

V.V. Volnov, A.S. Davydov. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2006. – 210 s.

5. Rassypnov V.A., Sovrikova E.M. Posledstviya raspashki tselinnykh i zalezhnykh zemel sukhoy i zasushlivoy stepi Altaya / V.A. Rassypnov, E.M. Sovrikova // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – No. 8 (118). – S. 50-54.

6. Federalnyy zakon ot 21 dekabrya 2004 goda No. 172-FZ «O perevode zemel ili

zemelnykh uchastkov iz odnoy kategorii v druguyu».

7. Sovrikova E.M., Rassypnov V.A. Plodorodie pochv i dinamika selskokhozyaystvennykh ugodiy rayonov basseyna reki Aley Altayskogo kraya / E.M. Sovrikova, V.A. Rassypnov // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – No. 11 (169). – S. 55-61.



УДК 631.67:631.4:633.34

**А.С. Давыдов, Р.Г. Горносталь**  
A.S. Davydov, R.G. Gornostal

## ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ ОРОШЕНИЯ СОИ В ПРИАЛЕЙСКОЙ СТЕПИ

### SOIL AND CLIMATIC SUBSATNTIATION OF SOYBEAN IRRIGATION SCHEDULES IN THE PRIALEYSKAYA STEPPE

**Ключевые слова:** плодородие, водно-физические свойства почвы, температура, осадки, дефицит влажности воздуха, соя, оросительная вода, режим орошения.

Почвы, на которых проведены наши исследования, характеризуются как лугово-черноземные вторичные, сформированные в результате олуговения черноземов южных. Они залегают в условиях ухудшения естественного дренажа. По мощности гумусового горизонта 0,52-0,54 м – среднемощные, по содержанию гумуса – слабо- и малогумусированные (2,9-3,8%). По своим водно-физическим и агрохимическим свойствам пригодны для возделывания сои на зерно. Климат района исследований (Приалейская

степь, Алейская оросительная система) сходен с климатом других степных районов края. Средняя годовая температура воздуха +1,6°C, сумма среднесуточных температур воздуха выше +10°C достигает 2342°C. Годовое количество осадков при 50% обеспеченности составляет 449 мм, за вегетацию – 205 мм. Коэффициент увлажнения (отношение количества выпадающих осадков к испаряемости) за вегетационный период равен всего лишь 0,3, т.е. выпавшие осадки покрывают потребность только на 30-40%. Гидротермический коэффициент в 2016 году составил 0,5, 2017 г. – 0,9 и 2018 г. – 0,7. В 2016 г. осадков выпало всего лишь 101,8 мм при норме 205,0 мм, а температура воздуха превышала норму на 1,5 °C. В 2017 г. количество осадков соответство-

вало многолетним значениям, но температура воздуха была выше среднемноголетней на 1,2 °С. Вегетационный период 2018 г. был сухим и теплым. За май-сентябрь осадков выпало на 61,2 мм, или на 30%, меньше нормы, а температура воздуха превышала среднемноголетнюю на 1,6°С. Климатические условия не способствуют получению высоких и устойчивых урожаев сои без орошения.

**Keywords:** *fertility, soil hydrophysical properties, temperature, precipitation, air humidity deficit, soybeans, irrigation water, irrigation schedule.*

The research was conducted on secondary meadow-chnozem soils formed due to the prairiefication of the southern chernozems. They are found under the conditions of natural drainage deterioration. In terms of humus horizon depth, they are medium deep soils (0.52-0.54 m) while regarding to humus content they are low-humic or oligohumic soils (2.9-3.8%). According to their hydrophysical and agrochemical properties, these soils are good for soybean cultivation. The climate of the district under study (The Prialeyskaya

Steppe, the Aleysk Irrigation System) is similar to the climate of the other steppe districts of the Region. The average yearly air temperature is +1.6°C, the accumulated daily mean air temperature above +10°C amounts to 2342°C. The annual precipitation with the availability level of 50% is 449 mm, and during the growing season - 205 mm. the precipitation ratio (the ratio of the precipitation amount to evaporation) during the growing season makes 0.3; i.e. the precipitation amount meets the demand to 30-40% only. The hydrothermal index was 0.5 in 2016; 0.9 - in 2017 and 0.7 - in 2018. In 2016, the precipitation amount was 101.8 mm while the standard is 205.0 mm and at the same time the air temperature exceeded the standard by 1.5°C. In 2017, the precipitation amount was the same as on the previous years but the air temperatures were higher than the average yearly temperature by 1.2°C. The growing season of 2018 was dry and warm. In the period from May to September, the precipitation amount was 61.2 mm, or by 30% less than the standard, and the air temperatures were higher than the average yearly temperature by 1.6°C. The climatic conditions do not allow getting sustainable and high yields of soybeans without irrigation.

**Давыдов Александр Степанович**, д.с.-х.н., доцент, проф., каф. водопользования и мелиорации, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: adav55@yandex.ru.

**Горносталь Роман Геннадьевич**, аспирант, каф. водопользования и мелиорации, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: col4e@mail.ru.

**Davydov Aleksandr Stepanovich**, Dr. Agr. Sci., Prof, Chair of Water Management and Amelioration, Altai State Agricultural University. E-mail: adav55@yandex.ru.

**Gornostal Roman Gennadyevich**, post-graduate student, Chair of Water Management and Amelioration, Altai State Agricultural University. E-mail: col4e@mail.ru.

## Введение

Впервые режим орошения был отражен в работах А.Н. Костякова. Режим орошения сельскохозяйственных культур – это совокупность норм, количества и сроков полива в зависимости от природных условий местности и биологических характеристик сельскохозяйственных культур [1].

Для расчета режима орошения приходится учитывать большое количество факторов. Главными из них являются: метеорологические условия года – температура воздуха, количество осадков, дефицит влажности воздуха, интенсивность солнечной радиации, сила и направление ветра и др.; показатели плодородия почвы – содержание питательных элементов, водно-физические и

физико-химические свойства; глубина залегания грунтовых вод и другие показатели.

Соя – культура умеренных требований к почвенному плодородию. По мнению ряда авторов, она не прихотлива к типу почв, кроме кислых, заболоченных и солонцовых. Наилучшими для ее произрастания являются черноземы, каштановые и другие почвы с реакцией со слабокислой или нейтральной, среднего гранулометрического состава, с хорошей аэрацией [2, 3].

Соя около 60-70% необходимого ей азота усваивает из воздуха за счёт деятельности клубеньковых бактерий [4, 5].

По температурному режиму соя сравнительно теплолюбивое растение, для форми-

рования зерна сумма активных температур должна варьироваться от 1700 до 3800°C [6].

При разработке режима орошения немаловажное значение имеет оценка требований сои к водному режиму почвы. В настоящее время накоплен большой опыт по определению допустимого интервала предположительной влажности между верхним и нижним пределами, который составляет от 60 до 90% НВ [7-9].

**Цель работы** – обосновать режимы орошения сои на зерно.

**Задачи:** изучить почвенные и климатические показатели; выявить влияние этих факторов на режимы орошения; дать оценку оросительным водам.

#### **Объекты и методы исследований**

Объектами исследования являлись зернобобовая культура соя, лугово-черноземные почвы, оросительная вода.

Сорт сои, возделываемой в исследованиях, Золотистая.

Данный сорт является скороспелым с повышенным потенциалом продуктивности и высоким расположением нижних бобов. Сорт включен в Госреестр РФ с 2013 г. Высота растений 75-120 см. Бобы луцильные, устойчивые к растрескиванию, длиной 4-5 см, слабоизогнутые. Число семян в бобе варьируется от 2 до 4 шт. Масса 1000 семян 125-176 г. Средняя урожайность семян составила 2,79 т/га.

Почвы, на которых проведены наши исследования, характеризуются как лугово-черноземные вторичные, сформированные в результате олуговения черноземов южных. Они залегают в условиях ухудшения естественного дренажа. По мощности гумусового горизонта 0,52-0,54 м – среднемощные, по содержанию гумуса слабо- и малогумусированные (2,9-3,8%).

Полевые и лабораторные исследования проводили с использованием общепринятых методик, а также физические и водно-физические свойства почв – по методикам [10-12].

Химический анализ почвы проводили по общепринятым методам [13].

Определение оросительных норм осуществляли по методике С.М. и А.М. Алпатьевых [14] и по формуле А.Н. Костякова [1]. Поливные нормы определяли по формуле А.Н. Костякова, сроки полива – по методам СевНИИГиМ и С.М. Алпатьева по дефициту водного баланса.

#### **Результаты исследований**

Почвы участка имеют близкую к нейтральной реакцию среды с низким содержанием подвижных форм фосфора и азота (табл. 1).

По основным водно-физическим и агрохимическим свойствам лугово-черноземные почвы опытного участка вполне пригодны для возделывания сои при орошении.

В таблице 2 представлено морфологическое описание почвы опытного участка, откуда следует, что гумусовый горизонт растянут по глубине, верхний горизонт теряет темную окраску, более плотный. Глубина вскипания от соляной кислоты вследствие вымывания карбонатов при многолетнем орошении опускается до 60 см.

Климат района исследований (Приалейская степь, Алейская оросительная система) сходен с климатом других степных районов края. По многолетним наблюдениям безморозный период длится 124 дня. Средняя годовая температура воздуха +1,6°C, сумма среднесуточных температур воздуха выше +10°C достигает 2342°C. Наиболее теплым месяцем является июль (+20,3°C). Средняя годовая температура поверхности почвы

+3°C, в вегетационный период (май-сентябрь) +19,4°C. Годовое количество осадков при 50% обеспеченности составляет 449 мм, за вегетацию – 205 мм [15].

Коэффициент увлажнения (отношение количества выпадающих осадков к испаряемости) за вегетационный период равен всего лишь 0,3, т.е. выпавшие осадки покрывают потребность только на 30-40%. Величина гидротермического коэффициента (ГТК) составляет 0,8-1,0 и характеризует слабое увлажнение.

Погодные условия вегетационных периодов по годам исследований (2016-2018 гг.)

были различными (табл. 3). Период май-сентябрь 2016 г. отличался большой сухостью. Осадков выпало 101,8 мм, что меньше нормы в 2 раза, а температура воздуха превышала норму на 1,5°C. Вегетационный период 2017 г. по осадкам соответствовал многолетним значениям, а температура воздуха превышала среднемноголетнюю на 1,2°C. В вегетационный период 2018 г. за май-сентябрь осадков выпало на 61,2 мм, что на 30% меньше нормы, а температура воздуха превышала среднемноголетнюю на 1,6°C.

Таблица 1

**Основные водно-физические и агрохимические свойства лугово-черноземной почвы (на начало исследований, 2016 г.)**

Показатель	Горизонт, см				
	0-20	20-30	30-40	40-50	50-60
Плотность сложения, г/см <sup>3</sup>	1,26	1,28	1,31	1,33	1,45
Плотность твердой фазы, г/см <sup>3</sup>	2,62	2,64	2,65	2,67	2,69
Наименьшая влагоемкость (НВ), % от массы сухой почвы	24,1	23,9	23,1	21,8	20,2
Гумус, %	3,8	3,1	2	1,5	0,8
Общий азот, %	0,16	0,14	0,12	0,14	0,13
Подвижный фосфор, мг/кг	16,3	15,1	12	1	2,1
Обменный калий, мг/кг	83,1	75	8	4,7	2,2
pH <sub>H2O</sub>	7,1	7	6,5	6	6,5

Таблица 2

**Морфологическое описание почвы опытного участка**

Горизонт, глубина	Характеристика
А пах. (0-26 см)	Темно-серый, комковато-глыбистый, уплотненный, среднесуглинистого гранулометрического состава, очень много корней и растительных остатков. Переход постепенный
АВ (26-54 см)	Темно-бурый, комковатый, среднесуглинистый, очень плотный, встречается много корней. Переход постепенный
ВС (54-76 см)	Бурый, комковатый, среднесуглинистый, плотный, вскипание от НС1 с 60 см. Переход постепенный
С (76-120 см)	Палевый, тяжелый суглинок, комковато-призматический, карбонаты в виде белоглазки
Почва	Лугово-черноземная среднемошная среднегумусная среднесуглинистая

Погодные условия периода исследований (по м/с г. Рубцовска)

Показатель	Год	Месяцы вегетации					Среднее или сумма
		V	VI	VII	VIII	IX	
Сумма осадков, мм	2016	50	10,8	17	21	3	101,8
	2017	43	56	58	33	16	206
	2018	11,8	31	36	36	29	142,8
	ср. мн.	39	44	49	41	32	205
Средняя температура воздуха, °С	2016	15,6	19	20,3	19,5	13,5	17,6
	2017	12,8	19,2	22,3	21,1	11	17,3
	2018	16,2	17,5	23	19,7	11,9	17,7
	ср. мн.	12,3	18,2	20,3	17,9	11,7	16,1
Средняя относительная влажность воздуха, %	2016	60,4	61,2	60,2	65,4	53,6	60,2
	2017	56	63,3	63,5	68,3	69,4	64,1
	2018	59,5	62	68,7	64,7	60,2	63
	ср. мн.	57	60	65	66	65	63
Средний дефицит влажности воздуха, мБ	2016	9,9	13,2	13,9	12,3	8,7	11,6
	2017	8,2	10,7	12,6	14,4	7,2	10,6
	2018	11,7	9,3	13,3	11,9	6,4	10,5
	ср. мн.	8	10,3	10,4	8,8	6,3	8,8
Дефицит естественного увлажнения, мм	2016	67,6	124,2	129,9	102,2	120,9	544,8
	2017	70,1	73,2	89,1	88,4	168,3	389,1
	2018	112,1	92,5	93,9	102,7	70,1	471,3
	ср. мн.	59	80	86	77	54	356

Дефицит естественного увлажнения составлял 389,1-544,8 мм. Наименьшим он был в 2017 г., а наибольшим – в период вегетации 2016 г., при среднемноголетней величине 356 мм.

Вегетационный период длится 120 дней, количество выпадающих осадков в этот период 140-175 мм, гидротермический коэффициент в 2016 г. составил 0,5, 2017 г. – 0,9 и 2018 г. – 0,7.

Оросительные воды характеризуются нейтральной и слабощелочной реакцией среды (рН 7,0-7,5), минерализация 0,33-0,42 г/л характеризует воды как пресные [16]. Используемые для поливов воды р. Алей преимущественно гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-сульфатные натриевые и натриево-кальциевые, пресные. В соответствии с агрономическими, техническими и

экологическими условиями вполне пригодны для орошения.

В наших исследованиях было взято 3 уровня предполивной влажности почвы – 60, 70 и 80% НВ. Заданный уровень предполивной влажности почвы для сои поддерживали в слое 0,50 м, так как в нем располагается основная масса корней.

Ранее было отмечено, что метеорологические условия каждого конкретного года существенно различались. В результате суммарные расходы влаги также оказались неодинаковыми. Расчет режима орошения был проведен на основании среднедекадных многолетних данных метеорологических условий объекта исследования. Нами был установлен среднемноголетний дефицит водного баланса, который поможет нам бо-

лее детально сравнить изменения в режимах орошения по годам исследования.

Расчет оросительных норм проводили по методу, разработанному А.Н. Костяковым [1].

Оросительная норма рассчитывают из условий обеспечения культуры влагой с учетом ее биологических особенностей и природных условий, пользуясь формулой:

$$M_{op} = K_b \times Y - 10 \times A \times K - (W_n - W_k), \text{ м}^3/\text{га},$$

где  $M_{op}$  – оросительная норма,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$K_b$  – коэффициент водопотребления культуры,  $\text{м}^3/\text{т}$ ;

$Y$  – планируемая урожайность,  $\text{т}/\text{га}$ ;

$A$  – осадки за вегетационный период,  $\text{мм}$ ;

$K$  – коэффициент использования осадков;

$W_n, W_k$  – начальные и конечные запасы влаги в почве,  $\text{м}^3/\text{га}$ .

Поливные нормы определяли по формуле [1]:

$$m = 100 * N * \alpha (\beta_{нв} - \beta_{пп}),$$

где  $m$  – поливная норма,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$N$  – мощность расчетного слоя почвы,  $\text{м}$ ;

$\alpha$  – плотность сложения почвы в слое  $N$ ,  $\text{т}/\text{м}^3$ ;

$\beta_{нв}$  – наименьшая влагоемкость, % от массы сухой почвы;

$\beta_{пп}$  – влажность почвы перед поливом, % от наименьшей влагоемкости.

Даты поливов нами были определены по методике СевНИИГиМ по следующей формуле:

$$T_{1,2,3} = (B + m + A_p + (27,5 - t_{cp}))/5$$

где  $T_{1,2,3}$  – межполивной интервал в зависимости от среднесуточных температур воздуха, сут.;

$B$  – продуктивные запасы влаги в активном слое почвы в начале вегетации,  $\text{мм}$ ;

$m$  – поливная норма, рассчитанная для расчетного периода,  $\text{мм}$ ;

$A_p$  – осадки за расчетный период,  $\text{мм}$ ;

$t_{cp}$  – средняя температура воздуха за расчетный период,  $^{\circ}\text{C}$ .

В 2016 г. посев сои был проведен 22 мая. Первый полив на всех вариантах с различными уровнями предполивной влажности осуществлен 3 июня. На варианте 60% НВ поливная норма составила  $350 \text{ м}^3/\text{га}$ , на варианте 70% НВ –  $300 \text{ м}^3/\text{га}$  и на варианте 80% НВ –  $250 \text{ м}^3/\text{га}$ .

С момента окончания сева (22 мая) до проведения обмолота (7 сентября) с предполивной влажностью 60% НВ было проведено 7 поливов поливными нормами от  $350$  до  $500 \text{ м}^3/\text{га}$ . На варианте с предполивной влажностью 70% НВ было проведено 8 поливов нормами от  $300$  до  $400 \text{ м}^3/\text{га}$ . На варианте с предполивной влажностью 80% НВ было проведено 10 поливов нормами от  $250$  до  $300 \text{ м}^3/\text{га}$ . Поливные нормы дифференцировали в зависимости от фазы развития сои (табл. 4).

За период вегетации в 2016 г. оросительная норма составила на варианте с предполивной влажностью 60% НВ –  $2850 \text{ м}^3/\text{га}$ , на варианте с предполивной влажностью 70% НВ –  $2900 \text{ м}^3/\text{га}$  и на варианте с предполивной влажностью 80% НВ –  $2950 \text{ м}^3/\text{га}$ .

На всех вариантах с орошением в 2016 г. уровень влажности ниже оптимального значения не опускался.

В 2017 г. посев сои был проведен 23 мая. Первый полив на всех вариантах с различными уровнями предполивной влажности осуществлен 08 июня. На варианте 60% НВ поливная норма составила  $350 \text{ м}^3/\text{га}$ , на варианте 70% НВ –  $300 \text{ м}^3/\text{га}$  и на варианте 80% НВ –  $250 \text{ м}^3/\text{га}$ .

**Режим орошения сои за вегетационный период 2016 г.**

Вариант	Сроки посева/уборки	Режим орошения сои по фазам роста						Общее количество поливов
		посев – цветение (A1)		цветение – начало плодообразования (A2)		начало плодообразования – созревание (A3)		
		дата полива	поливная норма (м), м <sup>3</sup> /га	дата полива	поливная норма (м), м <sup>3</sup> /га	дата полива	поливная норма (м), м <sup>3</sup> /га	
60%НВ	22.05/07.09	3.06	350	2.07	400	27.07	450	7
		14.06	350	16.07	400	9.08	500	
		23.06	400					
70%НВ		3.06	300	28.06	350	30.07	400	8
		13.06	350	10.07	350	10.08	400	
		20.06	350	20.07	400			
80%НВ		3.06	250	25.06	300	27.07	300	10
		11.06	300	2.07	300	5.08	300	
		18.06	300	11.07	300	12.08	300	
				19.07	300			

С момента окончания сева (23 мая) до проведения обмолота (11 сентября) на варианте с предполивной влажностью 60% НВ было проведено 5 поливов поливными нормами от 350 до 500 м<sup>3</sup>/га, на варианте с предполивной влажностью 70% НВ – 6 поливов нормами от 300 до 400 м<sup>3</sup>/га, на варианте с предполивной влажностью 80% НВ – 8 поливов нормами от 250 до 300 м<sup>3</sup>/га. Поливные нормы дифференцировали в зависимости от фазы развития сои (табл. 5).

За период вегетации в 2017 г. оросительная норма составила на варианте с предполивной влажностью 60% НВ – 2100 м<sup>3</sup>/га, на варианте с предполивной влажностью 70% НВ – 2200 м<sup>3</sup>/га и на варианте с предполивной влажностью 80% НВ – 2350 м<sup>3</sup>/га.

На всех вариантах с орошением в 2017 г. уровень влажности ниже оптимального значения не опускался.

В 2018 г. посев сои был проведен 20 мая. Первый полив на всех вариантах с различ-

ными уровнями предполивной влажности осуществлен 1 июня. На варианте 60% НВ поливная норма составила 350 м<sup>3</sup>/га, на вариантах 70% НВ и 80% НВ – 300 м<sup>3</sup>/га.

С момента окончания сева (23 мая) до проведения обмолота (10 сентября) на варианте с предполивной влажностью 60% НВ было проведено 6 поливов с поливной нормой от 350 до 500 м<sup>3</sup>/га. На варианте с предполивной влажностью 70% НВ было проведено 7 поливов нормой от 300 до 400 м<sup>3</sup>/га. Поливные нормы дифференцировали в зависимости от фазы развития сои (табл. 6). На варианте с предполивной влажностью 80% НВ было проведено 9 поливов нормой 300 м<sup>3</sup>/га.

За период вегетации в 2018 г. оросительная норма составила на варианте с предполивной влажностью 60% НВ 2550 м<sup>3</sup>/га, на варианте с предполивной влажностью 70% НВ – 2650 м<sup>3</sup>/га и на варианте с предполивной влажностью 80% НВ – 2700 м<sup>3</sup>/га.

Таблица 5

**Режим орошения сои за вегетационный период 2017 г.**

Вариант	Сроки посева/уборки	Режим орошения сои по фазам роста						Общее количество поливов
		посев – цветение (A1)		цветение – начало плодообразования (A2)		начало плодообразования – созревание (A3)		
		дата полива	поливная норма, м <sup>3</sup> /га	дата полива	поливная норма, м <sup>3</sup> /га	дата полива	поливная норма, м <sup>3</sup> /га	
60% НВ	23.05/ 11.09	08.06	350	26.06	400	25.07	450	5
				08.07	400	08.08	500	
70% НВ		08.06	300	23.06	350	29.07	400	6
			350	04.07	350	09.08	400	
				16.07	400			
80% НВ		08.06	250	26.06	300	01.08	300	8
		18.06	300	04.07	300	10.08	300	
				12.07	300			
				22.07	300			

Таблица 6

**Режим орошения сои за вегетационный период 2018 г.**

Вариант	Сроки сева/уборки	Режим орошения сои по фазам роста						Общее количество поливов
		посев – цветение (A1)		цветение – начало плодообразования (A2)		начало плодообразования – созревание (A3)		
		дата полива	поливная норма, м <sup>3</sup> /га	дата полива	поливная норма (м), м <sup>3</sup> /га	дата полива	поливная норма, м <sup>3</sup> /га	
60% НВ	20.05/ 10.09	01.06	350	08.07	450	07.08	500	6
		13.06	400	24.07	450			
		24.06	400					
70% НВ		01.06	300	04.07	400	27.07	400	7
		12.06	350	16.07	400	08.08	400	
		22.06		400				
80% НВ		01.06	300	29.06	300	01.08	300	9
		10.06	300	06.07	300	09.08	300	
		19.06	300	15.07	300			
			23.07	300				

На всех вариантах с орошением в 2018 г. уровень влажности ниже оптимального значения не опускался.

Во всех изучаемых вариантах в исследованиях по разработке режимов орошения поливы проводили дождеванием. Поливные



нормы рассчитывали на увлажнение слоя почвы 0,5 м и принимали от 250 до 500 м<sup>3</sup>/га в зависимости от уровня предполивной влажности почвы, фазы развития растений и особенностей погодных условий.

### Выводы

1. Лугово-черноземные почвы по своим водно-физическим и агрохимическим свойствам пригодны для возделывания сои на зерно.

2. Климатические условия засушливой Приалейской степи не способствуют получению высоких и устойчивых урожаев сои без регулярного орошения, так как они характеризуются малым количеством осадков и высокими температурами воздуха в вегетационный период.

3. Вода из р. Алей обладает нейтральной и слабощелочной реакцией среды (рН 7,0-7,5), минерализация 0,33-0,42 г/л характеризует воды как пресные и пригодные для орошения без ограничений.

### Библиографический список

1. Костяков, А. Н. Основы мелиораций / А. Н. Костяков. – Москва: Госиздат, 1960. – 622 с. – Текст: непосредственный.

2. Бородычев, В. В. Возделывание сои на зерно на орошаемых землях Нижнего Поволжья / В.В. Бородычев, М.Н. Лытов. – Текст: непосредственный // Вопросы мелиорации. – 2000. – № 78. – С. 58-64.

3. Беликов, И. Ф. Внекорневая подкормка сои / И. Ф. Беликов, А. И. Чуб [и др.]. – Текст: непосредственный // Зернобобовые культуры. – 1965. – № 2. – С. 13.

4. Бабич, А. А. Соя на корм / А. А. Бабич. – Москва: Колос, 1974. – 110 с. – Текст: непосредственный.

5. Балакай, Г. Т. Соя на орошаемых землях / Г. Т. Балакай. – Москва: ГУ ЦНТИ Ме-

лиоводинформ, 1999. – 138 с. – Текст: непосредственный.

6. Посыпанов, Г. С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха: справочное пособие / Г. С. Посыпанов. – Москва: Агропромиздат, 1991. – 299 с. – Текст: непосредственный.

7. Руднева, Л. В. Пути повышения эффективности и экологической безопасности орошения в Калмыкии / Л. В. Руднева. – Текст: непосредственный // Мелиорация и водное хозяйство. – 2000. – № 2. – С. 42.

8. Снеговой, П. С. Эффективность орошения и диагностика поливов сои на юге УССР: автореферат диссертации на соискание ученой кандидата сельскохозяйственных наук / Снеговой П. С. – Одесса, 1967. – 30 с. – Текст: непосредственный.

9. Кружилин, И. П. Эффективность орошения различных сортов сои в Ростовской области / И. П. Кружилин, В. И. Сахнова. – Текст: непосредственный // Труды НИМИ – вопросы орошения. – Новочеркасск, 1973. – Т. 13, Вып. 4. – С. 97.

10. Астапов, С. В. Мелиоративное почвоведение (практикум) / С.В. Астапов. – Сельхозиздат, 1968. – 412 с. – Текст: непосредственный.

11. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 416 с. – Текст: непосредственный.

12. Качинский, Н. А. Физика почв / Н. А. Качинский. – Москва: Высшая школа, 1970. – 340 с. – Текст: непосредственный.

13. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – Москва: Изд-во МГУ, 1961. – 340 с. – Текст: непосредственный.

14. Алпатьев, А. М. О методах расчета потребности в воде культурных фитоценозов

в связи с развитием орошения в СССР / А. М. Алпатьев. – Москва: СССР, 1974. – 230 с. – Текст: непосредственный.

15. Агроклиматические ресурсы Алтайского края. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1971. – 156 с. – Текст: непосредственный.

16. Ковда, В. А. Почвенный покров (его происхождение и использование) / В. А. Ковда. – Москва: Наука 1981. – 181 с. – Текст: непосредственный.

### References

1. Kostyakov A.N. Osnovy melioratsiy. – Moskva, Gosizdat, 1960. – 622 s.

2. Borodychev V.V., Lytov M.N. Vozdeleyvanie soi na zerno na oroshaemykh zemlyakh Nizhnego Povolzhya // Voprosy melioratsii. – 2000. – No. 78. – S. 58-64.

3. Belikov I.F., Chub A.I. i dr. Vnekornevaya podkormka soi // Zernobobovye kultury. – 1965. – No. 2. – S. 13.

4. Babich A.A. Soya na korm. – Moskva: Kolos, 1974. – 110 s.

5. Balakay G.T. Soya na oroshaemykh zemlyakh. – Moskva: GU TsNTI Meliovodinform. – 1999. – 138 s.

6. Posypanov G.S. Metody izucheniya biologicheskoy fiksatsii azota vozdukha: sprav. posobie / G.S. Posypanov. – Moskva: Agropromizdat, 1991. – 299 s.

7. Rudneva L.B. Puti povysheniya effektivnosti i ekologicheskoy bezopasnosti

orosheniya v Kalmykii // Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo. – 2000. – No. 2. – S. 42.

8. Snegovoy P.S. Effektivnost orosheniya i diagnostika polivov soi na yuge USSR: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. – Odessa, 1967. – 30 s.

9. Kruzhilin I.P., Sakhnova V.I. Effektivnost orosheniya razlichnykh sortov soi v Rostovskoy oblasti // Trudy NIMI – voprosy orosheniya. – Novocheerkassk, 1973. – Vyp. 4. – T. 13. – С. 97.

10. Astapov S.V. Meliorativnoe pochvovedenie (praktikum). – Selkhozizdat, 1968. – 412 s.

11. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv. – Moskva: Agropromizdat, 1986. – 416 s.

12. Kachinskiy H.A. Fizika pochv. – Moskva: Vysshaya shkola, 1970. – 340 s.

13. Arinushkina E.V. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv. – Moskva, 1961. – 340 s.

14. Alpatev A.M. O metodakh rascheta potrebnosti v vode kulturnykh fitotsenozov v svyazi s razvitiem orosheniya v SSSR. – Moskva, 1974. – 230 s.

15. Агроклиматические ресурсы Алтайского края. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1971. – 156 с.

16. Kovda V.A. Pochvennyy pokrov (ego proiskhozhdenie i ispolzovanie). – Moskva: Nauka, 1981. – 181 s.