глубина увлажнения. Чрезмерная влажность вытесняет воздух из пор, создавая условия для анаэробных микроорганизмов, что угнетает дыхание корней растений и может вызывать токсическое действие продуктов их метаболизма, таких как сероводород и метан.

Оптимальный уровень влажности способствует усилению микробиологических процессов, активности микроорганизмов и улучшению общей биологической активности почвы, которая определяется количеством выделяемого углекислого газа с поверхности почвы. При пересушивании, особенно при уровне влажности ниже 80% гигроскопичности, активность актиномицетов и грибов резко снижается. Оптимальные условия для них наблюдаются при 60% полной влагоемкости.

Полевые исследования водопотребления различных сельхозкультур на орошаемых землях в разные фазы роста позволяют определить оптимальные режимы увлажнения, способствующие достижению высокой урожайности при минимальных затратах воды. Для этого применяются теоретические модели и лабораторные опыты, включая лизиметрические установки, которые учитывают все компоненты водного баланса в конкретных климатических условиях.

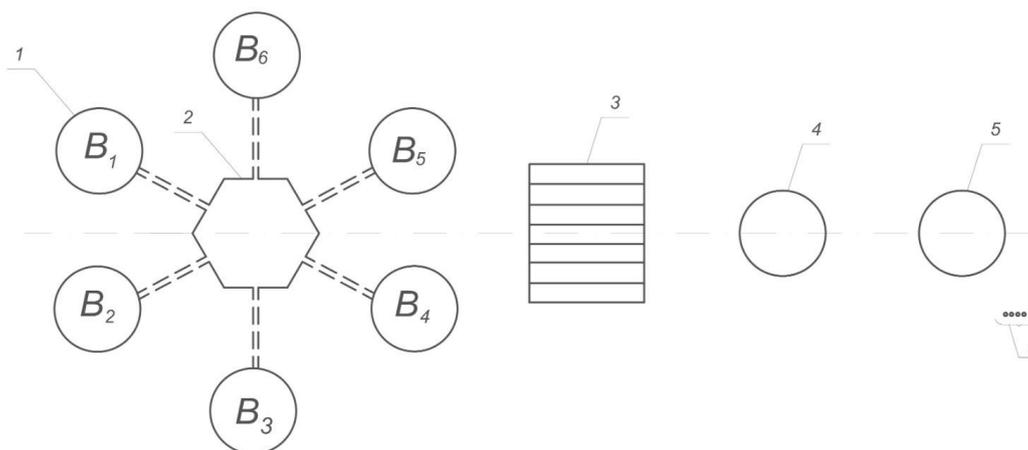
Лизиметрический метод позволяет проследить перемещение питательных веществ и воды в почвенном профиле и установить их баланс. Это даёт возможность изучить взаимодействие удобрений, почвы и растений. Лизиметрические опыты проводят в специальных сосудах, где в естественных условиях отслеживают движение влаги и веществ, а также определяют коэффициент транспирации, максимально приближенный к природным процессам.

Лизиметры – это передовые устройства (обычные резервуары или контейнеры), которые определяют конкретную границу для содержания почвенной воды (раствора) и позволяют измерить баланс почвенного раствора или объём воды, просачивающейся вертикально и определить её качество [8-10], иногда их называют лизиметрами просачивания, дренажными лизиметрами или лизиметрами взвешивания. Все они служат для определения баланса «почва-вода-растение» вертикального потока просачивания и химизма просачивающейся воды. Этот вопрос изучался нами в условиях лугово-болотных, среднесуглинистых почв среднего механического состава.

Лизиметрический комплекс включает шесть лизиметров, каждый из которых представляет собой монолит почвенной толщи с сохранённой естественной структурой. Глубина монолита составляет 2 метра, площадь дневной поверхности — 0,785 м<sup>2</sup>, диаметр одного лизиметра — 1 метр. Схема организации опытной площадки и расположения оборудования представлены на рисунке 2.

Для наблюдения за количеством атмосферных осадков (Р), выпадающих в период вегетации, а также за испарением с поверхности почвы, на экспериментальном участке рядом с лизиметрическим комплексом были размещены приборы для учета осадков, включая дождемеры и испаромеры модели ГГИ-3000. Непосредственно рядом с каждым лизиметром размещены специальные почвенные осадкомеры.

В настоящее время для определения влажности почвы в полевых условиях используются разнообразные методы, включая гравиметрический (термостатно-весовой), радиационный, электрический, тензометрический и метод с применением карбида.



**Рисунок 2 – Схематическое размещение оборудования на агрометеорологической площадке: 1 – лизиметры; 2 – шахта для отбора проб; 3 – метеорологическая будка; 4 – испаромер модели ГГИ-3000; 5 – осадкомер; 6 – почвенные термометры для контроля температуры на различных глубинах (0,05; 0,10; 0,15; 0,20 м) от поверхности почвы.**

Особенно активно в последние годы применяется радиационный (нейтронный) метод, позволяющий определять влажность без необходимости отбора почвенных проб.

Использование нейтронных влагомеров даёт возможность контролировать уровень влажности без нарушения целостности почвенного профиля, снижая риск повреждения корневой системы и надземной биомассы растений. Данный метод обеспечивает высокую точность и оперативность измерений как в лизиметрах, так и на полевых участках, с шагом по глубине до 0,1 м [8].

**Результаты и обсуждение.** Полевые исследования показали, что в верхнем 50-сантиметровом слое почвы при первом орошении усваивается до 80–95% химических элементов, особенно соединений фосфора и азота. При поливной норме в 900 м<sup>3</sup>/га зафиксированы минимальные фильтрационные потери и высокая степень сорбции.

Однако при увеличении объёма полива до 5000 м<sup>3</sup>/га наблюдается вымывание солей в глубинные горизонты (более 1 м), что может привести к риску вторичного засоления почвы [9]. Оптимальный режим полива для почв среднего механического состава составил 900–1100 м<sup>3</sup>/га. Биологическая активность почвы улучшалась при поддержании влажности на уровне 60% полной влагоемкости. Негативных эффектов вегетации за период 2024 года не зафиксировано. Согласно данным, представленным в таблице 1, наименьшее поглощение наблюдалось для кальция и магния, тогда как усвоение азота и фосфора оказалось на высоком уровне. Снижение сорбционной способности сероземно-луговых почв с средним гранулометрическим составом при увеличении водной нагрузки подтверждено в научных работах В.Т.Додолиной [11–13], М.Шульца [14], О.Зубаирова [15], а также А.А. Шомантаева [16].

Как видно из таблицы 1, с увеличением мощности почвенного слоя степень очистки сточных вод возрастает. Инфильтранты из 0-100 см почвенного слоя беднее всеми компонентами, чем инфильтрант через 0-50 см слоя почвы.

В пределах почвенного слоя глубиной до 100 см может удерживаться до 96 % солей, около 91,2 % фосфора и до 85,5 % общего количества азота. Это указывает на то, что одним из ключевых условий эффективной фильтрации сточных вод является соблюдение оптимальной нагрузки на поля орошения, что обеспечивает благоприятные условия для функционирования процессов сорбции, физико-механического поглощения и биохимического разложения в почвенной среде.

**Таблица 1 – Поглощение среднесуглинистыми почвами химических компонентов сточных вод, мг/л (2024 г.)**

Показатели	рН	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca	Mg	Na+K	Азот		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
								Общий	Аммиачный	
Первый полив, m = 700м <sup>3</sup> /га, слой почвы – 0-50 см										
Исходные	7,6	317,0	113,0	345,0	90,0	57,0	138,0	29,0	15,0	9,0
Фильтрат	7,6	69,7	21,0	71,0	26,0	18,0	28,5	2,0	2,9	0,0
% к исходной очистке		78	81,4	79,4	71,1	68,4	79,3	93,1	80,7	90,0
4-ый полив, m = 900м <sup>3</sup> /га, слой почвы – 0-50 см										
Исходные	7,7	328,0	126,1	304,8	104,0	63,9	112,4	34,4	17,6	10,2
Фильтрат	7,6	116,8	26,32	62,76	34,45	27,45	36,66	5,8	3,15	0,90
% к исходной очистке		64,4	79,1	79,4	66,9	57,0	67,4	83,14	82,1	91,0
4-ый полив, m = 900м <sup>3</sup> /га, слой почвы – 0-100 см										
Исходные	7,7	328,0	126,1	304,8	104,0	63,9	112,4	34,4	17,6	10,2
Фильтрат	7,6	112,2	22,3	57,7	32,0	22,4	32,6	5,0	3,0	0,90
% к исходной очистке		96,7	82,3	81,1	69,2	65,0	71,0	85,5	83,0	91,2

При поливе очищенными сточными водами в почве активно накапливаются различные соединения. Часть этих веществ усваивается сельскохозяйственными культурами в период между орошениями, тогда как другая часть подвергается трансформации под влиянием химических, физических и биологических процессов [13].

По мере увеличения объёмов полива уровень очистки сточных вод во всех почвенных горизонтах постепенно снижается. Максимальная эффективность фильтрации достигается в верхнем слое почвы глубиной 0–100 см, где до 97 % водорастворимых солей задерживаются. Полученные результаты подтверждаются исследованиями В.Т. Додолиной (1977), З. Стручавичуса (1980), В.И. Марымова (1982), О.З. Зубаирова (1992) и А.А. Шомантаева (2002).

В таблице-2 приведены расчетные значения степени очистки сточных вод по основным компонентам (HCO<sub>3</sub>, Cl, SO<sub>4</sub>, Ca, Mg, Na+K) в различных горизонтах почв среднего механического состава при поливной норме 700 и 900 м<sup>3</sup>/га. Величина очистки выражена в процентах относительно исходного содержания, которое указано в последней строке таблицы в качестве эталона для сравнения.

**Таблица 2 – Степень очистки компонентов сточных вод в различных горизонтах почвы**

Горизонт	Норма полива, м <sup>3</sup> /га	HCO <sub>3</sub> , степень очистки (%)	Cl, степень очистки (%)	SO <sub>4</sub> , степень очистки (%)	Ca, степень очистки (%)	Mg, степень очистки (%)	Na+K, степень очистки (%)
0-30	700	49,6	50,6	57,8	60,0	44,5	51,3
0-30	900	56,0	47,7	59,6	64,1	51,8	52,5
30-60	700	59,8	71,4	79,9	85,4	73,6	75,8
30-60	900	63,9	74,8	82,5	86,2	72,7	80,8
60-100	700	93,5	83,2	88,5	92,8	79,1	93,0
60-100	900	94,8	86,7	89,5	93,1	80,9	93,8

Результаты показывают, что наибольшая сорбция происходит в верхнем горизонте (0–30 см), где эффективность очистки по отдельным компонентам достигает 50–60%. С увеличением глубины поглощение усиливается: в слое 60–100 см степень очистки превышает 90% по большинству компонентов, что свидетельствует о глубокой фильтрации и возможной миграции солей.

Диаграмма визуализирует различия в эффективности очистки по ионам в зависимости от глубины и объема полива. Четко прослеживается тенденция к повышению степени очистки при увеличении глубины и поливной нормы, особенно по таким элементам, как  $\text{HCO}_3$ ,  $\text{SO}_4$  и  $\text{Na}+\text{K}$ . Это подтверждает, что при оптимальных условиях сточные воды могут эффективно очищаться в пределах почвенного профиля без значительного загрязнения подземных горизонтов (Рисунок 3).



**Рисунок 3 – Эффективность очистки по компонентам**

Почвы лугово-болотного типа с тяжёлым механическим составом характеризуются сравнительно сниженной способностью к сорбции химических веществ. В условиях полива сточными водами выявлено, что часть растворённых солей проникает в глубинные горизонты, превышающие 50 см, в объёме до 18–23 %, тогда как усвоение азота составляет 12–14 %, а фосфора — от 11 до 24 %.

На диаграмме (рисунок 4) представлено сравнение степени поглощения основных химических элементов лугово-болотными почвами при двух уровнях поливной нагрузки — 3900 и 5000 м<sup>3</sup>/га. Визуализация позволяет наглядно оценить эффективность сорбции по каждому компоненту.

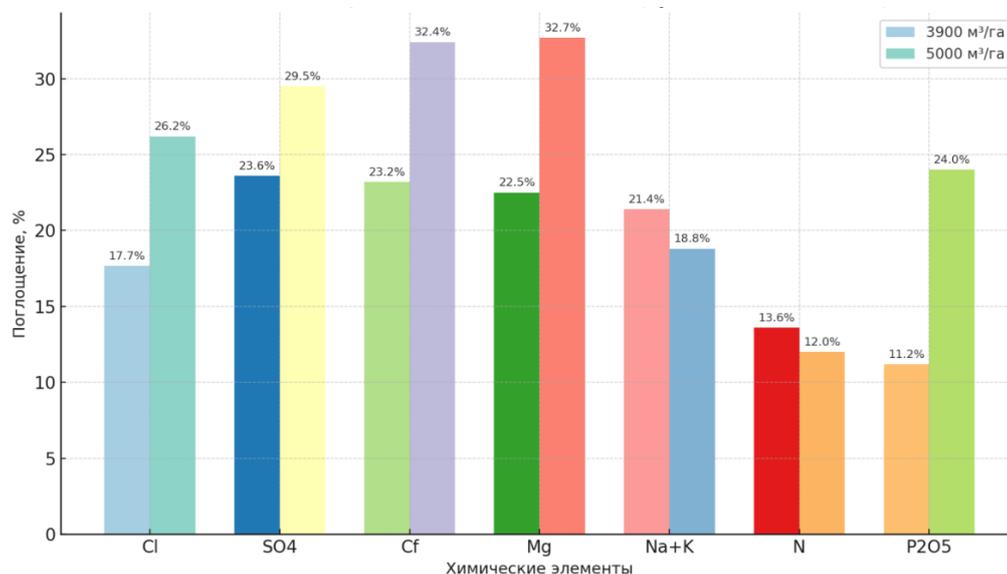
Как видно из графика, при увеличении объема поливной воды с 3900 до 5000 м<sup>3</sup>/га наблюдается рост степени поглощения большинства элементов. Особенно выраженное увеличение отмечается по следующим компонентам:

- Сера ( $\text{SO}_4$ ) – с 23,6 % до 29,5 %,
- Кальций (Cf) – с 23,2 % до 32,4 %,
- Магний (Mg) – с 22,5 % до 32,7 %,
- Фосфор ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) – с 11,2 % до 24,0 %.

Относительно устойчивыми показателями остаются хлор и натрий с калием, а азот

сохраняет умеренную степень усвоения в обоих случаях (13,6 % и 12,0 % соответственно).

Таким образом, увеличение поливной нормы приводит к более активной миграции и, одновременно, к более глубокой фиксации компонентов в почве. Это свидетельствует о важности подбора оптимального водного режима при использовании сточных вод для орошения лугово-болотных почв с тяжёлым механическим составом.



**Рисунок 4 – Степень поглощения химических элементов (лугово-болотные почвы) 2024 г.**

Наибольшей подвижностью в почвенной среде обладают ионы хлора, гидрокарбонатов, кальция и магния. Несмотря на это, эффективность фильтрации сточных вод в данных условиях остаётся на приемлемом уровне. При увеличении поливной нормы происходит более интенсивное перемещение химических соединений в глубину, что требует корректировки водного режима.

При чрезмерных объемах наблюдается поверхностное стекание, увеличивающее вероятность загрязнения водоёмов. Оптимальной считается поливная норма в пределах 900–1100 м³/га, при которой сточные воды равномерно распределяются в почвенном профиле, а основная часть компонентов адсорбируется в верхних слоях.

Снижение объема полива также может повлиять на усвоение питательных веществ, таких как азот и фосфор, однако, эти элементы могут быть поглощены более глубокими слоями почвы.

Многочисленные исследования подтверждают, что финальные процессы самоочищения сточных вод завершаются в пределах трёхметрового слоя, поэтому при организации полива важно, чтобы уровень грунтовых вод находился ниже этой глубины.

В условиях использования сточных вод необходимо соблюдать баланс между поступлением элементов и их усвоением растениями, особенно с учётом межполивных интервалов. Основная часть химических веществ накапливается в верхнем 50-сантиметровом слое, где сосредоточена корневая система и активная микробиота, способствующая разложению органических веществ и включению их в биологический круговорот. При проведении исследований за 2024 год, на полях орошения сточными водами, растения росли нормально, каких-либо отрицательных явлений не наблюдалось [7]. В свое время Р.Р. Вильямс (1941) отмечал, что нормальное развитие сельскохозяйственных культур служит лучшим показателем использования сточных вод на полях орошения.

Поглощенные почвой различные химические элементы под воздействием механических, химических и биологических процессов, протекающих в почве, разлагаются и становятся пищей для растений. Определенная часть их выносится с урожаем,

определенная часть остается в почве, пополняя ее запасы.

Известно, что часть солей, поступившей с оросительной водой выносится с урожаем, а часть солей под воздействием осенне-зимних атмосферных осадков уходит в нижеследующие слои почвы. Поэтому по истечению данного срока (Т лет), следует заново определять все показатели норм нагрузок на поля орошения. В Южно-Казахстанской области, в Акжарском производственном объединении сточными водами орошаются более 254 га. За годы исследования признаков засоленности почвы не наблюдалось [17].

Например, по данным А.Т.Айменова (1980) в почвенно-мелиоративной зоне Южно-Казахстанской области признаки слабой засоленности должны были произойти через 7 лет [18]. По данным О.З. Зубаирова (1992) за 12 лет орошения сельскохозяйственных культур на этом участке содержание солей в метровом слое почвы оставалось на уровне 0,090 % от веса сухой почвы [15].

**Заключение.** Применение сточных вод при строго контролируемом поливном режиме может служить эффективным решением для мелиорации засушливых земель. При этом необходимо учитывать тип почвы, глубину залегания грунтовых вод и плотность насаждений. Наибольшая эффективность достигается при норме 900 м<sup>3</sup>/га и уровне УГВ ниже 3 метров. В условиях Кызылординской области сточные воды представляют ресурс, способный улучшить водный баланс, не вызывая деградации почвы при соблюдении рекомендованных агротехнологий.

В почвенно-мелиоративной зоне Южно-Казахстанской области в метровом слое почвы солей оставалось на уровне 0,095 % от веса сухой почвы, то есть за 4 года не произошло засоления почвы. Это еще раз подтверждает то, что в Южно-Казахстанской области при правильной организации орошения сельскохозяйственных культур сточными водами вторичного засоления почв не произойдет.

В Кызылординской области с тяжелыми почвенно-мелиоративными условиями, при подаче сточной воды в объеме 4000 м<sup>3</sup>/га надо принять промывной режим с отводом дренажных вод 20-30 % от водоподачи. В этом случае можно будет стабилизировать содержание солей в почве.

**Благодарность:** Данное исследование проведено в рамках Программно-целевого финансирования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан на 2023–2025 годы по проекту BR21882415 «Разработка технологии безопасного использования сточных вод для орошения кормовых культур и древесных насаждений в условиях дефицита водных ресурсов в Кызылординской области».

#### **Литература:**

- [1] **Костяков, А.Н.** Основы мелиорации. – М.: Сельхозгиз, 1951. – 350 с.
- [2] **Орлов, Р.М.** Мелиорация как природооптимизирующий процесс//Оптимизация процессов комплексного мелиоративного регулирования: Сб.научных трудов/ МГМИ, – М.: 1985, с.116-128
- [3] **Будыко, М.И.** Тепловой баланс зеленой поверхности. – Л.: Гидрометеиздат, 1956. – 255 с.
- [4] **Вернадский, В.И.** Химическое строение Земли и ее окружения. – М.; Наука, 1987. – 338 с.
- [5] **Вильямс, В.Р.** Общее земледелие с основами почвоведения. – М.: Сельхозгиз, 1931. – 370 с.
- [6] **Мустафаев, Ж.С.** Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане // Автореферат дисс. д.т.н. – М.; 1992 – 50с.
- [7] **Акылбаев, К.И., Шомантаев А.А., Буланбаева П.У., Далдабаева Г.Т., Шегенбаев А.Т., Баймаханов О.С.** Технология возделывания и режим орошения древесных насаждений сточными водами модульной станции биологической очистки (МСБО) в поселке Тасбогет, г. Кызылорда. «Вестник КУ имени Коркыт Ата. Сельскохозяйственные науки», 2025. – №1 (72). – 198-211 бб.

<https://doi.org/10.52081/bkaku.2025.v72.i1.233>;

[8] **Балкизов, А.Б.**, Сасиков А.С. Лизиметрический метод исследования водного баланса почвенных и грунтовых вод. ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарской ГАУ, Нальчик, 2021. – с.117–121;

[9] **Baymakhanov, O.S.**, Shomantayev A.A., Daldabayeva G.T., Otarbayev B.S., Akylbayev K.I., Shegenbayev A.T., Soil fertility and hydrogeological conditions of the pilot plot located on the territory of the modular biological treatment plant of the village of Tasboget. Bulletin of the Korkyt Ata Kyzylorda University, №3 (70) 2024. <https://doi.org/10.52081/bkaku.2024.v70.i3.183>;

[10] **Томас, Пютц**, Яннис Грох. Физика почвы. Энциклопедия почв в окружающей среде (второе издание), 2023 г.;

[11] **Додолина, В.Т.** Оценка пригодности сточных вод для орошения по агрометрическим показателям. Сельскохозяйственное использование сточных вод.: Сборник. – М.; 1978. – Вып. 5 – С. 38–40;

[12] **Додолина, В.Т.** Принципы классификации сточных вод для орошения по агрометрическим показателям // Использование сточных вод для орошения. – М: ВНИИГиМ, – 1978, – С. 70–82;

[13] **Додолина, В.Т.** Влияние длительного орошения хозяйственно-бытовыми сточными водами на плодородие дерново-подзолистых почв. Влияние орошения сточными водами и навозными стоками на плодородие почв. – М: Сб. Трудов, 1987. – С. 163–168;

[14] **Шульц, М.** Круглодовое орошение сточными водами. – М: Колос, 1965 – С. 191;

[15] **Зубанров, О.З.** Агрометрические и водоохранные основы сельскохозяйственного использования биологически очищенных сточных вод и животноводческих стоков в орошаемой зоне юга и юго-востока Казахстана. Автореферат докторской диссертации. Волгоград, 1992. С. 2–47;

[16] **Шомантаев, А.А.** Гидрохимический режим водотоков и сельскохозяйственное использование в низовьях реки Сырдарьи. Автореферат дисс. на соискание ученой степени док. с/х наук. – Алматы, 2002 г. – 51 с.;

[17] **Мусаев, А.И.** Водный режим почвы при орошении кормовых культур городскими сточными водами на светло-сероземных почвах юго-востока Казахстана. Автореферат дисс. канд. с/х наук // – Волгоград, 1985 – 21 с.;

[18] **Айменов, А.Т.** Ресурсы сточных вод хлопкосеющей зоны Казахстана и оценка пригодности их для орошения // Совершенствование мелиоративных систем в технологии орошения сельскохозяйственных культур в Казахстане: Сб. научных трудов – Ташкент, 1985 – с.104–109.

## References:

[1] **Kostyakov, A.N.** Osnovy melioratsii. – М.: Selkhozgiz, 1951. – 350 s. [in Russian];

[2] **Orlov, R.M.** Melioratsiya kak prirodooptimiziruyuschiy protsess// Optimizatsiya protsessov kompleksnogo meliorativnogo regulirovaniya: Sb.nauchnykh trudov/ MGMI. – М/., 1985, s. 116–128 [in Russian];

[3] **Budyko, M.I.** Teplovoy balans zelyonoy poverkhnosti. – L.: Gidrometeoizdat, 1956. – 255 s. [in Russian];

[4] **Vernadskiy, V.I.** Khimicheskoe stroenie Zemli I eyo okruzheniya. – М.; Nauka, 1987. – 338 s. [in Russian];

[5] **Vil'yams, V.R.** Obschee zemledelie s osnovami pochvovedeniya. – М.: Selkhozgiz., 1931. – 370 s. [in Russian];

[6] **Mustafaev, Zh.S.** Pochvenno-ekologicheskoe obosnovanie melioratsii sel'skokhozyaystvennykh zemel' v Kazakhstane// Avtoreferat diss. d.t.n. – М.; 1992 – 50с. [in Russian];

[7] **Akylbaev, K.I.**, Shomantaev A.A., Bulanbaeva P.U., Daldabaeva G.T., Shegenbaev A.T., Baymakhanov O.S. Tekhnologiya vozdel'yvaniya I rezhim orosheniya drevesnykh nasazhdeniy stochnymi vodami modul'noy stantsii biologicheskoy ochistki (MSBO) v poselke Tasboget, g.Kyzylorda. Vestnik KU imeni Korkyt Ata. Sel'skhozjajstvennyye nauki, 2025. – №1 (72). – 198-211 66. <https://doi.org/10.52081/bkaku.2025.v72.i1.233> [in Russian];

[8] **Balkizov, A.B.**, Sasikov A.S. Lizimetricheskiiy metod issledovaniya vodnogo balansa pochvennykh I gruntovykh vod. FGBOU VO Kabardino-Balkarskoy GAU, Nal'chik, 2021. – s.117–121

[in Russian];

[9] **Baymakhanov, O.S.**, Shomantayev A.A., Daldabayeva G.T., Otarbayev B.S., Akylbayev K.I., Shegenbayev A.T., Soil fertility and hydrogeological conditions of the pilot plot located on the territory of the modular biological treatment plant of the village of Tasboget. Bulletin of the Korkyt Ata Kyzylorda University, №3 (70), 2024. <https://doi.org/10.52081/bkaku.2024.v70.i3.183>;

[10] **Tomas, Pyutts, Yannis Grokh.** Fizika pochvy. Entsiklopediya pochv v okruzhayushey srede (vtoroe izdanie), 2023 g. [in Russian];

[11] **Dodolina, V.T.** Otsenka prigodnosti stochnykh vod dlya orosheniya po agromeliorativnym pokazatelyam. Sel'skokhozya'stvennoe ispol'zovanie stochnykh vod.: Sbornik. – M.: 1978. – Vyp. 5 – s. 38–40 [in Russian];

[12] **Dodolina, V.T.** Ptinsipy klassifikatsii stochnykh vod dlya orosheniya po agromeliorativnym pokazatelyam // Ispol'zovanie stochnykh vod dlya orosheniya. M: VNIIGIM, – 1978, – s. 70–82 [in Russian];

[13] **Dodolina, V.T.** Vliyanie dlitel'nogo orosheniya khozya'stvenno-bytovymi stochnymi vodami na plodorodie dernovo-podzolistykh pochv. Vliyanie orosheniya stochnymi vodami I navoznymi stokami na plodorodie pochvy. – M; Sb. Trudov., 1987. – S. 163–168 [in Russian];

[14] **Shul'ts, M.** Kruglogodovoe oroshenie stochnymi vodami. – M: Kolos, 1965 – s. 191 [in Russian];

[15] **Zubairov, O.Z.** Agromeliorativnye I vodookhrannye osnovy sel'skokhozya'stvennogo ispol'zovaniya biologicheski ochischennykh stochnykh vod I zhivotnovodcheskikh stokov v oroshaemoy zone yuga I yugo-vostoka Kazakhstana. Avtoreferat doktorskoy dissertatsii. Volgograd, 1992. S. 2–47 [in Russian];

[16] **Shomantaev, A.A.** Gidrokhimicheskiy rezhim vodotokov I sel'skokhozya'stvennoe ispol'zovanie v nizov'yakh reki Syrdar'i. Avtoreferat diss. Na soiskanie uchenoy stepeni dok. s/kh nauk. Almaty, 2002 g. – 51 c. [in Russian];

[17] **Musaev, A.I.** Vodnyy rezhim pochvy pri oroshenii kormovykh kultur gorodskimi stochnymi vodami na svetlo-serozemnykh pochvakh yugo-vostoka Kazakhstana. Avtoreferat diss. Kand. s/kh nauk // - Volgograd, 1985 – 21 c. [in Russian];

[18] **Aymenov, A.T.** Resursy stochnykh vod hlopkoseyushey zony Kazakhstana I otsenka prigodnosti ikh dlya orosheniya // Sovershenstvovanie meliorativnykh system v tehnologii orosheniya sel'skokhozya'stvennykh kultur v Kazakhstane: Sb. Nauchnykh trudov – Tashkent, 1985 – s. 104–109 [in Russian].

## AMELIORATIVE ASSESSMENT OF SOIL CONDITION DURING IRRIGATION WITH WASTEWATER OF FODDER CROPS AND TREE PLANTATIONS OF A MODULAR BIOLOGICAL TREATMENT PLANT

**Daldabayeva G.T.\***, Candidate of Technical Sciences

**Shomantayev A.A.**, Doctor of Agricultural Sciences

**Saktaganova N.A.**, PhD

**Otarbayev B.S.**, Candidate of agricultural sciences

**Shegenbayev A.T.**, Candidate of Technical Sciences

**Akylbayev K.I.**, Candidate of Technical Sciences

*Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan*

**Annotation.** The article deals with ameliorative assessment of soil condition under irrigation with wastewater of fodder crops and tree plantations in arid conditions of Kyzylorda oblast. The study was conducted at the experimental site of the Modular Biological Treatment Plant (MBTP) of Tasbuget settlement of Kyzylorda city and covers the impact of wastewater on physical-chemical and agroecological parameters of soil, its water-salt regime, as well as agroecological condition. The results of field and laboratory studies conducted on sites with different levels of wastewater mineralization are presented. Field and laboratory experiments were conducted on a lysimetric unit with different irrigation regimes. It was found that under rational norms it is possible to increase the content of organic matter and water-holding capacity of soil. However, exceeding the irrigation norm can lead to soil degradation, secondary salinization

and reduction of productivity of plantations. The results of filtration and absorption of chemical elements by soil layers are presented. Recommendations on regulation of irrigation regime providing ecological sustainability of agrocenoses and rational use of water resources are offered. The obtained data can be used in planning reclamation measures and developing standards for wastewater use in agriculture.

**Keywords:** land reclamation, wastewater, soil, tree plantations, fodder crops, water resources, lysimetry.

## **МОДУЛЬДІК БИОЛОГИЯЛЫҚ ТАЗARTY СТАНЦИЯСЫНЫҢ АҒЫНДЫ СУЛАРЫМЕН СУҒАРУ КЕЗІНДЕ ЖЕМ-ШӨП ДАҚЫЛДАРЫ МЕН АҒАШ ЕКПЕЛЕРІ ӨСІРІЛЕТІН ЖЕРЛЕРДІҢ ТОПЫРАҚ ЖАҒДАЙЫН МЕЛИОРАТИВТІК БАҒАЛАУ**

**Далдабаева Г.Т.\***, техника ғылымдарының кандидаты  
**Шомантаев А.А.**, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор  
**Сактаганова Н.А.**, PhD  
**Отарбаев Б.С.**, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты  
**Шегенбаев А.Т.**, техника ғылымдарының кандидаты  
**Ақылбаев Қ.И.**, техника ғылымдарының кандидаты

*<sup>1</sup>Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ, Қазақстан*

**Андатпа.** Мақалада Қызылорда облысының құрғақшылық жағдайында жем-шөп дақылдары мен ағаш екпелерін модульді биологиялық тазарту станциясының (МБТС) ағынды суларымен суару кезіндегі топырақ жағдайына мелиоративтік баға беру мәселесі қарастырылады. Зерттеу Қызылорда қаласының Тасбөгет кентінде орналасқан МБТС-тың тәжірибе алаңында жүргізіліп, ағынды сулардың топырақтың физика-химиялық және агроэкологиялық көрсеткіштеріне, су-тұз режиміне, сондай-ақ агроэкологиялық жай-күйіне әсері зерделенді. Минералдану деңгейі әртүрлі ағынды сулармен жүргізілген тәжірибелік және зертханалық зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Тәжірибелер лизиметриялық қондырғыда әртүрлі суару режимдерімен жүргізілді.

Рационалды суару нормаларын сақтау кезінде топырақтағы органикалық заттардың мөлшерін және ылғалды ұстап тұру қабілетін арттыруға болатыны анықталды. Алайда суару нормасының артық болуы топырақтың тозуына, қайталама тұздануға және егістіктің өнімділігінің төмендеуіне алып келуі мүмкін. Топырақ қабаттары бойынша химиялық элементтердің фильтрациясы мен сіңірілуінің нәтижелері ұсынылған. Агроценоздардың экологиялық тұрақтылығын қамтамасыз ететін және су ресурстарын ұтымды пайдалануға мүмкіндік беретін суару режимін реттеу бойынша ұсыныстар берілген. Алынған мәліметтер мелиоративтік іс-шараларды жоспарлау және ауыл шаруашылығында ағынды суларды пайдалану бойынша нормативтерді әзірлеу кезінде қолданылуы мүмкін.

**Тірек сөздер:** мелиорация, ағынды сулар, топырақ, ағаш екпелері, жемшөп дақылдары, су ресурстары, лизиметрия.