

УДК 631.435:631.6

## АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОРОШАЕМЫХ ЛУГОВЫХ АРЗЫКОВЫХ ПОЧВ ТЕРРИТОРИЙ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К ЦЕНТРАЛЬНО-ФЕРГАНСКОМУ ВОДОХРАНИЛИЩУ

Исаков В.Ю., Акбаров С.Б.

*Кокандский государственный педагогический институт, Коканд,  
e-mail: valijonisaqov247@gmail.com*

Цель работы – исследование агрохимических свойств орошаемых луговых арзыковых почв, сформированных на территориях, прилегающих к Центрально-Ферганскому водохранилищу. Исследуемая территория является центром Центрально-Ферганской озерно-пролювиальной равнины. В полевых условиях были заложены почвенные разрезы, по которым изучены морфологические свойства почв и отобраны образцы из их генетических горизонтов. Количество валовых и подвижных форм гумуса, азота, фосфора и калия в образцах определяли общепринятыми методами. Полученные результаты легли в основу настоящей статьи. Профиль арзыковых почв представлен тремя слоями: верхним – собственно почвенным, средним – арзыковым и нижним – карбонатным (шоховым) слоями. Арзыковый слой состоит из прослоев, содержащих большое количество гипса и карбонатов. Эти прослои характеризуются высокой плотностью, низкой пористостью и плохой водопроницаемостью. Профиль почвы засолен легкорастворимыми солями, при этом максимальная концентрация солей приходится на арзыковый слой. Орошаемое земледелие в зависимости от геоморфологических особенностей и литологического строения профиля почвы изменяет их свойства. Относительное увеличение содержания гумуса, азота, фосфора и калия наблюдается в почвах южной части озерно-пролювиальной равнины, переходящих в конусы выноса, а также в северной части, прилегающей к террасам Сырдарьи, где преобладают породы с более легким гранулометрическим составом. Существенных изменений агрохимических показателей почв в центральной части равнины не произошло, несмотря на многолетнюю эксплуатацию. Арзыковые почвы характеризуются тяжелыми суглинистыми и глинистыми горизонтами с повышенным содержанием гипсо-карбонатных соединений и низким плодородием. Агрохимические свойства этих почв включают малые количества как валовых, так и подвижных форм азота, фосфора, калия и гумуса. Почвы по содержанию подвижных форм NPK относятся к группе необеспеченных и низкообеспеченных.

**Ключевые слова:** орошаемые лугово-арзыковые почвы, строение профиля, засоление, агрохимическая характеристика, гумус, питательные элементы, уровень обеспеченности

## AGROCHEMICAL PROPERTIES OF IRRIGATED MEADOW ARZYK SOILS IN THE TERRITORIES ADJACENT TO THE CENTRAL FERGANA RESERVOIR

Isakov V.Yu., Akbarov S.B.

*Kokand State Pedagogical Institute, Kokand, e-mail: valijonisaqov247@gmail.com*

The purpose of this article is to highlight the agrochemical properties of irrigated meadow Arzyk soils formed in the territories adjacent to the Central Fergana Reservoir. The study area is located in the center of the Central Fergana lake-alluvial plain. Soil profiles were laid in the field, where the morphological properties of the soils were studied and samples were taken from their genetic horizons. The amounts of gross and mobile forms of humus, nitrogen, phosphorus, and potassium in the samples were determined using generally accepted methods in soil science. The results obtained formed the basis for this article. The profile of Arzyk soils is sharply divided into three layers: the upper – proper soil layer, the middle – Arzyk layer, and the lower – carbonate (shokhoviy) layer. The Arzyk layer consists of layers containing a large amount of gypsum and carbonates. These soil layers have high density, low porosity, and poor water permeability. The entire soil profile is saline, with soluble salts, and the highest salt concentration is found in the Arzyk layer. Irrigated agriculture, depending on the geomorphological features and lithological structure of the soil profile, altered the properties of the soils. Relative increases in the content of humus, nitrogen, phosphorus, and potassium are observed in the soils of the southern part of the lake-proluvial plain, transitioning into the alluvial fans, as well as in the northern part adjacent to the terraces of the Syr Darya, where soils with a lighter granulometric composition prevail. No significant changes in the agrochemical properties of the soils have occurred in the central part of the plain, despite long-term exploitation. Arzyk soils, with heavy loamy and clayey horizons and increased content of gypsum-carbonate compounds in the profile, are characterized by low fertility. Their agrochemical properties include small amounts of both gross and mobile forms of nitrogen, phosphorus, potassium, and humus. The soils remain in the categories of deficient and low-provided in terms of mobile forms of NPK.

**Keywords:** irrigated meadow Arzyk soils, profile structure, salinization, agrochemical characteristics, humus, nutrients, level of provision

### Введение

Удовлетворение растущих потребностей и запросов стремительно увеличивающегося населения, обеспечение достаточного количества и качества сельскохо-

зяйственной продукции, а также продовольственной безопасности невозможно без учета экологической чистоты и улучшения мелиоративного состояния почв. Однако среди сельскохозяйственных угод-

дий встречаются почвы с крайне низким плодородием и неудовлетворительным мелиоративным состоянием. В таких почвах присутствуют плотные слои с гипсом, карбонатно-гипсовые и арзыковые горизонты, которые практически непроницаемы для воды и существенно ограничивают плодородие. Общая площадь арзыковых, гипсовых и шоховых почв Ферганской долины превышает 300 тыс. га. Улучшение их мелиоративного состояния и повышение плодородия является важной задачей для увеличения объема сельскохозяйственной продукции [1].

Самыми сложными по агроэкологическим и мелиоративным условиям являются почвы, сформировавшиеся на озерно-пролювиальной равнине Ферганской долины. Особенно сложное экомелиоративное состояние имеет центральная часть – Каракалпакский степ. До начала ирригационно-мелиоративного освоения территория Центральной Ферганы представляла собой ряды слабо закрепленных и незакрепленных песчаных дюн, барханов, между которыми располагались солончаки, озера в низинах, заболоченные участки и болотистые луга. После строительства Большого Ферганского канала (1939) началось освоение земель Центральной Ферганы, а 1960-е гг. стали периодом массового освоения целинных и залежных земель. В этот период в круг орошаемого земледелия вошли также участки с тяжелыми мелиоративными условиями. Особенно активно освоение продолжалось в 1980–1990-е гг., когда были освоены почти все земли, за исключением крупных песчаных массивов.

Однако в процессе эксплуатации вновь освоенных земель возникло множество проблем. Почвы, устойчивые к мелиорации, оказались сильно гипсованными, карбонатно-гипсовыми (арзыковыми) и содержали плотные шоховые горизонты. В таких условиях рост даже диких растений ограничен. Несмотря на долгосрочную эксплуатацию этих земель (40–45 лет), существенных изменений в их мелиоративном состоянии не наблюдается. К числу таких сложных по мелиоративным характеристикам земель Центральной Ферганы относятся и арзыковые почвы территории, прилегающей к Центрально-Ферганскому водохранилищу, введенному в эксплуатацию в 2013 г. На данной территории не возделываются хлопчатник и другие технические культуры – выращиваются лишь рис и дыни, урожайность которых ограничена. В этом регионе широко распространены искусственные пруды и озера, предназначенные для рыбоводства.

Объем воды Центрально-Ферганского водохранилища составляет 350 млн м<sup>3</sup>, что позволяет улучшить водоснабжение 85 000 га сельскохозяйственных угодий. Однако существует и отрицательное влияние водохранилища на мелиоративное состояние земель. На расстоянии 100–150 м от водохранилища проявляются признаки заболачивания, а на остальной территории активизируются процессы засоления. Повышение эффективности использования земель в зоне влияния Центрально-Ферганского водохранилища требует глубокого изучения текущей агроэкологической и мелиоративной ситуации, анализа применяемых мелиоративных и агротехнических мероприятий, а также разработки научно обоснованных рекомендаций. Изучение морфологических и генетических характеристик почв, их химических и физических свойств, а также мелиоративного состояния позволит определить рациональные и эффективные пути использования земель региона.

В Ферганской долине, особенно в ее центральной части, распространение гипсовых, арзыковых и шоховых почв, а также их химические свойства упоминаются в работах А.А. Менци, М.А. Панкова, А.Н. Розанова и других исследователей. В литературе также представлены различные мнения о происхождении этих почв, их уникальных свойствах и особенностях формирования.

С началом использования арзыковых земель в орошаемом земледелии в 1970-х гг. были выявлены проблемы, связанные с их освоением и мелиорацией. Это вызвало необходимость более глубокого изучения данных почв и проведения ряда научных и прикладных исследований.

Одним из первых исследований, направленных на улучшение мелиоративного состояния и повышения плодородия арзыковых почв, стали работы сотрудников СоюзНИХИ (ныне УзПИТИ), проведенные на экспериментальном участке новоосвоенных земель в Язъяванском районе. Характерными чертами профиля почв этого участка являются: наличие погребенных гумусовых горизонтов, арзыковый слой на глубине 30–50 см, шоховый слой на глубине 50–80 см и сверхплотный (цементированный) песчаный слой на глубине 3–3,5 м. Исследователи обратили внимание на преобладание магния над кальцием в почвах, выдвинув гипотезу о том, что высокую плотность арзыкового слоя обуславливает не кальций, а сульфат магния.

Под руководством акад. К.М. Мирзажонова были проведены практические эксперименты по улучшению мелиоративного состояния арзыковых почв путем глубо-

кого рыхления почвы и внесения органических удобрений, что дало положительные результаты.

В 1976–1993 гг. В.Ю. Исаков исследовал географию, происхождение, морфолого-генетические, физико-химические и водные свойства почв с гипсоносными, арзиковыми и шоховыми (высококарбонатными) горизонтами, сформировавшихся в элювиальных и аккумулятивных условиях Ферганской долины. Также проведены ряд экспериментов по освоению засоленных арзиковых земель и улучшению их мелиоративного состояния. Результаты этих исследований легли в основу почвенно-мелиоративных разделов многих проектов по освоению новых земель и улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель, разработанных проектным институтом «Ферганагипроводхоз».

Эти работы были продолжены и впоследствии выявлены изменения, происшедшие в арзиковых почвах под воздействием орошаемого земледелия [2]. Сотрудники НИИ почвенных и агрохимических исследований изучили химические и агрохимические свойства аллювиальных и болотных гидроморфных почв Ферганской долины, проанализировав направления протекающих процессов [3, 4].

Под руководством Г. Юлдашева началось углубленное изучение химических и геохимических свойств почв долины, включая арзиковые почвы [5–7 и др.].

**Цель исследования** – изучить агрохимические свойства орошаемых луговых арзиковых почв, формирующихся на территориях, прилегающих к Центрально-Ферганскому водохранилищу, а также провести ретроспективный анализ изменений этих свойств по сравнению с предыдущими периодами.

#### **Материалы и методы исследования**

Объектом данного исследования являются почвы зоны воздействия Центрально-Ферганского водохранилища и прилегающих к нему территорий. Исследования проводились в период с 2022 по 2024 г. в полевых, лабораторных и камеральных условиях. Материалом для настоящей статьи послужили данные, полученные в ходе этих исследований, касающиеся строения почвенного разреза, морфологических характеристик, засоления, содержания гумуса и NPK.

В процессе полевых исследований использовался метод размещения почвенных разрезов вдоль геохимико-географического профиля. Также применялись «Методические рекомендации» Института почвоведения им. В.В. Докучаева. Лабораторные

анализы проводились по методикам, изложенным в пособии «Руководство по проведению химических и агрофизических анализов почвы при мониторинге земель».

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Агрохимические свойства почвы – это совокупность характеристик, определяющих ее способность обеспечивать растения питательными веществами и влиять на эффективность применения удобрений и агрохимикатов. В этот набор входят состав и количество органического вещества, положительно влияющего на связность почвы, ее водоудерживающую способность и служащего источником питательных веществ, способность почвы поглощать и обменивать (сорбировать) питательные и токсичные элементы, а также свойства содержащих макроэлементы, такие как азот, фосфор, калий, магний, кальций, и микроэлементы, такие как медь, цинк, железо, необходимые для роста и развития растений. Агрохимические свойства и характеристики позволяют правильно выбирать, дозировать и применять удобрения, прогнозировать урожайность и обеспечивать ее стабильность.

Арзиковые почвы, как особая группа засоленных почв, были выявлены в конце 1970-х гг. на северо-западных окраинах конусов выноса Исфайрам-Шахимардансай и на территориях озерно-пролювиальной равнины. Сегодня практически все территории распространения гипсоносных и гипсокарбонатных почв вовлечены в оросительное земледелие. Эколого-мелиоративное состояние, как и агрохимические свойства освоенных почв, варьируется в зависимости от длительности ирригационного периода, комплекса мелиоративных мероприятий, интенсивности земледелия и других факторов.

Центрально-Ферганское водохранилище и прилегающие территории, зона его воздействия, в геоморфологическом отношении расположены на озерно-пролювиальной равнине. В данном регионе распространены орошаемые луговые арзиковые почвы с различной степенью засоления и с гипсово-карбонатными прослоями на различной глубине разреза. Их плодородие крайне низкое, питательными элементами не обеспечены, а физические свойства неудовлетворительны (высокая плотность и слабая водопроницаемость).

Изученные разрезы почв отличаются от разрезов луговых и лугово-болотных почв региона наличием специфических горизонтов, таких как гипсовые, карбонатные, солончаковые, гипсо-карбонатные и карбонатно-солончаковые слои. Эти образования

различаются по внешнему виду, морфологии и микроморфологии, структуре, количеству слагаемых компонентов. Разрезы гипсоносно-окарбонатных почв резко отличаются от других почв региона, имея трехслойную или трехъярусную структуру.

Верхний «надарзыковский», или «истинный почвенный», горизонт, характерный для мелко и глубоко арзыконосных почв, состоит из мелкозернистой массы. Содержание гипса в этом горизонте может достигать 10%. В поверхностно-арзыковых почвах верхняя часть разреза состоит из гипсового горизонта с содержанием гипса 20–30% и более. Этот слой также содержит легко-растворимые соли с варьирующейся степенью засоленности – от слабой до сильной, включая солончаки.

Средний слой профиля – арзыконосный (гипсо-карбонатный) горизонт почв состоит из двух, трех или более арзыковых прослоев, содержащих 10–70% гипса и 15–40% карбонатов. Эти слои также включают различное количество легко-растворимых солей, часть которых находится внутри гипсовых кристаллов и гипсо-карбонатных агрегатов. Арзыковые слои плотные и часто включают в разной степени цементированные прослои, что минимизирует аэрацию, ухудшает водопроницаемость и влагозадержание.

Нижний слой профиля представляет собой высококарбонатный – шоховый горизонт, состоящий из карбонатных конкреций,

монолитно или фрагментарно цементированных и рыхлых прослоев. Масса этого горизонта на 30–60% состоит из кальцита, доломита, магнезита и других карбонатных и сульфатных минералов.

На орошаемых землях, прилегающих к водохранилищу, мощность пахотного слоя лугово-арзыковых почв составляет 20–30 см, местами до 40 см. По гранулометрическому составу преобладают песчаные и супесчаные разности. Ниже расположен глинистый, арзыковый слой толщиной до 1–1,5 м, характеризующийся высокой плотностью (1,6–2,1 г/см<sup>3</sup>), низкой пористостью (25–40%) и очень слабой водопроницаемостью (0,003 м/сутки и менее). Этот слой является механическим препятствием для корневых систем растений и передвижения влаги. Для мигрирующих химических элементов и соединений являются гидрохимическим барьером.

Барьерная функция арзыкового слоя определяет устойчивость почв к мелиоративным воздействиям. Высокая плотность и низкая пористость минимизируют вертикальный поток влаги. Для промывки солей через слой арзыка толщиной более 1 м требуется значительное количество воды. Вода насыщает мелкие капилляры горизонта, что препятствует дальнейшему движению потока. В результате соли перераспределяются, но их общее содержание не снижается существенно.

Таблица 1

Содержание легко-растворимых солей в орошаемых лугово-карбонатных почвах, %

Глубина, см	Сухой остаток	Токсичные соли	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>
15 разрез								
0–30	1,191	0,27	0,025	0,152	0,612	0,275	0,025	0,045
31–50	1,362	0,46	0,020	0,055	0,815	0,247	0,024	0,112
51–87	1,458	0,41	0,024	0,044	0,912	0,298	0,019	0,105
88–115	1,879	0,67	0,025	0,053	1,142	0,323	0,037	0,160
116–140	2,181	0,89	0,044	0,092	1,320	0,363	0,054	0,204
141–175	1,597	0,49	0,025	0,046	1,051	0,252	0,043	0,076
176–205	0,714	0,29	0,018	0,005	0,470	0,123	0,014	0,063
18 разрез								
0–20	1,031	0,26	0,025	0,042	0,590	0,220	0,013	0,065
20–85	1,278	0,42	0,022	0,049	0,778	0,240	0,030	0,087
86–147	1,198	0,37	0,025	0,042	0,720	0,228	0,015	0,099
148–180	1,248	0,35	0,033	0,042	0,720	0,240	0,024	0,076
181–205	0,931	0,25	0,020	0,031	0,576	0,196	0,024	0,040
205–220	0,684	0,19	0,020	0,007	0,432	0,140	0,020	0,027

Источник: составлено авторами.

Весной поверхностный слой почвы частично освобождается от солей за счет осадков. Однако из-за недостаточного количества осадков и неблагоприятных физических свойств почв значительного снижения содержания солей не наблюдается.

В исследованных орошаемых лугово-арзыковых почвах пахотный слой характеризуется средней степенью засоленности. Степень засоления к середине профиля почвы повышается и доходит до очень сильной степени, потом с глубиной несколько понижается. Химизм засоления преимущественно сульфатный, содержание хлоридов повышенное. Токсичные соли представлены магниевыми и натриевыми хлоридами и сульфатами (табл. 1).

Арзыковый слой состоит из нескольких прослоев. Он в первом разрезе начинается с 50 см, во втором – с подпахотного слоя. Прослой арзыкового горизонта содержат наибольшее количество водорастворимых солей. Уровень засоления характеризуется высокой концентрацией токсичных солей. Максимум солей приходится на верхнюю и среднюю часть слоя арзык. В подарзыковых горизонтах, ближе к уровню грунтовых вод, засоление снижается до среднего и слабого уровня.

Уровень мелиоративного состояния арзыковых почв и положительные изменения, вызванные антропогенными факторами (орошением), согласно результатам наблюдений, зависят от их формирования в определенных геоморфологических и литологических условиях. На северной части исследуемой территории расположены древние и современные равнины Сырдарьи. По данным Н. Каландарова [8], в новоосвоенных территориях в результате выравнивания земель в верхних слоях почвенных разрезов преобладает легкий механический состав. В орошаемых почвах содержание

питательных веществ в большинстве мест увеличилось на один уровень. Грунтовые воды, ранее находившиеся на глубине 2–2,5 м, поднялись до уровня 1,3–1,8 м, что привело к усилению процессов гидроморфизма. На большей части территории процессы засоления сменились процессами обессоливания.

На юге, в более возвышенных частях озерно-пролювиальных равнин, а также в нижних частях конусов выносов, в морфологической структуре, агрохимических свойствах и мелиоративном состоянии орошаемых лугово-арзыковых почв, согласно данным М. Исагалиева [9], произошли положительные изменения. В частности, содержание гумуса в пахотных горизонтах почв достигло 0,99–1,28%, общего азота – 0,109–0,129%, а его подвижных форм – 13,8–16,5 мг/кг. Общее содержание фосфора и калия составило соответственно 0,14–0,16% и 1,53–1,82%, количество подвижных форм – 27,8–29,5 мг/кг и 170–197 мг/кг.

В изученных авторами орошаемых лугово-арзыковых почвах Каракалпакских пустынь содержание гумуса в пахотных горизонтах колеблется в пределах 0,55–0,73% (табл. 2). В подпахотных горизонтах эти показатели составляют 0,46–0,56%, а в арзыковом слое – 0,15–0,18%. Общее содержание фосфора в профиле арзыковых почв варьируется в пределах 0,07–0,15%, в арзыковом слое – 0,07–0,11%. Общее содержание калия в упомянутых слоях составляет 1,25–1,70% и 0,95–1,10. По содержанию подвижных форм фосфора почвы относятся к слабообеспеченным, а по содержанию обменного калия – к группе с низкой обеспеченностью. Содержание подвижного  $P_2O_5$  в пахотных слоях почв составляет 13,0–20,0 мг/кг, в подпахотных слоях – 9,0–17,5 мг/кг, обменного калия – 125–177 и 106–130 мг/кг соответственно.

Таблица 2

Агрохимические свойства орошаемых лугово-арзыковых почв

№ разреза	Глубина, см	Гумус, %	Валовые формы, %			Подвижные формы, mg/kg		
			N	$P_2O_5$	$K_2O$	N- $NO_2$	$P_2O_5$	$K_2O$
15	0–30	0,73	0,045	0,15	1,70	9,65	20,0	177
	31–50	0,56	0,046	0,14	1,50	6,75	17,5	130
	51–87	0,18	0,015	0,11	1,10	2,15	12,0	0,92
18	0–20	0,55	0,045	0,12	1,25	6,70	13,0	125
	21–85	0,46	0,030	0,10	0,90	5,00	9,0	106
	86–147	0,15	0,009	0,07	0,95	–	5,0	110

Источник: составлено авторами.

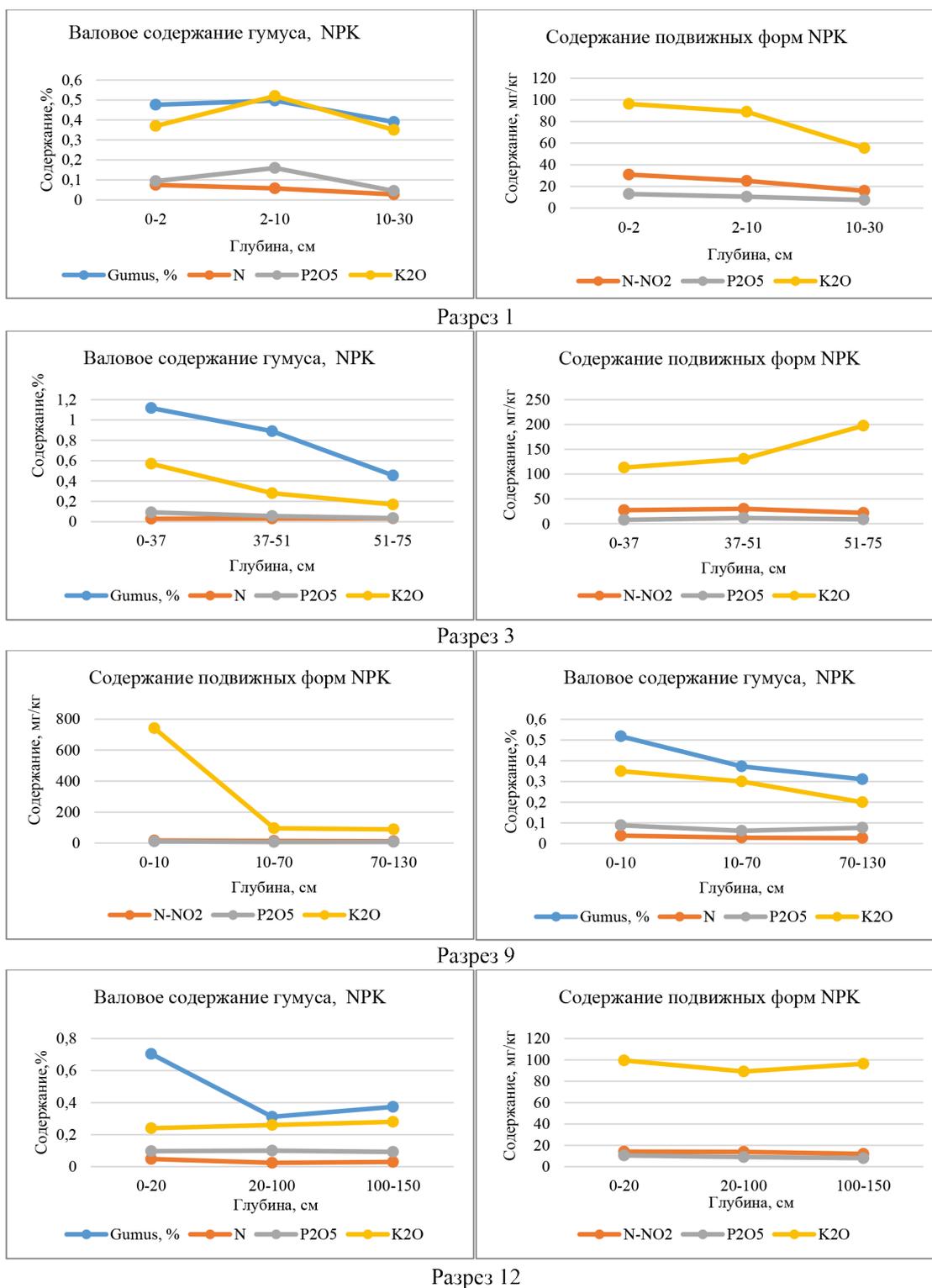
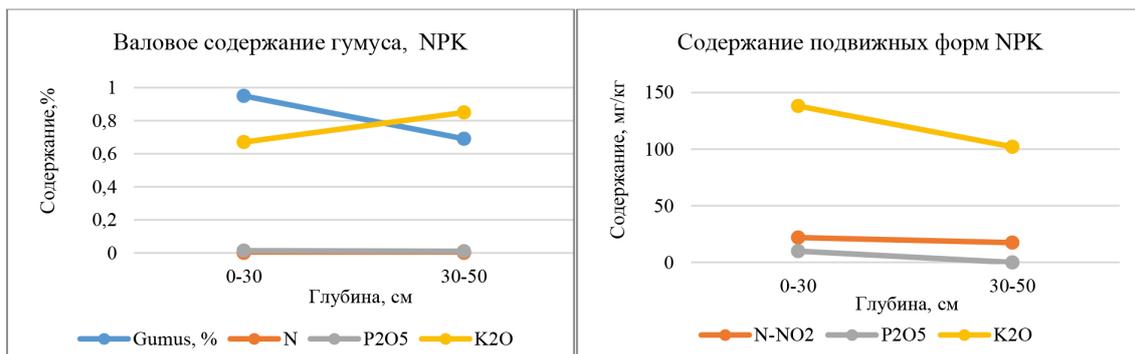


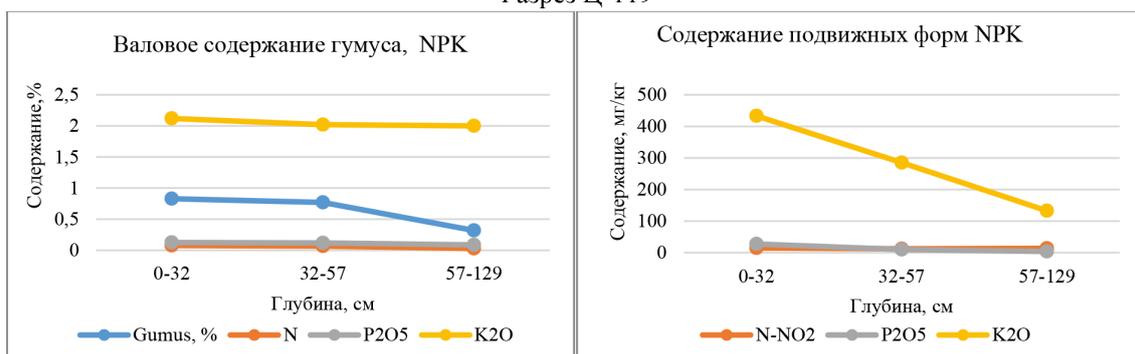
Рис. 1. Диаграммы содержания гумуса и NPK  
 Источник: составлено авторами по материалам 2024 г.

Агрохимические свойства почв могут изменяться в положительную или отрицательную сторону под влиянием таких факторов, как орошение, применение хи-

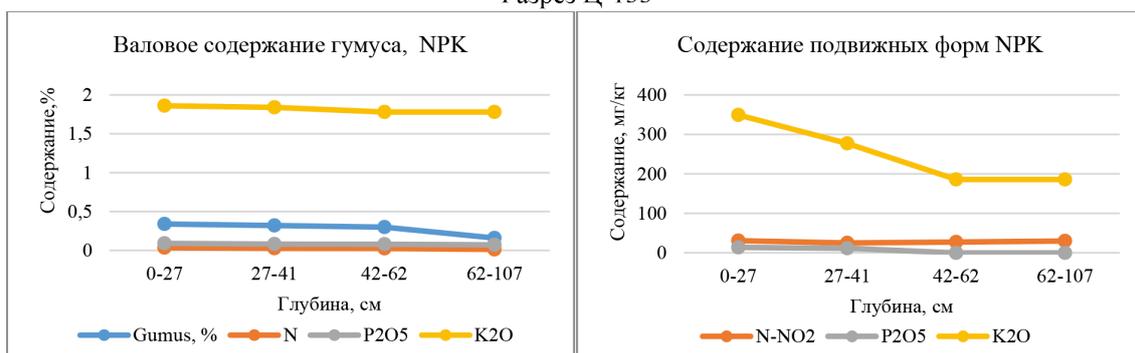
мических и органических удобрений, эрозия, дефляция, изменение почвенной среды и засоление в условиях интенсивного земледелия.



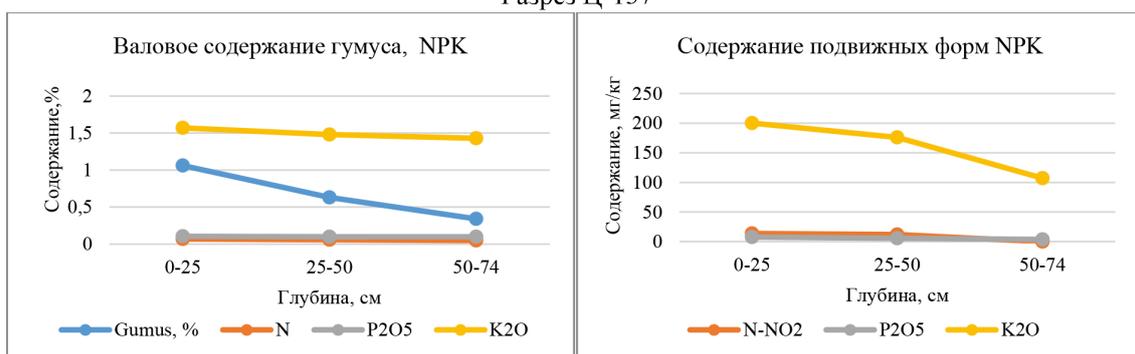
Разрез Ц-119



Разрез Ц-133



Разрез Ц-137



Разрез Ц-140

Рис. 2. Диаграммы содержания гумуса и NPK  
 Источник: составлено авторами по материалам 1977–1978 гг. [1]

Содержание гумуса в пахотных слоях почв исследуемой территории в 2024 г. варьировалось в пределах 0,476–1,118%, а со-

держание общего азота – в пределах 0,039–0,85%. В подпахотных слоях почв эти показатели составили 0,373–0,89% и 0,024–

0,046% соответственно. Сравнение этих данных с показателями 1977–1978 гг. показало, что количество гумуса в пахотном горизонте увеличилось в среднем на 0,097%, а содержание общего азота – на 0,046%. В подпахотном горизонте гумус увеличился в среднем на 0,1%, а азот – на 0,018% (рис. 1 и 2).

В 2024 г. по сравнению с 1977–1978 гг. наблюдалось снижение как общего, так и подвижного количества фосфора и калия. В пахотных горизонтах снижение составило в среднем 0,004% для валового фосфора и 0,425% для общего калия, в подпахотных слоях – 0,006% и 0,555% соответственно.

Количество подвижного фосфора в пахотных горизонтах почв в 2024 г. составляло 8,0–20,0 мг/кг, что в среднем на 3,65 мг/кг меньше по сравнению с предыдущими годами. В подпахотных слоях, напротив, его содержание увеличилось на 4,05 мг/кг, достигнув 8,0–17,5 мг/кг. Количество подвижного калия, как и общего калия, уменьшилось в обоих горизонтах, снижение составило 70,5 и 79,5 мг/кг соответственно.

Снижение содержания фосфора ( $P_2O_5$ ) и калия ( $K_2O$ ) в условиях орошаемого земледелия может быть обусловлено выносом питательных веществ с урожаем, вымыванием элементов вследствие интенсивного орошения, а также недостаточным внесением фосфорных и калийных удобрений. На исследуемой территории уже много лет выращивается рис, требующий большого количества воды, что также могло способствовать снижению содержания фосфора и калия.

Представленные агрохимические характеристики показывают, что для орошаемых луговых почв, особенно арзикового слоя, характерно резкое снижение содержания гумуса, общего и подвижного содержания элементов питания.

### Закключение

Исследуемые почвы в целом характеризуются низким содержанием гумуса, валового азота и фосфора, бедностью практически значимого подвижного фосфора и обменного калия в обрабатываемых горизонтах, а также крайне низким содержанием подвижного фосфора и калия в гипсовом и арзиковом горизонтах. Водно-физические свойства и агромелиоративные характеристики этих почв неудовлетворительны.

Исследования 2023–2024 гг. показали некоторое увеличение количества гумуса и общего азота по сравнению с 1977–1978 гг. Однако содержание валовых и под-

вижных форм фосфора и калия снижено. Исключением является подпочвенный слой, в котором содержание подвижного фосфора увеличилось на 4 мг/кг. В целом низкое плодородие почв обусловлено такими лимитирующими факторами, как дефицит гумуса и питательных элементов. Для повышения продуктивности почв необходимо улучшение водно-физических свойств, а также широкое применение органических и минеральных удобрений.

### Список литературы

- Исаков В.Ю. Свойства арзиковых почв Центральной Ферганы: монография. Ташкент: Узинформагпропром, 1991. 108 с. [Электронный ресурс]. URL: [https://scholar.google.ru/scholar?hl=ru&as\\_sdt=0%2C5&q=%D0%A1%D0%B2](https://scholar.google.ru/scholar?hl=ru&as_sdt=0%2C5&q=%D0%A1%D0%B2) (дата обращения: 30.06.2025).
- Исаков В.Ю., Юсупова М.А., Тобиринов О.К. Эколого-мелиоративное состояние земель Ферганской долины и пути их улучшения: Innovations in technical and natural sciences: Monograph, Volume 4. ed. by P. Busch. Vienna: "East West" Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH, 2017. P. 15-30. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.researchgate.net/publication/360066384> (дата обращения: 03.06.2025).
- Абдурахмонов Н.Ю., Собитов У.Т., Юлдашев И.К. Свойства орошаемых лугово-сазовых почв Центральной Ферганы // Научное обозрение. Биологические науки. 2023. № 2. С. 51–56. URL: <https://science-biology.ru/ru/article/view?id=1328> (дата обращения: 22.06.2025).
- Исмонов А.Ж., Абдурахмонов Н.Ю., Каримов Х.Н., Каландаров Н.Н., Турсунов Ш.Т. Почвы Центральной Ферганы и их изменение при орошении // Научное обозрение. Биологические науки. 2018. № 3. С. 12–17. URL: <https://science-biology.ru/ru/article/view?id=1102> (дата обращения: 30.06.2025).
- Турдалиев А.Т. Генезис физико-химических и биогеохимических особенностей арзык-шоховых, шох-арзиковых земель Центральной Ферганы: дис. ... докт. хим. наук. Ташкент, 2016, 262 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://diss.natlub.uz/qidirish?s=%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B4%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B5%D0%B2%20%D0%90%D0%B2%D0%B0%D0%B7%D0%B1%D0%B5%D0%BA%20%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B4%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D1%87> (дата обращения: 29.06.2025).
- Турдалиев А.Т., Хайдаров М.М., Мусаев И.И. Педолитли тупрокларнинг агрономик хоссалари (agronomic properties of pedolith soils) // Science and innovation. 2022. № 6. С. 245–249. DOI: 10.5281/zenodo.7179793.
- Мамажонов И.Н. Влияние антропогенных факторов на биогеохимические и мелиоративные свойства почв с метаморфическими горизонтами и растений: автореф. дис. ... докт. филос. (PhD) по биол. наук. Фергана, 2024. 43 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://library.ziyounet.uz/book/133434> (дата обращения: 26.06.2025).
- Каландаров Н.Н. Состояние гидроморфных почв северной части Центральной Ферганы и их изменение под влиянием антропогенного фактора: автореф. дис. ... докт. филос. (PhD) по биол. наук. Ташкент, 2019. 41 с.
- Исагалиев М.Т., Abaraliyeva S.F. Sug'oriladigan tuproqlarning agrokimyoviy xossalari // International scientific-practical conference actual issues of agricultural development: problems and solutions june 6–7. 2023. С. 770–772. [Электронный ресурс]. URL: [https://ilmiyanjumanlar.uz/co\\_articles?menu=1&series=6&volume=&issue=&page=11%27&count=10%27](https://ilmiyanjumanlar.uz/co_articles?menu=1&series=6&volume=&issue=&page=11%27&count=10%27) (дата обращения: 30.06.2025).