УДК 631.67:631.4

Канд. техн. наук С.Д. Магай *

ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВОГРУНТОВ КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ ГОЛОДНОСТЕПСКОГО МАССИВА ОРОШЕНИЯ

ПОЧВОГРУНТ, ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ, ПЛОТНОСТЬ, НАИМЕНЬШАЯ ВЛАГОЕМКОСТЬ, ВЛАЖНОСТЬ ЗАВИДАНИЯ, МЕХАНИЧЕСКИЙ СОСТАВ, СОДЕРЖАНИЕ СОЛЕЙ, СОЛОНЦЕВАТОСТЬ

Исследованы водно-физические и химические свойства почвогрунтов на трех пилотных участках, расположенных в различных частях орошаемого массива. Выполнены средневзвешенные расчеты по площади и слоям. Определены их основные характеристики в современный период. Выявлены причины снижения продуктивности почв.

Одним из наиболее перспективных районов для возделывания сельскохозяйственных культур в Казахстане является Голодностепский массив орошения. Однако ухудшение мелиоративного состояния земель не позволяет эффективно использовать здесь имеющийся природно-климатический потенциал.

Специфика природно-климатических, почвенно-мелиоративных и гидрогеологических условий требует тщательного изучения процессов, происходящих на орошаемых землях, и обусловливает необходимость проведения исследований по установлению водно-физических и химических свойств почвогрунтов в современных условиях, которые позволят объективно определять пути улучшения мелиоративного состояния земель и повышения эффективности использования оросительной воды при возделывании сельскохозяйственных культур.

По геоморфологическому районированию данный массив относится к Приаральско-Кызылкумской песчано-глинистой равнине, имеющей слабый уклон (около 0,00035) в сторону Арнасайской впадины [8]. Абсо-

* НИИ водного хозяйства, г. Тараз

лютные отметки поверхности земли составляют 255…270 м над уровнем моря. Пилотные участки, на которых проводились исследования, размещались в различных частях массива (рис. 1).

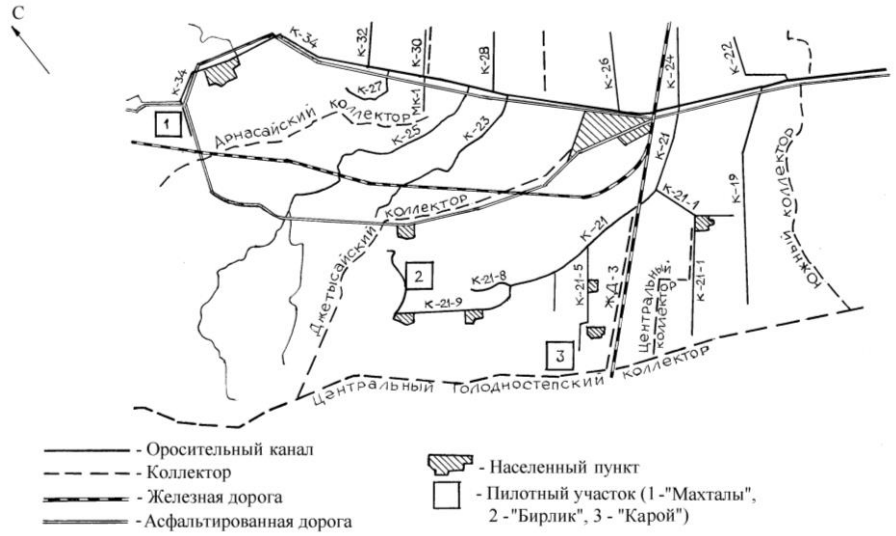

Рис. 1. Расположение пилотных участков.

В геологическом отношении рассматриваемая территория представляет собой впадину глубиной до 200 м, заполненную четвертичными отложениями различного возраста. Нижне- и среднечетвертичные аллювиально-пролювиальные отложения Сохского и Ташкентского комплексов мощностью от 30 до 80 м литологически разделены на два слоя: верхний – суглинки и глины мощностью от 6 до 50 м и нижний – разнозернистые пески с линзами и прослойками связных грунтов различной мощности.

В целом массив представлен аллювиально-пролювиальными верхнечетвертичными отложениями мощностью от 48 до 115 м, слагающими третью надпойменную террасу р. Сырдарьи, представляющую собой плоскую равнину. Литологически с поверхности – это супесчано-суглинистая толща мощностью 20…50 м, подстилаемая песками с линзами и прослойками супесей, суглинков и глин.

Источником орошения массива является р. Сырдарья. Проектный расход магистрального канала «Достык», по которому вода через межхозяйственную и внутрихозяйственную систему каналов поступает на орошаемые поля, составляет 230 м^3/с. Оросительная сеть представлена каналами различного порядка, проходящими как в земляном русле, так и в облицовке.

Полевые и лабораторные исследования проводились по апробированным многолетней практикой методикам [2-4, 7, 9, 10]. Водно-физические свойства почвогрунтов изучались на каждом пилотном участке на специальных площадках, расположенных по конвертной схеме. Определялись водопроницаемость, наименьшая и максимальная молекулярная влагоемкость, плотность, механический состав. Отбор почвенных образцов производился из шурфов до уровня грунтовых вод, а также почвенным буром из различных горизонтов (0…20, 20…40, 40…60 см и т.д.). Для обеспечения надежности проведения исследований и получения достоверных данных бурение на каждой площадке проводилось в трех точках. Высушивание почвы до абсолютно-сухой массы осуществлялось в электротермостатах при температуре 105…110 °С.

Наименьшая влагоемкость устанавливалась методом залива площадок. Водопроницаемость и коэффициент фильтрации почвогрунтов определялись детально методом рам и с помощью прибора Нестерова на трех уровнях: поверхность почвы, на глубинах 0,5 и 1,0 м. Плотность почв устанавливалась путем отбора образцов, методом режущего кольца с последующим их высушиванием в термостате, плотность твердой фазы – пикнометрическим методом, механический состав – методом пипетки. Максимальная молекулярная влагоемкость почв определялась с помощью полевой лаборатории Литвинова по методике А.Ф. Лебедева, максимальная гигроскопичность – по методу Э.А. Митчерлиха, влажность завядания – путем отбора монолитов с растениями в фазу 5…7 настоящего листа с последующим доведением влажности почвы до уровня устойчивого завядания хлопчатника.

Отбор проб почв на химический анализ производился на тех же площадках. Пробы отбирались из тех же горизонтов по всему профилю зоны аэрации, затем по повторностям отбора они тщательно перемешивались и подвергались водной вытяжке.

По результатам исследований почвенный покров на пилотных участках относится к разряду светлых сероземов, преимущественно легкого и среднего механического состава. Наименование почвогрунтов по единой классификационной шкале [2] приведено в табл. 1.

На рис. 2 приведена кривая, наглядно характеризующая впитывание воды в почву. По такой кривой можно устанавливать значения скорости впитывания за любой отрезок времени, начиная с первых минут, когда она имеет максимальные значения, и до момента времени, когда происходит ее стабилизация на минимальном уровне, зависящая от свойств почвогрунтов.

Таблица 1

Наименование почвогрунтов

Горизонт, см	Размер фракции, мм			Наименование почвогрунтов
	1…0,05	0,05…0,01	< 0,01	
Махталы				
0…20	17,98	44,56	37,46	Средний суглинок
20…40	17,12	47,57	35,31	Средний суглинок
40…60	16,10	48,86	35,04	Средний суглинок
60…80	17,36	50,72	31,92	Средний суглинок
80…100	17,06	52,10	30,84	Средний суглинок
100…150	17,78	52,75	29,47	Легкий суглинок
150…200	17,80	53,60	28,60	Легкий суглинок
200…250	19,93	52,50	27,59	Легкий суглинок
Бирлик				
0…20	13,23	45,22	41,55	Тяжелый суглинок
20…40	10,78	49,38	39,84	Средний суглинок
40…60	12,00	51,35	36,75	Средний суглинок
60…80	12,02	53,71	34,27	Средний суглинок
80…100	12,36	54,20	33,44	Средний суглинок
100…150	11,15	57,67	31,18	Средний суглинок
150…200	11,31	59,30	29,39	Легкий суглинок
200…250	12,06	59,34	29,60	Легкий суглинок
Карой				
0…20	12,68	48,54	38,78	Средний суглинок
20…40	10,70	53,30	36,00	Средний суглинок
40…60	12,30	56,70	31,00	Средний суглинок
60…80	15,18	54,13	30,69	Средний суглинок
80…100	15,87	54,32	29,81	Легкий суглинок
100…150	18,05	53,42	28,53	Легкий суглинок
150…200	17,90	55,58	26,52	Легкий суглинок
250…300	19,04	55,95	25,01	Легкий суглинок

Основные показатели водопроницаемости почв на пилотных участках – скорость впитывания в конце первого часа (K_1, м/час), средняя скорость впитывания за первый час наблюдений (K_0, м/час), коэффициент фильтрации ($K_ф$, м/сут) несколько отличаются между собой (табл. 2).

В табл. 2 приведены средневзвешенные показатели. По отдельным точкам определения водопроницаемости средняя за первый час скорость впитывания воды с поверхности почвы изменяется в диапазоне 0,004…0,018 м/час на ПУ «Махталы», 0,012…0,042 м/час – на ПУ «Бир-

лик», 0,013…0,023 м/час – на ПУ «Карой». На глубинах 0,5 и 1,0 м она увеличивается соответственно в 7,0…9,8; 3,0…3,9; 3,9…4,2 раза.

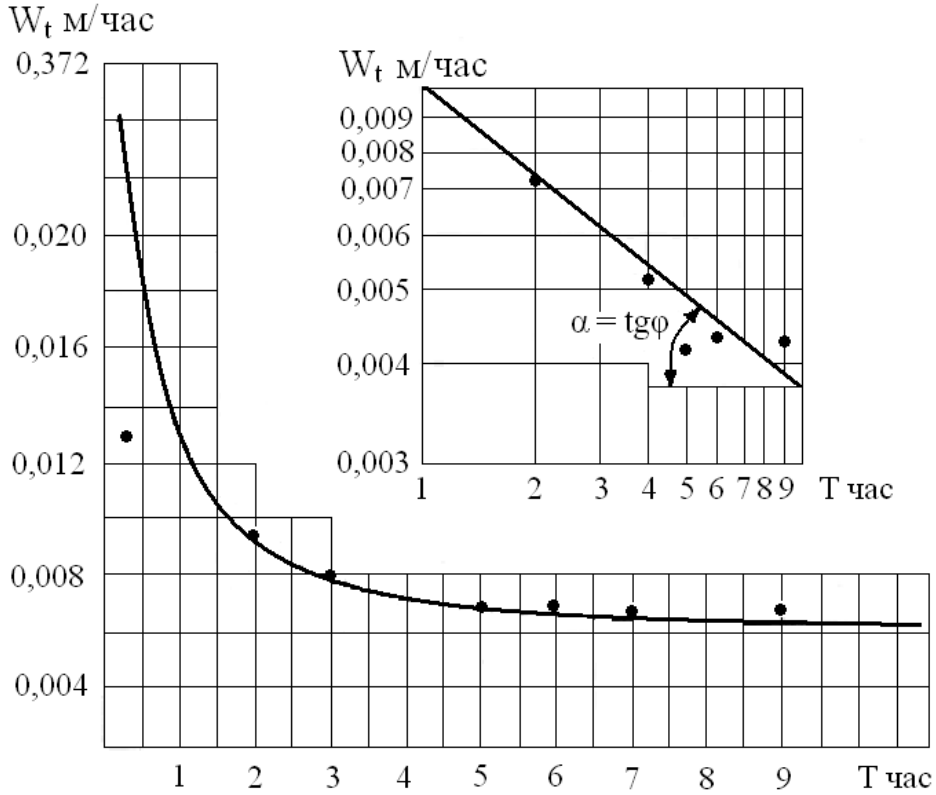

Рис. 2. Кривая впитывания воды в почву.

Таблица 2

Показатели водопроницаемости почвогрунтов

Пункт	Место определения	Показатель		
		K_1	K_0	$K_ф$
Махталы	С поверхности	0,005	0,010	0,053
	0,5 м	0,046	0,070	0,732
	1,0 м	0,071	0,098	1,495
Бирлик	С поверхности	0,008	0,022	0,054
	0,5 м	0,070	0,086	1,141
	1,0 м	0,054	0,066	1,207
Карой	С поверхности	0,009	0,017	0,085
	0,5 м	0,060	0,071	1,102
	1,0 м	0,054	0,066	1,034

Изменение глубины поверхности впитывания особенно резко отражается на значениях коэффициента фильтрации. Последние изменяются

от 0,036 м/сут до 0,117 м/сут на поверхности, от 0,173 м/сут до 1,656 м/сут на глубине 0,5м и от 0,710 м/сут до 1,958 м/сут на глубине 1,0 м. Этот момент необходимо отметить, поскольку столь значительное изменение одного из важных показателей водопроницаемости почвогрунтов – коэффициента фильтрации, может повлиять на точность определения параметров с его использованием. Поэтому в полевых исследованиях изучению этих характеристик уделялось особое внимание.

Средние значения максимальной молекулярной влагоемкости (ММВ), т.е. наибольшего количества воды, которое может быть удержано силами молекулярного притяжения почвы, для метрового слоя равны 12,8 % от массы сухой почвы (мсп) на ПУ «Махталы», 13,8 % – на ПУ «Бирлик» и 13,0 % – на ПУ «Карой» (табл. 3). По отдельным точкам ММВ изменяется соответственно от 12,3 % до 13,6 %, от 13,3 % до 15,1 % и от 12,6 % до 13,1 %.

Таблица 3

Максимальная молекулярная влагоемкость почв, % от мсп

Участок	Номер точки					
	3	6	9	12	15	среднее
Махталы	13,6	12,3	13,1	12,8	12,4	12,8
Бирлик	13,3	13,3	13,6	14,0	15,1	13,8
Карой	12,6	13,0	13,1	13,1	13,1	13,0

Плотность метрового слоя составляет 1,52 т/м^3 для почвогрунтов ПУ «Махталы», 1,50 т/м^3 – для ПУ «Бирлик» и 1,46 т/м^3 – для ПУ «Карой». Наименьшие значения плотности отмечены в верхнем (0…20 см) горизонте – 1,41…1,45 т/м^3, наибольшие – 1,56…1,70 т/м^3 в подпахотном (20…40 см) слое (табл. 4).

Таблица 4

Плотность и пористость почвогрунтов

Горизонт, см	Плотность почвы, т/м^3	Плотность твердой фазы, т/м^3	Пористость, %
Махталы			
0…20	1,42	2,65	46,2
20…40	1,67	2,63	36,5
40…60	1,54	2,62	41,3
60…80	1,48	2,60	42,9
80…100	1,47	2,66	44,4
0…100	1,52	2,64	42,3
100…200	1,49	2,69	44,7

Горизонт, см	Плотность почвы, т/м^3	Плотность твердой фазы, т/м^3	Пористость, %
200…300	1,49	2,68	44,6
	Бирлик		
0…20	1,45	2,75	47,2
20…40	1,70	2,73	37,5
40…60	1,50	2,73	45,0
60…80	1,42	2,66	46,7
80…100	1,41	2,65	46,8
0…100	1,50	2,70	44,6
100…200	1,44	2,66	45,8
200…300	1,50	2,66	43,5
	Карой		
0…20	1,41	2,62	46,5
20…40	1,56	2,64	43,0
40…60	1,47	2,66	44,6
60…80	1,42	2,70	47,2
80…100	1,43	2,71	47,2
0…100	1,46	2,67	45,7
100…200	1,43	2,66	46,2
200…300	1,46	2,64	44,8

Плотность твердой фазы варьирует в диапазоне 2,60…2,69 т/м^3 на пилотном участке «Махталы», 2,60…2,75 т/м^3 – на участке «Бирлик» и 2,62…2,71 т/м^3 – на ПУ «Карой». Пористость почв изменяется соответственно от 36,5 до 46,2; от 37,5 до 47,2 и от 43,0 до 47,2 % от объема.

По литературным источникам на орошаемых землях бывшего Пахтааральского района Южно-Казахстанской области с легкосуглинстыми грунтами наименьшая влагоемкость метрового слоя составляет 21,1…24,0 % от массы сухой почвы, плотность – 1,51…1,55 т/м^3, плотность твердой фазы – 2,73…2,75 т/м^3 , пористость 44,0…45,0 % [1]. По данным другого источника на суглинистых сероземах наименьшая влагоемкость отдельных горизонтов изменяется от 17,2 до 22,9 %, максимальная гигроскопичность – от 2,5 до 3,9 %, влажность завядания – от 4,6 до 5,2 % [11]. В низовье р. Сырдарьи максимальная молекулярная влагоемкость варьирует в диапазоне 7,8…12,9 % от массы сухой почвы для легких суглинков, 13,0…16,6 % – средних суглинков, 15,3…19,7 % – тяжелых суглинков [13]. Эти же показатели по данным Российских исследователей соответственно равны 7…14 %, 14…18 % и 18…21 %. В Марыйской области Туркменистана на среднесуглинистых почвах сульфатно-хлоридного типа засоления наименьшая влагоемкость метро-

вого слоя почвы составляет 21,3…21,7 % [5], в Мургабском оазисе наименьшая влагоемкость метрового слоя почв – 21,3…21,6 % от массы сухой почвы, плотность – 1,27…1,53 т/м^3, плотность твердой фазы – около 2,72 т/м^3 [13].

В наших исследованиях показатели водно-физических свойств верхнего метрового слоя почв колеблются в интервале: плотность – 1,46…1,52 т/м^3, плотность твердой фазы – 2,64…2,70 т/м^3, пористость – 42,3…45,7 %, наименьшая влагоемкость (НВ) – 20,1…21,2 %, максимальная молекулярная влагоемкость (ММВ) – 12,8…13,8 %, влажность завядания (ВЗ) – 5,3…6,1 %, максимальная гигроскопичность (МГ) – 3,5…4,0 % (табл. 5).

Таблица 5

Водно-физические свойства метрового слоя почв, %

Участок	НВ	ММВ	ВЗ	МГ
Махталы	21,2	12,8	6,1	4,0
Бирлик	20,9	13,8	5,6	3,7
Карой	20,1	13,0	5,3	3,5

Общее содержание солей и наиболее токсичных ионов (хлора и сульфатов) в метровом слое представлено в табл. 6.

Таблица 6

Содержание солей, %/мг-экв

Горизонт, см	Сумма солей, %	Анионы		pH
		Cl^-	SO_4^{--}	
Махталы				
0…20	0,842	0,149 / 4,21	0,422 / 8,79	7,50
20…40	0,945	0,131 / 3,68	0,519 / 10,82	7,38
40…60	0,902	0,127 / 3,59	0,500 / 10,41	7,48
60…80	0,692	0,102 / 2,88	0,373 / 7,79	7,35
80…100	0,571	0,075 / 2,12	0,314 / 6,55	7,57
Бирлик				
0…20	0,860	0,096 / 2,72	0,501 / 10,44	7,55
20…40	0,854	0,071 / 2,00	0,520 / 10,83	7,47
40…60	0,617	0,073 / 2,06	0,348 / 7,27	7,57
60…80	0,551	0,080 / 2,25	0,292 / 6,08	7,47

Горизонт, см	Сумма солей, %	Анионы		pH
		Cl^-	SO_4^{--}	
80…100	0,507	0,074 / 2,09	0,268 / 5,57	7,62
Карой				
0…20	0,082	0,008 / 0,23	0,026 / 0,54	7,57
20…40	0,132	0,008 / 0,21	0,063 / 1,32	7,68
40…60	0,185	0,008 / 0,24	0,105 / 2,19	7,63
60…80	0,157	0,009 / 0,27	0,083 / 1,73	7,63
80…100	0,147	0,009 / 0,27	0,077 / 1,60	7,60

По сумме солей в метровом слое почвогрунты относятся к категории сильно- и среднезасолённых на ПУ «Махталы» и «Бирлик», практически незасолённых на ПУ «Карой» [4, 10].

Тип засоления на всех участках сульфатный и хлоридно-сульфатный. Максимальное количество солей в образцах, отобранных до глубины 3 м, наблюдается в верхнем метровом слое на ПУ «Махталы» и «Бирлик». На пилотном участке «Карой» распределение солей по 0…2 м почвогрунтовому профилю относительно равномерное, основное их содержание отмечается в слое 2…3 м.

По отношению натрия к сумме поглощенных оснований почвы исследуемых участков несолонцеватые [10]. Однако следует отметить, что на всех участках преобладает магний (табл. 7).

Таблица 7

Степень солонцеватости почв

Участок	Ёмкость поглощения, мг-экв				% натрия	Степень солонцеватости
	Ca	Mg	Na	Сумма		
Махталы	6,5	9,7	0,41	16,61	2,44	несолонцеватая
Бирлик	4,7	9,7	0,31	14,71	2,09	несолонцеватая
Карой	3,7	5,8	0,17	9,67	1,66	несолонцеватая

Сумма поглощенных оснований метрового слоя почв на пилотном участке «Махталы» составляет 16,6 мг-экв, участке «Бирлик» – 14,7 мг-экв и ПУ «Карой» – 9,7 мг-экв, в том числе натрия соответственно – 0,41 мг-

экв, 0,31 мг-экв и 0,17 мг-экв. На всех участках процент натрия не превышает пяти процентов.

Повышенное содержание магния в почвенно-поглощающем комплексе (58…66 %) и невысокий процент кальция (32…38 %) на фоне применения повышенных поливных норм из-за отсутствия качественной планировки орошаемых участков приводит к ухудшению физических и химических свойств почв. В этих случаях также наступает слитизация почв, поскольку при больших запасах ионы магния, как и ионы натрия, повышают дисперсность органической и минеральной частей почв, а также показатель водородных ионов почвенной среды, которые усиливают слитизацию почв, снижая их водопроницаемость [6].

Следует отметить, что большой процент монокультуры (хлопчатника), малые дозы минеральных удобрений, некачественная планировка орошаемых полей, отсутствие органических удобрений и севооборотов на массиве усугубляет тенденцию ухудшения мелиоративного состояния орошаемых земель и снижает их продуктивность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрогидрологические свойства почв Казахстана. – Алма-Ата: 1980. – 197 с.
2. Агрофизические методы исследования почв / Под ред. С.И. Долгова. – М.: Наука, 1966. – 260 с.
3. Агрохимические методы исследования почв / Под ред. А.В. Соколова. – М.: Наука, 1975. – 645 с.
4. Базилевич Н.И., Панкова Е.И. Опыт классификации почв по засолению // Почвоведение. – 1968. – №11. – С. 3-15.
5. Беспалов Н.Ф., Абдыкалыков М., Норкулов У., Сахатмурадов Б. Пути интенсификации засоленных земель Средней Азии. – Ташкент: ФАН, 1985.
6. Вышпольский Ф.Ф., Мухамеджанов Х.В. Технологии и управление почвенно-мелиоративными процессами при орошении. – Тараз: ИЦ Аква, 2005. – 162 с.
7. Доспехов В.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
8. Казахская Советская Социалистическая Республика // Энциклопедический справочник. – Алма-Ата, 1981.
9. Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных хлопковых районах. – Ташкент: 1963. – 439 с.
10. Методические рекомендации по мелиорации солонцов и учету засоленных почв. – М.: Колос, 1970. – 112 с.

11. Панков М.А. Мелиоративное почвоведение. Засоленные и заболоченные почвы Средней Азии и их мелиорации. – Ташкент: Укитувчи, 1974. – 416 с.
12. Саатмурадов Б.М. Рассоление почвогрунтов под влиянием промывок и режима орошения хлопчатника в условиях Мургабского оазиса: Автореф. дис. … к. с-х. н. / СоюзНИХИ – Ташкент: 1983. – 21 с.
13. Шлеймович П.И. Физические свойства почв. – Алма-Ата: Наука, 1973. – 182 с.

Поступила 13.09.2012

Техн. ғылымд. канд. С.Д. Магай

МЫРЗАШӨЛ СУҒАРМАЛЫ АУМАҒЫНЫҢ ҚАЗАҚСТАНДА ОРНАЛАСҚАН БӨЛІГІНДЕГІ ТОПЫРАҚ-ГРУНТТАРЫНЫҢ СУЛЫҚ-ФИЗИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

Суғармалы алқаптың әртүрлі бөлігінде орналасқан, үш пилоттық учаскелердегі топырақ-грунттарының сулық-физикалық және химиялық қасиеттері зерттелді. Аудандар және қабаттар бойынша орташа өлшемді есептеулері орындалды. Олардың қазіргі кезеңдегі негізгі сипаттамалары анықталды. Топырақтар өнімділігінің төмендеуінің себептері айқындалды.