

УДК 528.92:631.4(574)

DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-6-73-88

## Изучение почвенного покрова Чингирлауского района Западно-Казахстанской области Республики Казахстан на основе применения ГИС-технологий

*К. С. Байков<sup>1\*</sup>, Т. К. Салихов<sup>2,3</sup>, С. З. Елюбаев<sup>3</sup>, Т. С. Салихова<sup>2,3</sup>*

<sup>1</sup> Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск, Российская Федерация

<sup>2</sup> Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, г. Астана, Республика Казахстан

<sup>3</sup> Кокшетауский университет им. Абая Мырзахметова, г. Кокшетау, Республика Казахстан

\* e-mail: kbaikov2018@mail.ru

**Аннотация.** Рациональное использование и охрана почв в условиях рыночной экономики требуют адекватного применения новых научно-методических подходов. Одним из таких системно-аналитических способов создания и функционирования почвенных кадастров является синтез традиционных наземных методов с технологиями геоинформационных систем (ГИС) на базе широкого использования аэрокосмических изображений высокого разрешения. Совокупность информации, необходимой для картографирования структур почвенного покрова и их количественной оценки, описывается в базах данных ГИС. Интеграция данных реализуется через пространственную и атрибутивную составляющую в виде топографических тематических карт. При этом создание атрибутивных баз данных ГИС предполагает оцифровку тематических карт, привязанных в единой картографической проекции. В данном исследовании в качестве базовой была выбрана топографическая карта масштаба 1 : 50 000. В результате проведенного исследования сформированы тематические карты и атрибутивные базы данных ГИС почвенного покрова Чингирлауского района Западно-Казахстанской области на основе ГИС-технологий с помощью программного продукта ArcGIS. Установлено, что в пределах Чингирлауского района Западно-Казахстанской области в структуре почвенного покрова преобладают темно-каштановые почвы в комплексе с различными почвенными сочетаниями. Они формируются на лессовидных суглинках в условиях сухостепной зоны при непромывном типе водного режима под типчаково-злаковыми, разнотравно-злаково-полынными, таволгово-злаковыми с полынью растительными сообществами. Для повышения качества генерализованных карт (районных, областных и др.) необходимо создание объективных автоматизированных методов генерализации карт в цифровой среде. Разработана доступная для широкого круга пользователей ГИС-методика составления цифровой почвенной карты с помощью программного продукта ArcGIS. Для составления почвенных картосхем возможно использование любых отсканированных картографических основ, фотопланов, других растровых материалов. На основе разработанной методики создана крупномасштабная почвенная карта Чингирлауского района Западно-Казахстанской области на основе сделанных по ГИС-технологиям почвенных карт сельских округов.

**Ключевые слова:** геоинформационные системы, почвенный покров, почвенная карта, темно-каштановые почвы, сельский округ

### *Введение*

Сохранение и повышение плодородия почв является основной частью общей про-

блемы рационального использования земельных ресурсов, увеличения их продуктивности и улучшения экологических характеристик агроландшафтов [1–3].

Почвы являются важнейшим компонентом природных и биологических ресурсов любого государства, определяют социально-экономический уровень благосостояния стран, в значительной степени влияют на особенности политических отношений.

При этом почвы рассматриваются как важнейшая часть окружающей природной среды, характеризующейся определенными природными (пространство, растительный покров и др.), социально-экономическими (средство производства, ценность и др.), производственными (предмет, орудие и средство труда, средство производства и др.) характеристиками. Полная и достоверная информация о почвах, включая их количественные и качественные характеристики, должна обеспечить возможность принятия органами исполнительной власти научно-обоснованных решений по развитию конкретных территорий и страны в целом.

В этой связи постоянно возрастает потребность в объективной и систематизированной информации о почвенных ресурсах, что определяет необходимость создания принципиально иной системы учета, оценки и мониторинга почвенных ресурсов, отличающейся от управления другими видами материальных ресурсов [4].

Обширная территория Казахстана характеризуется высоким уровнем разнообразия почвенного покрова, который подчинен определенным географическим закономерностям. Богатейшие почвенные ресурсы Республики Казахстан изучены далеко не полно, неравномерно и используются еще недостаточно рационально.

Современное состояние, дальнейшее расширение и интенсификация сельского хозяйства Казахстана находятся в тесной зависимости от правильного использования его почвенного покрова [5].

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

Цель наших исследований – изучение современного состояния свойств почвенного покрова экосистем и составление почвенной карты Чингирлауского района Западно-Ка-

захстанской области на основе применения ГИС-технологий для решения перспективных задач мониторинга земельных ресурсов и развития агробиоиндустрии.

На территории Чингирлауского района Западно-Казахстанской области по общепринятым методикам [6–9] изучены морфологические признаки почв, их биологические, химические и физические свойства. Крупномасштабные почвенные исследования проведены в соответствии с методическими рекомендациями [10–16]. Для топографо-геодезических работ использованы бумажные почвенные карты разного масштаба – от 1 : 100 000 до 1 : 50 000 (для поиска и выделения эталонных участков). Разработка крупномасштабной почвенной карты с применением ГИС-технологий выполнена на основе программного продукта ArcGIS с использованием оцифрованных бумажных карт и аэрофотопланов.

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

В представленном ниже систематическом описании выделены почвенные подразделения, которые были встречены нами на территории исследуемого района. Подробные диагностические показатели даны для наиболее распространенных почвенных разновидностей в пределах Чингирлауского района Западно-Казахстанской области. На основе данных полевых исследований и камеральной обработки описаны морфолого-генетические характеристики почв.

Установлено, что почвенный покров изученной территории сформирован темно-каштановыми почвами в комплексе с различными почвенными сочетаниями. Такая структура почвенного покрова развивается на лессовидных суглинках в условиях сухостепной зоны при непромывном типе водного режима под типчаково-злаковыми, разнотравно-злаково-полынными, таволгово-злаковыми с полынью растительными сообществами.

*Темно-каштановые нормальные почвы* имеют широкое распространение на территории Чингирлауского района Западно-Ка-

захстанской области (ЗКО). Они приурочены к водораздельным равнинам, сложенным суглинистыми и супесчаными отложениями. Растительность типчаково-ковыльная с незначительной примесью ксерофильного разнотравья. Проективное покрытие поверхности почвы растительностью равно 60–70 %.

Морфологическое строение темно-каштановых почв по сравнению с южными черноземами отличается некоторыми особенностями, из которых основными являются меньшая мощность гумусового горизонта и его более светлая окраска. Мощность гумусового горизонта (А+В) темно-каштановых почв составляет в среднем 45–55 см. По мощности гумусового горизонта среди темно-каштановых нормальных почв, а также и других родовых групп выделяются среднечастные и маломощные виды.

В зависимости от процессов почвообразования и характера их проявления, в пределах рассматриваемого подтипа выделены следующие родовые группы темно-каштановых почв: нормальные, карбонатные, солонцеватые, слабодифференцированные, слабосмытые, карбонатно-солончаковатые остаточнокарбонатные, солончаковатые остаточнокарбонатные, защебненные примитивные, неполно развитые и малоразвитые. Ниже представлены морфологические и биохимические характеристики выделенных родовых групп темно-каштановых почв.

Заметные выделения карбонатов, чаще всего в виде белоглазки, выявлены на глубине от 40–45 см. Вскипание от соляной кислоты наблюдается с глубины 35–40 см. Гипс в виде мелких чешуек и друз обнаруживается на глубине от 100–120 см. Эти значения представляют собой средние показатели, от которых наблюдаются отклонения в большую или меньшую сторону.

Для примера ниже приведены морфологические и некоторые аналитические данные для конкретных разрезов.

*Разрез 001.* Заложено на пологонаклонной равнине. Растительность типчаково-ковыльная с незначительной примесью разнотравья. Проективное покрытие поверхности почвы

растительностью составило 70–75 %. Выделения карбонатов – на глубине от 16 до 95 см, гипса – на глубине более 122 см. Вскипание от соляной кислоты начинается на глубине 25–28 см.

А 0–15 см. Темно-серый с коричневатым оттенком, сухой, уплотнен, комковатый, среднесуглинистый; переход к следующему горизонту заметный.

В<sub>1</sub> 15–33 см. Буровато-темно-серый, сухой, плотный, крупно-комковатый, среднесуглинистый; переход к следующему горизонту заметный.

В<sub>2</sub> 33–46 см. Светлее предыдущего, сухой, плотный, комковато-призматический, тяжело-суглинистый.

С<sub>1</sub> 46–95 см. Буровато-желтый плотный тяжелый суглинок с большим количеством белоглазки.

С<sub>2</sub> 95–125 см. Желтый суглинок, свежий, с выделениями гипса в виде мелких кристаллов.

*Разрез 002.* Заложено на пологонаклонной волнистой равнине. Растительность типчаково-ковыльная с небольшим количеством разнотравья. Проективное покрытие почвы растительностью – 60 %.

Мощность гумусового горизонта (А+В) 55 см. Выделение карбонатов в виде белоглазки – с 55 до 95 см. Вскипание от соляной кислоты отмечается на глубине 45 см и более. Гипс в виде гнезд и чешуек выявлен на глубине 123 см и более.

*Разрез 003.* Заложено на второй надпойменной террасе р. Шынгырлау. Растительность типчаково-ковыльная. Проективное покрытие растительностью поверхности почвы составляет около 60 %.

Мощность гумусового горизонта 50 см. Выделение карбонатов в виде яркой белоглазки – на глубине 48–90 см. Вскипание от соляной кислоты начинается с глубины 45 см. Гипс до глубины 160 см отсутствует.

А 0–15 см. Серовато-коричневый, сухой, рыхлый, непрочно-комковатый, супесчаный, пронизан корнями растений; переход к следующему горизонту заметный.

В<sub>1</sub> 15–30 см. Серовато-светло-коричневый с резкими более светлыми заклинками мате-

ринской породы, сухой, рыхлокомковатый, супесчаный, пронизан небольшим количеством корней растений.

В<sub>2</sub> 30–50 см. Светлее предыдущего, с широкими заклинками материнской породы и яркой белоглазкой более светлой окраски, уплотнен, комковатый, супесчаный, с единичными корнями растений.

С<sub>1</sub> 50–90 см. Коричневато-желтый, слабоуплотненный, с большим количеством белоглазки, супесчаный.

С<sub>2</sub> 90–160 см. Желтовато-бурый легкий суглинок, влажный, с резкими пятнами карбонатов.

Приведенные описания почвенных разрезов демонстрируют тесную взаимосвязь морфологических показателей исследованных почв с их механическим составом. Так, почвы более тяжелого механического состава характеризуются более темной окраской гумусового горизонта и высоким залеганием гипса (разрез 001). Помимо этого, они имеют иную форму выделения карбонатов, которые проявляются преимущественно в виде расплывчатых пятен или редкой белоглазки. Почвы легкого механического состава имеют более равномерную неосветленную окраску гумусового горизонта, карбонаты обычно выделяются в виде белоглазки, гипс до 150–160 см не обнаружен (разрез 003).

По запасам питательных веществ темно-каштановые почвы беднее южных черноземов, при этом запасы гумуса в значительной

степени определяются механическим составом. Почвенные разновидности более легкого механического состава характеризуются меньшим содержанием гумуса, чем почвенные разновидности более тяжелого механического состава. Количество валового азота в верхних горизонтах не превышает 0,20 %, до глубины 45 см его содержание постепенно уменьшается. Отношение C:N в верхних горизонтах варьирует в пределах 12–12,7, ниже оно становится уже.

Скопление карбонатов отмечается по нижней границе гумусового горизонта, где количество их достигает 6–7 % (на глубине 50–90 см). Темно-каштановые почвы в недостаточной степени обеспечены подвижными формами фосфора, количество которого не превышает 6,0 мг на 100 г почвы.

Из поглощенных оснований (табл. 1) в темно-каштановых нормальных почвах преобладает кальций (до 87 % от суммы), в меньшей степени содержится магний и совсем немного поглощенный натрий – не больше 2 % от суммы поглощенных оснований. Реакция почвенного раствора щелочная. Величина pH возрастает с глубиной, достигая максимума в горизонте скопления карбонатов.

Темно-каштановые почвы не засолены. Количество водорастворимых солей в гумусовом горизонте не превышает 0,11 % (табл. 2), лишь в материнской породе отмечается довольно высокое содержание воднорастворимых солей.

Таблица 1

Химические и физико-химические свойства темно-каштановых нормальных почв

Глубина образцов, см	Гумус, %	Валовой азот, %	C:N	CO <sub>2</sub> , %	Поглощенные основания мг-экв. на 100 г				pH	Подвижные формы, мг/100 г почвы	
					Ca <sup>+</sup>	Mg <sup>+</sup>	Na+K	сумма		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
0–10	4,1	0,20	12,0	–	18,8	3,0	0,4	22,2	7,2	2,2	61,0
20–30	3,1	0,17	10,7	0,6	21,8	2,9	0,3	25,0	8,3	1,1	28,8
35–45	2,0	0,11	10,3	4,0	15,0	6,1	0,2	21,3	8,6	1,2	13,8
55–65	–	–	–	7,1	–	–	–	–	8,6	–	–
125–135	–	–	–	4,4	–	–	–	–	8,2	–	–

Таблица 2

Содержание водорастворимых солей в темно-каштановых нормальных почвах, %

Номер разреза	Глубина образцов, см	Плотный остаток	Щелочность		Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na (по разности)
			HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>					
001	0–10	0,107	0,019	нет	нет	нет	0,003	Нет	0,004
	20–30	0,062	0,030	–	0,002	–	0,005	0,002	0,003
	35–45	0,047	0,036	–	нет	–	0,003	0,003	0,004
	55–65	0,083	0,040	–	0,008	–	0,003	0,004	0,009
	125–135	0,746	0,021	–	0,130	0,315	0,050	0,035	0,119

Плотный остаток здесь возрастает до 1 %. Щелочность у темно-каштановых почв невысокая. Она несколько увеличивается книзу, достигая максимальной величины в карбонатном горизонте.

Из водорастворимых солей преобладают сульфаты кальция, особенно в нижней части профиля.

Гранулометрический состав темно-каштановых почв неоднороден (табл. 3). Наряду с почвами тяжелого гранулометрического состава здесь широко распространены почвы

легкого гранулометрического состава, приуроченные большей частью к высоким речным надпойменным террасам. Распределение фракций по горизонтам темно-каштановых нормальных почв довольно равномерное как в почвенных разновидностях более тяжелого гранулометрического состава, так и в почвенных разновидностях более легкого гранулометрического состава. Лишь в разрезе 002 отмечается заметное обеднение илом верхнего горизонта, что, вероятно, вызвано выдуванием этих частиц с поверхности пашни.

Таблица 3

Гранулометрический состав темно-каштановых нормальных почв

Номер разреза	Глубина образцов, см	Гигроскопическая вода, %	Потеря от обработки HCl, %	Содержание фракций, % к абсолютно сухой почве. Размеры фракций, мм							
				3–1	1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001	<0,01
001	0–10	3,6	2,6	нет	9,5	25,4	20,0	5,2	9,9	27,3	42,4
	20–30	3,2	1,9	–	13,8	21,5	18,7	6,3	10,5	27,3	44,1
	35–45	2,8	2,3	–	11,6	25,5	13,0	6,0	13,4	28,2	47,6
	55–65	3,0	1,5	–	12,2	22,8	12,5	5,7	17,5	27,8	51,5
	125–135	3,0	3,1	–	9,7	39,9	9,7	7,3	3,3	27,0	37,6

Темно-каштановые нормальные почвы пахотнопригодны, но их качество определяется в значительной степени механическим составом. Среднесуглинистые и тяжелосуглинистые темно-каштановые нормальные почвы

с агрономической точки зрения расцениваются как пахотнопригодные земли, эффективное использование которых возможно при обычной агротехнике. Почвенные разновидности легкого гранулометрического состава

также относятся к пахотнопригодным землям, но их использование в земледелии возможно лишь при условии применения противозерозионных мероприятий. Для получения высоких и устойчивых урожаев на таких почвах требуется проведение мероприятий по накоплению и сохранению влаги, применение органоминеральных удобрений, особенно фосфорных, так как они крайне недостаточно обеспечены фосфором.

*Темно-каштановые солонцеватые почвы* встречаются значительно реже карбонатных и сосредоточены в основном вокруг озер Сорколь и реки Ащы. Они распространены на террасах озер, в долинах рек и по понижениям. Почвообразующие породы – аллювиальные и элювиально-делювиальные отложения различной мощности, защебненности и засоленности. Растительность ковыльно-типчаково-попынная. Проективное покрытие – 40–50 %.

Особенностью морфологического строения темно-каштановых солонцеватых почв, как и вообще всех солонцеватых почв, является наличие уплотненного горизонта комковато-призмической или ореховато-призмической структуры. Глубина залегания этого горизонта от поверхности непостоянная и колеблется от 10–15 см до 30–40 см. Мощность горизонта (А+В) составляет 30–40 см. Карбонаты в виде белоглазки встречаются в нижней части горизонта В. Характерной особенностью описываемых почв является также повышенное залегание легкорастворимых солей, встречающихся на глубине 60–80 см. Вскипание от соляной кислоты отмечается в нижней части горизонта В.

Для характеристики темно-каштановых солонцеватых почв приведены описания конкретных почвенных разрезов.

*Разрез 004.* Заложен в юго-восточной части села Акшат. Растительность попынно-ковыльно-типчаковая с большим количеством грудницы. Проективное покрытие – около 40 %. Карбонаты в виде белоглазки выделяются на глубине от 27 см. С 60 см встречаются гипс и легкорастворимые соли. Вскипание от соляной кислоты отмечено с глубины 25 см.

А 0–11 см. Серовато-темно-коричневый, сухой, уплотненный, комковато-пылеватый, глинистый; переход к следующему горизонту заметный.

В<sub>1</sub> 11–23 см. Буровато-темно-коричневый, сухой, плотный, ореховато-призмический, глинистый; переход к следующему горизонту заметный.

В<sub>2</sub> 23–37 см. Буровато-коричневый, с карбонатами в виде белоглазки, плотный, ореховато-комковатый, глинистый.

С<sub>1</sub> 37–60 см. Буровато-желтая плотная глина.

С<sub>2</sub> 60–115 см. Буровато-желтая менее уплотненная глина с гипсом и легкорастворимыми солями.

*Разрез 005.* Заложен на территории Алмазненского сельского округа. Растительность представлена ковылем, типчаком и попынью. Мощность гумусового горизонта (А+В) 47 см. Вскипание от соляной кислоты начинается с глубины 25 см. Карбонаты в виде неясной белоглазки отмечены в нижней части горизонта В.

Содержание гумуса в темно-каштановых солонцеватых почвах варьирует от 2,8 до 3,5 %, в зависимости от условий формирования. В небольших понижениях за счет стока вод развивается более богатая растительность, поэтому верхние почвенные горизонты содержат больше органических веществ.

С глубиной содержание органических веществ резко снижается (табл. 4).

Соответственно содержанию гумуса происходит изменение количества валового азота и отношения С:N. В верхнем горизонте азота содержится до 0,20 %, в следующем снижается до 0,14 %, а отношение С:N падает с 10,7 в верхнем горизонте до 7–7,4 в ниже расположенных горизонтах. Максимальное скопление карбонатов отмечается под иллювиальным горизонтом на глубине 40–50 см.

Из поглощенных оснований в темно-каштановых солонцеватых почвах наибольшее значение имеют кальций и магний, количество которых изменяется с 84,6 до 68 % и с 10,4 до 16,8 % от суммы оснований соответственно. Наряду с поглощенными каль-

цием и магнием, в рассматриваемых почвах содержится значительное количество поглощенных натрия и калия (до 15 % от суммы поглощенных оснований).

Реакция почв щелочная, pH изменяется от 7,5 до 8,8, причем наибольшая величина pH наблюдается в солонцовом и подсолонцовом горизонтах.

В отличие от темно-каштановых нормальных почв, темно-каштановые солонцеватые почвы характеризуются повышенным содержанием водорастворимых солей уже под гумусовым горизонтом. На глубине 45–55 см количество солей достигает 0,384 %, глубже оно возрастает до 1,472 % (табл. 5).

Таблица 4

Биохимические и физико-химические свойства темно-каштановых солонцеватых почв

Глубина образцов, см	Гумус, %	Валовой азот, %	C:N	CO <sub>2</sub> карбонатов, %	Поглощенные основания мг-экв. на 100 г				pH
					Ca <sup>-</sup>	Mg <sup>-</sup>	Na+K	сумма	
0–10	3,8	0,20	10,7	–	19,4	0,9	0,6	23,0	7,5
11–21	1,8	0,14	7,4	–	15,4	1,9	0,9	18,2	8,0
26–36	1,0	0,08	7,0	4,0	7,7	1,9	1,7	11,3	8,5
45–55	–	–	–	4,8	–	–	–	–	8,8
75–85	–	–	–	3,2	–	–	–	–	8,5
115–125	–	–	–	1,7	–	–	–	–	8,2

Таблица 5

Содержание водорастворимых солей в темно-каштановых солонцеватых почвах, %

Глубина образцов, см	Плотный остаток	Щелочность		Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na (по разности)
		HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>					
0–10	0,031	0,021	нет	0,002	Нет	0,005	Нет	0,003
11–21	0,074	0,049	–	0,004	0,001	0,005	0,001	0,014
26–36	0,138	0,059	следы	0,029	0,007	0,002	0,001	0,040
45–55	0,384	0,052	–	0,050	0,160	0,005	0,006	0,111
75–85	1,365	0,017	нет	0,061	0,889	0,095	0,064	0,239
115–125	1,472	0,014	–	0,028	1,003	0,212	0,051	0,164

Общая щелочность по горизонтам заметно варьирует. Максимальная величина щелочности отмечается в солонцовом горизонте. Из водорастворимых солей преобладают сульфаты натрия и кальция, в меньшей степени – магния.

По механическому составу среди темно-каштановых солонцеватых почв преобладают тяжелосуглинистые и среднесуглинистые разновидности, иногда защебненные (табл. 6).

Гранулометрический состав темно-каштановых солонцеватых почв

Глубина образцов, см	Гигроскопическая вода, %	Размеры фракций, мм; их содержание, % к абсолютно сухой почве							
		3–1	1,0–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001	<0,01
0–10	2,8	0,2	0,9	10,9	25,1	14,2	28,2	20,5	62,9
11–21	3,4	0,2	0,6	3,0	15,3	12,0	25,3	42,7	80,8
26–36	3,2	0,3	0,8	4,4	16,7	13,6	23,6	40,6	77,8
45–55	3,0	0,2	1,0	4,6	19,0	11,7	25,2	38,3	75,2
75–85	3,6	0,6	0,8	5,4	22,9	9,2	20,7	40,4	70,3
125–155	4,8	0,1	0,9	11,0	15,7	11,1	21,7	39,5	72,3

Распределение фракций по горизонтам ясно свидетельствует о происходящих процессах формирования солонцеватости. По отношению к илистой фракции на глубине 11–36 см формируется иллювиальный горизонт. Передвижение этой фракции из верхнего горизонта в нижний приводит к относительному возрастанию здесь количества крупных фракций. По классификации Н. А. Качинского, рассматриваемая почва относится к легкоглинистым иловато-пылеватым разновидностям.

Темно-каштановые солонцеватые почвы редко встречаются однородными массивами. Чаще они распространены в комплексе с солонцами, от количества которых и зависит характер использования того или иного массива. Кроме того, эти комплексные участки в большинстве случаев имеют незначительную площадь. В связи с этим характер сельскохозяйственного использования этих массивов определяется долей солонцов.

Участки, занимающие большие площади и содержащие не более 20 % солонцов, могут использоваться в земледелии при условии проведения противосолонцовых мероприятий и мероприятий по накоплению и сохранению влаги в почве. Если же доля солонцов превышает 20 % от общей площади, то осво-

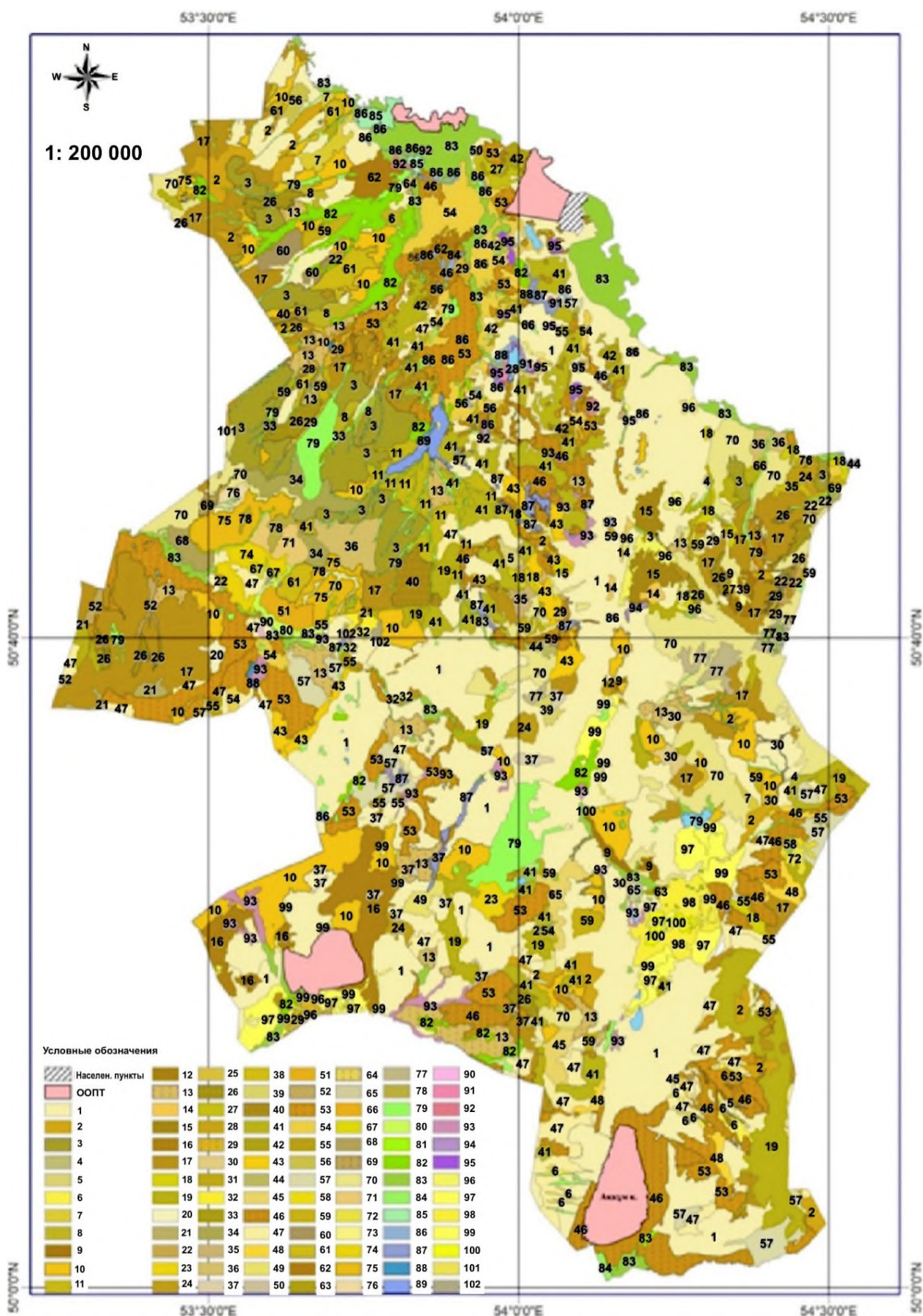
ение таких земельных массивов под сельскохозяйственные культуры довольно затруднительно и сопряжено с большими затратами на мелиорацию солонцов. В этом случае их целесообразно использовать как пастбищные угодья.

Рациональное использование и охрана почв в рыночных условиях требует адекватного применения новых научно-методических подходов. Одним из таких системно-аналитических способов организации почвенного кадастра является сочетание традиционных наземных методов с технологиями геоинформационных систем (ГИС) на базе широкого использования аэрокосмических изображений разного разрешения. Такой подход лежит в основе аграрных геоинформационных систем развитых стран мира, где почвы являются основной подсистемой этого информационного продукта [17, 18].

На выбранных модельных территориях нами проведены исследования почвенного покрова на основе геосистемного подхода и новых информационных технологий.

В результате проведенного исследования разработана почвенная карта-схема Чингирлауского района Западно-Казахстанской области (рисунок) и легенда к данной карте-схеме (табл. 7).





Цифровая почвенная карта Чингирлауского района ЗКО  
(расшифровка обозначений приведена в тексте)

## Легенда к почвенной карте Чингирлауского района ЗКО

№	Название почв
1	темно-каштановые среднетощие среднесуглинистые
2	темно-каштановые среднетощие легкосуглинистые
3	темно-каштановые среднетощие песчаные
4	темно-каштановые среднетощие тяжелосуглинистые с темно-каштановыми среднесолонце-вато-солончаковатыми малотощими 10–30 %
5	темно-каштановые среднетощие с лугово-каштановыми среднетощими 10–30 %
6	темно-каштановые среднетощие с солонцами каштановыми мелкими 10–30 %
7	темно-каштановые среднетощие супесчаные с солонцами каштановыми мелкими 10–30 %
8	темно-каштановые среднетощие с солонцами каштановыми мелкими 30–50 %
9	темно-каштановые среднетощие с солонцами каштановыми мелкими 30–50 %
10	темно-каштановые малотощие
11	темно-каштановые малотощие
12	темно-каштановые малотощие
13	темно-каштановые малотощие с темно-каштановыми слабодефлированными 10–30 %
14	темно-каштановые малотощие с темно-каштановыми слабодефлированными 10–30 %
15	темно-каштановые малотощие с темно-каштановыми слабодефлированными 10–30 %
16	темно-каштановые малотощие слабозашебненные с темно-каштановыми карбонатными слабозмывными слабозашебненными 10–30 %
17	темно-каштановые малотощие с темно-каштановыми неполноразвитыми 10–30 %
18	темно-каштановые малотощие с лугово-каштановыми среднетощими 10–30 %
19	темно-каштановые малотощие с солонцами каштановыми мелкими 10–30 %
20	темно-каштановые слабозмывные
21	темно-каштановые слабозмывные с лугово-каштановыми среднетощими 10–30 %
22	темно-каштановые слабозмывные с лугово-каштановыми среднетощими 10–30 %
23	темно-каштановые слабодефлированные
24	темно-каштановые карбонатные среднетощие
25	темно-каштановые карбонатные среднетощие
26	темно-каштановые карбонатные среднетощие слабозашебненные с темно-каштановыми слабозмывными 10–30 %
27	темно-каштановые карбонатные среднетощие слабозашебненные с лугово-каштановыми среднетощими 10–30 %
28	темно-каштановые карбонатные малотощие
29	темно-каштановые карбонатные малотощие слабозашебненные с темно-каштановыми карбонатными слабозмывными слабозашебненными 10–30 %
30	темно-каштановые карбонатные малотощие слабозашебненные с темно-каштановыми малоразвитыми среднезашебненными 10–30 %
31	темно-каштановые карбонатные слабозмывные
32	темно-каштановые карбонатные слабозмывные с темно-каштановыми малоразвитыми слабозашебненными 10–30 %
33	темно-каштановые карбонатные слабозмывные с темно-каштановыми среднезмывными 10–30 %
34	темно-каштановые карбонатные слабозмывные с темно-каштановыми среднезмывными 10–30 % и лугово-каштановыми среднезмывными 10–30 %

№	Название почв
35	темно-каштановые карбонатные слабосмытые с лугово-каштановыми среднесмытыми 10–30 %
36	темно-каштановые карбонатные слабосмытые с солонцами каштановыми мелкими 10–30 % и лугово-каштановыми среднemosными до 10 %
37	темно-каштановые карбонатные слабодefлированные с темно-каштановыми слабодefлированными 10–30 %
38	темно-каштановые карбонатно-солончаковатые слабосмытые с темно-каштановыми среднесмытыми
39	темно-каштановые слабосолонцеватые среднemosные
40	темно-каштановые слабосолонцеватые среднemosные
41	темно-каштановые слабосолонцеватые среднemosные
42	темно-каштановые слабосолонцеватые среднemosные с темно-каштановыми солончаковатыми среднemosными 10–30 %
43	темно-каштановые слабосолонцеватые среднemosные с солонцами каштановыми мелкими 10–30 %
44	темно-каштановые слабосолонцеватые маломосные с темно-каштановыми слабодefлированными 10–30 %
45	темно-каштановые среднесолонцеватые среднemosные с солонцами каштановыми мелкими 10–30 %
46	темно-каштановые солончаковатые среднemosные
47	темно-каштановые солончаковатые среднemosные
48	темно-каштановые солончаковатые среднemosные
49	темно-каштановые солончаковатые маломосные с луговыми каштановыми солончаковыми 10–30 %
50	темно-каштановые солончаковатые маломосные с солончаками типичными 10–30 %
51	темно-каштановые неполноразвитые среднезащепенные
52	темно-каштановые неполноразвитые слабозащепенные
53	темно-каштановые неполноразвитые среднезащепенные с темно-каштановыми малоразвитыми среднезащепенными 10–30 %
54	темно-каштановые неполноразвитые среднезащепенные с темно-каштановыми малоразвитыми среднезащепенными 30–50 %
55	темно-каштановые неполноразвитые слабозащепенные с темно-каштановыми малоразвитыми среднезащепенными
56	темно-каштановые малоразвитые среднезащепенные
57	темно-каштановые малоразвитые среднезащепенные
58	темно-каштановые малоразвитые среднезащепенные
59	темно-каштановые малоразвитые
60	темно-каштановые малоразвитые среднезащепенные с темно-каштановыми неполноразвитыми 10–30 %
61	темно-каштановые малоразвитые среднезащепенные с темно-каштановыми неполноразвитыми 10–30 %
62	темно-каштановые малоразвитые среднезащепенные с выходами плотных пород 10–30 %
63	каштановые среднemosные с солонцами каштановыми мелкими до 10 %
64	каштановые среднemosные с солонцами каштановыми мелкими до 10 %
65	каштановые среднemosные с солонцами каштановыми мелкими 30–50 %
66	каштановые среднemosные с солонцами каштановыми мелкими 30–50 %

№	Название почв
67	лугово-каштановые среднемошчные
68	лугово-каштановые среднемошчные
69	лугово-каштановые среднемошчные
70	лугово-каштановые среднесолонцевато-солончаковатые
71	луговые каштановые
72	луговые каштановые
73	луговые каштановые
74	лугово-каштановые слабосолонцеватые
75	лугово-каштановые среднесолонцевато-солончаковые
76	лугово-каштановые солончаковые
77	лугово-каштановые солончаковые
78	лугово-каштановые солончаковые
79	лугово-каштановые солончаковые
80	пойменные луговые каштановые солончаковые
81	пойменные луговые каштановые солончаковые
82	пойменные луговые каштановые солончаковые
83	пойменные луговые каштановые солончаковые
84	солонцы каштановые мелкие с лугово-каштановыми среднемошчными 10–30 %
85	солончаки типичные
86	солончаки соровые
87	солонцы каштановые мелкие с лугово-каштановыми среднемошчными 10–30 %
88	солончаки типичные
89	солончаки соровые
90	пески равнинные закрепленные с песками грядово-бугристыми закрепленными 10–30 %
91	пески равнинные закрепленные с песками грядово-бугристыми полужакрепленными 10–30 % и луговыми каштановыми солончаковыми до 10 %
92	пески равнинные закрепленные с песками грядово-бугристыми полужакрепленными 10–30 % и луговыми каштановыми до 10 %
93	пески равнинные закрепленные с песками грядово-бугристыми закрепленными 10–30 % и песками грядово-бугристыми полужакрепленными до 10 %
94	пески грядово-бугристые закрепленные
95	пески грядово-бугристые закрепленные с песками грядово-бугристыми полужакрепленными до 10–30 %
96	пески грядово-бугристые полужакрепленные с песками грядово-бугристыми закрепленными до 30–50 %
97	пески грядово-бугристые полужакрепленные с песками грядово-бугристыми закрепленными до 10–30 % и луговыми каштановыми сильносолонцевато-солончаковатыми до 10 %
98	пески грядово-бугристые полужакрепленные с песками грядово-бугристыми закрепленными до 30–50 %
99	пески грядово-бугристые полужакрепленные с песками грядово-бугристыми закрепленными до 10–30 % и луговыми каштановыми сильносолонцевато-солончаковатыми до 10 %
100	пески грядово-бугристые полужакрепленные с песками грядово-бугристыми закрепленными до 30–50 %
101	выходы плотных пород
102	выходы глины

### Выводы

1. На основании проведенных исследований установлено, что в пределах Чингирлауского района Западно-Казахстанской области в структуре почвенного покрова преобладают темно-каштановые почвы в комплексе с различными почвенными сочетаниями. Они формируются на лессовидных суглинках в условиях сухостепной зоны при непромывном типе водного режима под типчаково-злаковыми, разнотравно-злаково-полынными, таволгово-злаковыми с полынью растительными сообществами.

2. Для повышения качества генерализованных карт (районных, областных и др.)

необходимо создание объективных автоматизированных методов генерализации карт в цифровой среде.

3. Разработана доступная для широкого круга пользователей ГИС-методика составления цифровой почвенной карты с помощью программного продукта ArcGIS. Для составления почвенных картосхем возможно использование любых отсканированных картографических основ, фотопланов, других растровых материалов.

4. На основе разработанной методики создана крупномасштабная почвенная карта Чингирлауского района Западно-Казахстанской области на основе сделанных по ГИС-технологиям почвенных карт сельских округов.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Salikhov T. K. The current state of soil fertility geoecosystems the West Kazakhstan // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. – 2017. – № 2 (422). – P. 252–256.
2. Salikhov T. K., Baikov K. S., Salikhova T. S., Tynykulov M. K., Nurmukhametov N. N., Salikova A. S. The study of the current state of the soil cover of the Akshat rural county of West Kazakhstan region on the basis of GIS technologies. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. – 2020. – No. 6 (444). – P. 220–227. – DOI 10.32014/2020.2518-170X.150.
3. Ларионов Ю. С., Байков К. С., Жарников В. Б. Теоретические и методологические основы охраны сельскохозяйственных угодий в системе биологического земледелия // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 5. – С. 169–179.
4. Есполов Т. И., Алипбеки О. А., Сейфуллин Ж. Т. и др. О разработке агрогеоинформационной системы Казахстана: постановка проблемы // Исследования. Результаты. – 2006. – № 6. – С. 3–8.
5. Оспанов А. Земельные ресурсы и земельная реформа в Республике Казахстан. – Астана : Агентство по управлению земельными ресурсами, 2001. – 352 с.
6. Салихов Т. К. Топырактану: оқулық. – Алматы : «Эверо» баспасы, 2016. – 457 бет.
7. Salikhov T. K. The field studies and monitoring soil on the territory of the planned state nature reserve «Bokeyorda» West Kazakhstan region // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. – 2017. – № 4 (424). – P. 258–269.
8. Салихов Т. К. Современное состояние плодородия почвенного покрова геоэкосистем Зерендинского сельского округа // Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан. – 2017. – Т. 1, № 365. – С. 102–108.
9. Салихов Т. К. Физические свойства почвенного покрова геоэкосистем пригорода Астаны // Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан. – 2017. – Т. 1, № 331. – С. 156–160.
10. Салихов Т. К., Сапиев Е., Салихова Т. С. Изучение почвенного покрова Жанақушского сельского округа Западно-Казахстанской области на основе применения ГИС-технологий // Вестник Национального ядерного центра Республики Казахстан. – 2018. – № 1. – С. 105–109.
11. Салихов Т. К., Салихова Т. С., Бектурганова Л. Е. ГИС-картографирование почвенного покрова Акбулакского сельского округа Западно-Казахстанской области // Вопросы географии и геоэкологии. – 2018. – № 2. – С. 61–68.
12. Салихов Т. К. Цифровизация почвенного покрова Карагашского сельского округа Западно-Казахстанской области на основе применения ГИС-технологий // Гидрометеорология и экология. – 2018. – № 2. – С. 155–163.
13. Салихов Т. К., Салихова Т. С. ГИС-картографирование почвенного покрова Ардакского сельского округа Западно-Казахстанской области // Гидрометеорология и экология. – 2018. – № 2. – С. 164–173.

14. Салихов Т. К., Салихова Т. С., Даулетьяров А. Т. Изучение почвенного покрова Ащысайского сельского округа Западно-Казахстанской области на основе применения ГИС-технологий // Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан. – 2018. – № 3. – С. 104–111.

15. Салихов Т. К. Цифровизация почвенного покрова Актауского сельского округа Западно-Казахстанской области на основе применения ГИС-технологий // Вестник Национального ядерного центра Республики Казахстана. – 2018. – № 2. – С. 71–80.

16. Салихов Т. К., Салихова Т. С. Изучение почвенного покрова Актауского сельского округа Западно-Казахстанской области на основе применения ГИС-технологий // Вестник Национального ядерного центра Республики Казахстана. – 2019. – № 1. – С. 27–33.

17. Салихов Т. К., Алибаева М. Т., Салихова Т. С., Масенов К. Б. Использование ГИС-технологий при составлении почвенной карты Алмазненского сельского округа Западно-Казахстанской области // Мат. Межд. научно-практ. конф. «Геосистемный подход к изучению природной среды Республики Казахстана». – Астана : ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, 2018. – Т. 2 – С. 116–121.

18. Студенкова Н. А., Добротворская Н. И., Аврунев Е. И., Козина М. В., Пяткин В. П. Актуальные вопросы инвентаризации и кадастрового учета земель сельскохозяйственного назначения // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 6. – С. 140–149.

### Об авторах

*Константин Станиславович Байков* – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник.

*Талгат Кумарович Салихов* – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

*Сагинтай Зекенович Елюбаев* – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик НАН РК.

*Тойдык Сагингалиевна Салихова* – старший преподаватель.

Получено 03.08.2022

© К. С. Байков, Т. К. Салихов, С. З. Елюбаев, Т. С. Салихова, 2022

## Study of the soil cover of the Chingirlau rural district of the West Kazakhstan region of the Republic of Kazakhstan based on the use of GIS technologies

*K. S. Baikov<sup>1\*</sup>, T. K. Salikhov<sup>2,3</sup>, S. Z. Yelyubayev<sup>3</sup>, T. S. Salikhova<sup>2,3</sup>*

<sup>1</sup> Central Siberian botanical garden SD RAS, Novosibirsk, Russian Federation

<sup>2</sup> L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Republic of Kazakhstan

<sup>3</sup> Abay Myrzakhmetov Kokshetau University, Kokshetau, Republic of Kazakhstan

\* e-mail: kbaikov2018@mail.ru

**Abstract.** Rational use and protection of soils in market conditions requires adequate application of new scientific and methodological approaches. One of such systems-analytical methods of organizing a soil cadastre is the combination of traditional ground-based methods with geographic information systems (GIS) technologies based on the widespread use of aerospace images of high resolutions. The totality of information necessary for mapping soil cover structures and their quantitative assessment is described in GIS databases. Data integration is implemented through a spatial and attributive component in the form of: the results of topographic and thematic maps. At the same time, the creation of attributive GIS databases involves the digitization of thematic maps linked in a single cartographic projection (which was a topographic map at a scale of 1:50,000). As results of the research, digital soil maps for the Chingirlau district of the West Kazakhstan region were created on the basis of GIS technologies, using the ArcGIS software products. It was established that within the limits of the Chingirlau district of the West Kazakhstan region, dark chestnut soils in combination with various soil combinations predominate in the structure of the soil cover. They are formed on loess-like loams in the conditions of the dry steppe zone with a non-leaching type of water regime under fescue-grass, forb-grass-wormwood, meadowsweet-grass with wormwood plant communities. To improve the quality of generalized maps (district, regional, etc.), it is necessary to create objective automated methods for generalizing maps in a digital environment. A method for compiling a digital soil map using the ArcGIS software product, accessible to a wide range of GIS users, has been developed. To compile soil maps, it is possible to use any scanned cartographic bases, photoplans, and other raster materials. Based on the developed methodology,

a large-scale soil map of the Chingirlau district of the West Kazakhstan region was created on the basis of soil maps of rural districts made using GIS technologies.

**Keywords:** geographic information systems, soil cover, soil map, dark kashtanozems, rural district

## REFERENCES

1. Salikhov, T. K. (2017). The current state of soil fertility geoecosystems the West Kazakhstan. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences*, 2(422), 252–256.
2. Salikhov, T. K., Baikov, K. S., Salikhova, T. S., Tynykulov, M. K., Nurmukhametov, N. N., & Salikova, A. S. (2020). The study of the current state of the soil cover of the Akshat rural county of West Kazakhstan region on the basis of GIS technologies. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences*, 6(444), 220–227. doi: 10.32014/2020.2518-170X.150.
3. Larionov, Yu. S., Baikov, K. S., & Zharnikov, V. B. (2021). Theoretical and methodological basis of agricultural areas protection in the system of biological farming. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 26(5), 169–179 [in Russian].
4. Yespolov, T. I., Alipbeki, O. A., Seyfullin, Zh. T., & et al. (2006). On the development of the agrogeoinformation system of Kazakhstan: problem statement. *Issledovaniya. Rezul'taty [Research. Results]*, 6, 3–8 [in Russian].
5. Ospanov, A. (2001). *Zemel'nyye resursy i zemel'naya reforma v Respublike Kazakhstan [Land resources and land reform in the Republic of Kazakhstan]*. Astana: Agency for Land Management, 352 p. [in Russian].
6. Salikhov, T. K. (2016). Topiraqtan. Almaty: "Evero" Baspasy, 457 p.
7. Salikhov, T. K. (2017). The field studies and monitoring soil on the territory of the planned state nature reserve "Bokeyorda" West Kazakhstan region. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*, 4(424), 258–269.
8. Salikhov, T. K. (2017). The current state of fertility of the soil cover of the geoecosystems of the Zerenda rural district. *Vestnik Natsional'noy akademii nauk Respubliki Kazakhstan [Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic Kazakhstan]*, 1(365), 102–108 [in Russian].
9. Salikhov, T. K. (2017). Physical properties of the soil cover of geoecosystems in the suburbs of Astana. *Doklady Natsional'noy akademii nauk Respubliki Kazakhstan [Reports of the National Academy of Sciences of the Republic Kazakhstan]*, 1(331), 156–160 [in Russian].
10. Salikhov, T. K., Sapiyev, E., & Salikhova, T. S. (2018). The study of the soil cover of the Zhanakush rural district of the West Kazakhstan region based on the use of GIS technologies. *Vestnik Natsional'nogo yadernogo tsentra Respubliki Kazakhstan [Bulletin of the National Nuclear Center of the Republic Kazakhstan]*, 1, 105–109 [in Russian].
11. Salikhov, T. K., Salikhova, T. S., & Bekturganova, L. E. (2018). GIS-mapping of the soil cover of the Akbulak rural district of the West Kazakhstan region. *Voprosy geografii i geoekologii [Questions of Geography and Geoecology]*, 2, 61–68 [in Russian].
12. Salikhov, T. K. (2018). Digitalization of the soil cover of the Karagash rural district of the West Kazakhstan region based on the use of GIS technologies. *Gidrometeorologiya i ekologiya [Hydrometeorology and Ecology]*, 2, 155–163 [in Russian].
13. Salikhov, T. K., & Salikhova, T. S. (2018). GIS-mapping of the soil cover of the Ardak rural district of the West Kazakhstan region. *Gidrometeorologiya i ekologiya [Hydrometeorology and Ecology]*, 2, 164–173 [in Russian].
14. Salikhov, T. K., Salikhova, T. S., & Daulet'yarov, A. T. (2018). The study of the soil cover of the Ashchysai rural district of the West Kazakhstan region based on the use of GIS technologies. *Vestnik Natsional'noy inzhenernoy akademii Respubliki Kazakhstan [Bulletin of the National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan]*, 3, 104–111 [in Russian].
15. Salikhov, T. K. (2018). Digitalization of the soil cover of the Aktau rural district of the West Kazakhstan region based on the use of GIS technologies. *Vestnik Natsional'nogo yadernogo tsentra Respubliki Kazakhstan [Bulletin of the National Nuclear Center of the Republic Kazakhstan]*, 2, 71–80 [in Russian].
16. Salikhov, T. K., & Salikhova, T. S. (2019). The study of the soil cover of the Aktau rural district of the West Kazakhstan region based on the use of GIS technologies. *Vestnik Natsional'nogo yadernogo tsentra*

*Respubliki Kazakhstan [Bulletin of the National Nuclear Center of the Republic Kazakhstan]*, 1, 27–33 [in Russian].

17. Salikhov, T. K., Alibayeva, M. T., Salikhova, T. S., & Masenov, K. B. (2018). The use of GIS technologies in compiling the soil map of the Almaznensky rural district of the West Kazakhstan region. In *Sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: T. 2. Geosistemnyy podkhod k izucheniyu prirodnoy sredy Respubliki Kazakhstana [Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: Vol. 2. Geosystemic Approach to the Study of the Natural Environment of the Republic of Kazakhstan]* (pp. 116–121). Astana: L. N. Gumilyov ENU Publ. [in Russian].

18. Studenkova, N. A., Dobrotvorskaya, N. I., Avrunev, E. I., Kozina, M. V., & Pyatkin, V. P. (2021). Current issues of inventory and cadastral registration of agricultural lands. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 26(6), 140–149 [in Russian].

#### Authors details

*Konstantin S. Baikov* – D. Sc., Leading Researcher.

*Talgat K. Salikhov* – Ph. D., Associate Professor.

*Sagintay Z. Yelyubayev* – D. Sc., Professor, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

*Toydyk S. Salikhova* – Senior Lecturer.

Received 03.08.2022

© *K. S. Baikov, T. K. Salikhov, S. Z. Yelyubayev, T. S. Salikhova, 2022*