

УДК 631.675:635.2

DOI: 10.31774/2222-1816-2019-2-1-16

В. Иг. Ольгаренко, А. Н. Бабичев, В. А. Монастырский

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

ВОДНЫЙ БАЛАНС И РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ПОЙМЫ НИЖНЕГО ДОНА

Целью исследования являлось определение элементов водного баланса и режима орошения картофеля летнего срока посадки и лука репчатого в условиях поймы Нижнего Дона. Проведены полевые опыты по установлению режима орошения и водного баланса, определению влажности почвы, а также выявлению возможности совершенствования элементов оросительных сельскохозяйственных мелиораций. Поливы проводились дождевальными машинами «Фрегат» кругового действия с интенсивностью дождя 0,49 мм/мин, поливной нормой 400 кубометров на гектар на глубину 0,6 м для картофеля и 350 кубометров на гектар на глубину 0,5 м для лука репчатого. Анализ данных показывает, что обеспеченность осадками (P_n) составила 32 и 14 % соответственно для картофеля и лука. Установлено, что влагообеспеченность рассматриваемого года следует охарактеризовать как «среднюю», количество осадков (P) составило 103 и 163 мм, сумма температур 2066 и 2200 градусов Цельсия, гидротермический коэффициент Г. Т. Селянинова – 0,49 и 0,74 для картофеля и лука соответственно. Установлены фазы и сроки их наступления для рассматриваемых сельскохозяйственных культур с общей длительностью вегетационного периода, которая составила 74 и 147 сут. Было проведено пять и восемь вегетационных поливов поливной нормой 400 и 350 кубометров на гектар, оросительная норма – 2000 и 2800 кубометров на гектар соответственно для картофеля летнего срока посадки и лука репчатого. Установлена динамика влагозапасов рассматриваемых полей орошения, контрольные замеры выявили влагозапасы от 174,4 до 196,6 мм и от 152,5 до 167,4 мм при возделывании картофеля летнего срока посадки и лука репчатого соответственно.

Ключевые слова: водный баланс, режим орошения, динамика влажности почвы, картофель летнего срока посадки, лук репчатый, пойма Нижнего Дона.

V. Ig. Olgarenko, A. N. Babichev, V. A. Monastyrskiy

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

WATER BALANCE AND IRRIGATION REGIME FOR VEGETABLE CROPS IN THE LOWER DON FLOODPLAIN

The purpose of the research was to determine the elements of water balance and irrigation regime of summer planting potatoes and bulb onion under the conditions of the Lower Don floodplain. Field experiments to establish the irrigation regime and water balance, to determine the soil moisture as well as to identify the possibility of improving the elements agricultural land reclamation were carried out. The watering was carried out by central pivot sprinkling machines with rain intensity of 0.49 mm/min, irrigation rate 400 cubic meters per hectare to a depth of 0.6 m for potatoes and 350 cubic meters per hectare to a depth of 0.5 m for bulb onion. Data analysis shows the precipitation availability (P_n) of 32 and 14 % for po-

tatoes and bulb onion, correspondingly. It was determined that the moisture content of the year under review should be characterized as “average”, the amount of precipitation (P) was 103 and 163 mm, the accumulated temperatures were 2066 and 2200 degrees Celsius, G. T. Selyaninova’s hydrothermal coefficient was 0.49 and 0.74 for potatoes and bulb onion, correspondingly. The phases and terms of their occurrence for the considered crops with a total duration of the growing season of 74 and 147 days were determined. Five and eight vegetative irrigations were carried out with the irrigation norm of 400 and 350 cubic meters per hectare, the irrigation rate was 2000 and 2800 cubic meters per hectare for the summer planting potatoes and bulb onion, respectively. The dynamics of moisture reserves of the irrigation fields under consideration was determined, control measurements revealed moisture reserves from 174.4 to 196.6 mm and from 152.5 to 167.4 mm during cultivation of summer planting potatoes and bulb onion, respectively.

Keywords: water balance, irrigation regime, soil moisture dynamics, summer planting potatoes, bulb onion, Lower Don floodplain.

Введение. Приоритетной задачей мелиоративной науки и практики является научное обоснование, разработка и реализация системы мероприятий, обеспечивающих устойчивое производство сельскохозяйственной продукции с соблюдением обоснованного режима орошения и, как следствие, водного баланса орошаемой территории, что означает при соблюдении основных принципов мелиорации минимизацию антропогенного воздействия на окружающую природную среду [1–6].

Мелиоративная деятельность основывается на законах природы, обеспечивая возрождение и поддержание необходимых природно-мелиоративных процессов, позволяющих интенсифицировать биологический круговорот воды и минеральных веществ с целью получения больших и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. При этом интенсивность процессов должна соизмеряться с возможностями природного объекта и опираться на принципы обеспечения экологической устойчивости объекта [7–9].

Исследованиями ученых НИМИ им. А. К. КОРТУНОВА – филиала ФГБОУ ВО «Донской ГАУ» [10–16] установлено, что при ускоренном росте масштабов антропогенного влияния на окружающую среду – почву, воздух, поверхностные и грунтовые воды, водные объекты, флору, фауну и ландшафты – производство экологически здоровой продукции растениеводства, безвредной как для человека, так и для животных, становится все

более сложной и актуальной проблемой. В решении этой важной проблемы большое значение имеет совершенствование имеющихся и разработка новых технологических процессов планирования и оперативного регулирования водопользования в орошаемых хозяйствах и оросительных системах, расчетов их показателей [17–20].

Выбор и соблюдение надежного эксплуатационного режима орошения, его норм и сроков производится на основании определения динамики фактического водопотребления сельскохозяйственных культур. В частности, должны быть учтены биологические особенности рассматриваемых сельскохозяйственных культур, общие гидрометеорологические условия агроландшафта, агротехника и другие технические характеристики. Установление водного баланса и режима орошения сельскохозяйственных культур является важной частью современной технологии возделывания сельскохозяйственных культур, а определение их технических характеристик весьма актуальной областью исследования [21–25].

Материалы и методы. Проведены полевые опыты по установлению режима орошения и водного баланса, определению влажности почвы, а также установлению возможности совершенствования элементов оросительных сельскохозяйственных мелиораций. Все серии опытов проводились при условии создания заданного дефицита водного баланса от нормативных значений в расчетном слое почвы и (или) выполнении условия «единственного различия» при постановке и проведении полевых экспериментов. В частности, при изучении режимов орошения сроки проведения поливов, поливные нормы, оросительные нормы не изменялись, замеры проводились только на обследуемых орошаемых участках при возделывании указанных сельскохозяйственных культур.

Полевые опыты проводились в ООО «Агропредприятие «Бессергеевское» Октябрьского района Ростовской области в 2018 г.

Поливы проводились дождевальными машинами «Фрегат» кругово-

го действия с интенсивностью дождя 0,49 мм/мин, поливной нормой 400 м³/га на глубину 0,6 м для картофеля и 350 м³/га на глубину 0,5 м для лука репчатого. Опыт по установлению режимов орошения проводился по стандартной водобалансовой методике, а также методике Б. А. Доспехова, В. Н. Плешкова, Т. Н. Кононенко, В. С. Астапова, А. Н. Качинского, А. А. Роде; влажность почвы и прочие характеристики оценивались в соответствии со стандартными гостированными методиками и требованиями [21–24]. Основные показатели почвы экспериментальных участков характеризуются данными таблицы 1.

Таблица 1 – Водно-физические характеристики почвы опытного участка

Слой почвы, м	Плотность сложения почвы, г/см ³	Скважность, %	Максимальная гигроскопичность, %	НВ, в % от массы сухой почвы
0–0,1	1,21	53,3	12,41	28,07
0,1–0,2	1,22	52,7	11,62	27,61
0,2–0,3	1,24	50,9	10,96	27,82
0,3–0,4	1,26	47,3	10,33	26,56
0,4–0,5	1,27	47,2	10,32	26,11
0,5–0,6	1,28	46,9	10,32	25,02
0–0,5	1,24	51,1	11,33	27,5
0–0,6	1,25	49,7	10,99	26,8

Анализ данных показал, что в слое 0,6 м плотность сложения почвы рассматриваемого участка составила от 1,21 до 1,28 г/см³, или 1,25 г/см³ в среднем; скважность от 46,9 до 53,3 %, или 49,76 % в среднем; максимальная гигроскопичность от 10,32 до 14,41 %, или 10,99 % в среднем; НВ от 25,02 до 28,07 % от массы сухой почвы, или 26,8 % в среднем.

В целом рассматриваемые водно-физические характеристики лугово-черноземных почв характеризуются как хорошие и не требующие специальных мероприятий по их рекультивации, кроме постоянного соблюдения надлежащей культуры сельскохозяйственного землепользования.

За период вегетации картофеля и лука количество осадков (P) составило 103 и 163 мм, сумма температур ($\sum t$) 2066 и 2200 °С, влагообеспеченность орошаемых полей по гидротермическому коэффициенту Г. Т. Селя-

нинова составила 0,49 и 0,74 соответственно. Влагозапасы определялись по формуле:

$$W = 10 \cdot H \cdot \alpha \cdot \beta,$$

где W – величина влагозапасов, мм;

H – расчетный слой почвы, м;

α – плотность сложения почвы, г/см³;

β – влажность почвы, % от массы сухой почвы.

Результаты и обсуждение. Определена обеспеченность осадками рассматриваемой территории, объем данных получен по метеостанции Ростов-на-Дону (рисунок 1).

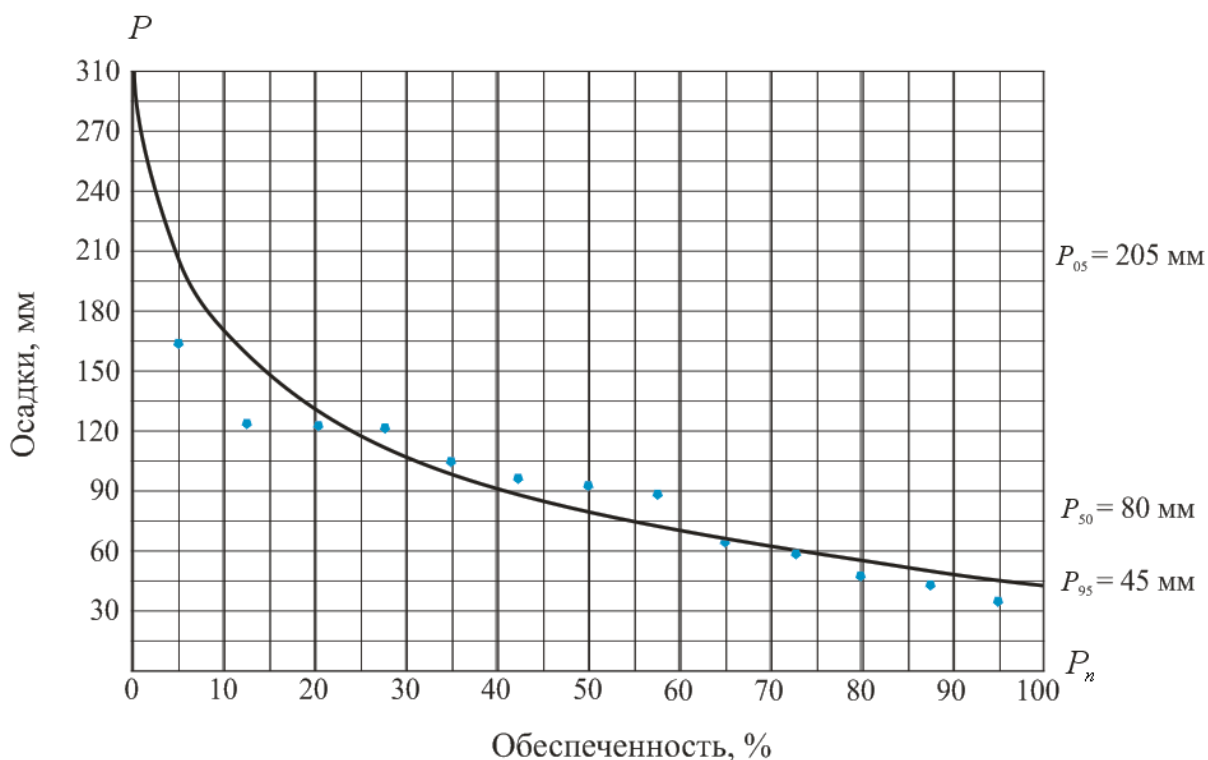


Рисунок 1 – Биноминальная кривая обеспеченности осадками рассматриваемой территории

Анализ данных показывает, что обеспеченность осадками (P_n) составила 32 и 14 % соответственно для картофеля и лука.

Характер полученных данных позволяет сделать вывод, что год по влагообеспеченности может быть рассмотрен как более влажный, однако высокие показатели температуры также должны быть учтены, поэтому

влагообеспеченность рассматриваемой территории следует охарактеризовать как «среднюю».

Количество осадков и сроки их выпадения приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Естественные осадки орошаемой территории

Дата	Осадки, мм	Дата	Осадки, мм
18.04	5,5	10.08	8,0
02.05	3,5	17.08	9,0
04.05	2,5	18.08	5,0
11.05	4,0	25.08	4,5
18.05	6,5	26.08	5,5
25.05	9,0	29.08	8,0
26.05	7,5	05.09	4,0
02.06	3,0	06.09	3,0
03.07	8,0	07.09	2,0
04.07	4,0	10.09	4,0
12.07	14,0	11.09	9,0
18.07	6,5	15.09	4,0
20.07	5,5	09.10	6,0
26.07	12,0	–	–

Продолжительность вегетационных периодов, сроки наступления основных фаз и длительность межфазных периодов рассматриваемых культур приведены в таблице 3. Режимы орошения лука репчатого и картофеля летнего срока посадки приведены в таблице 4.

Таблица 3 – Продолжительность и даты наступления основных межфазных периодов картофеля и лука репчатого

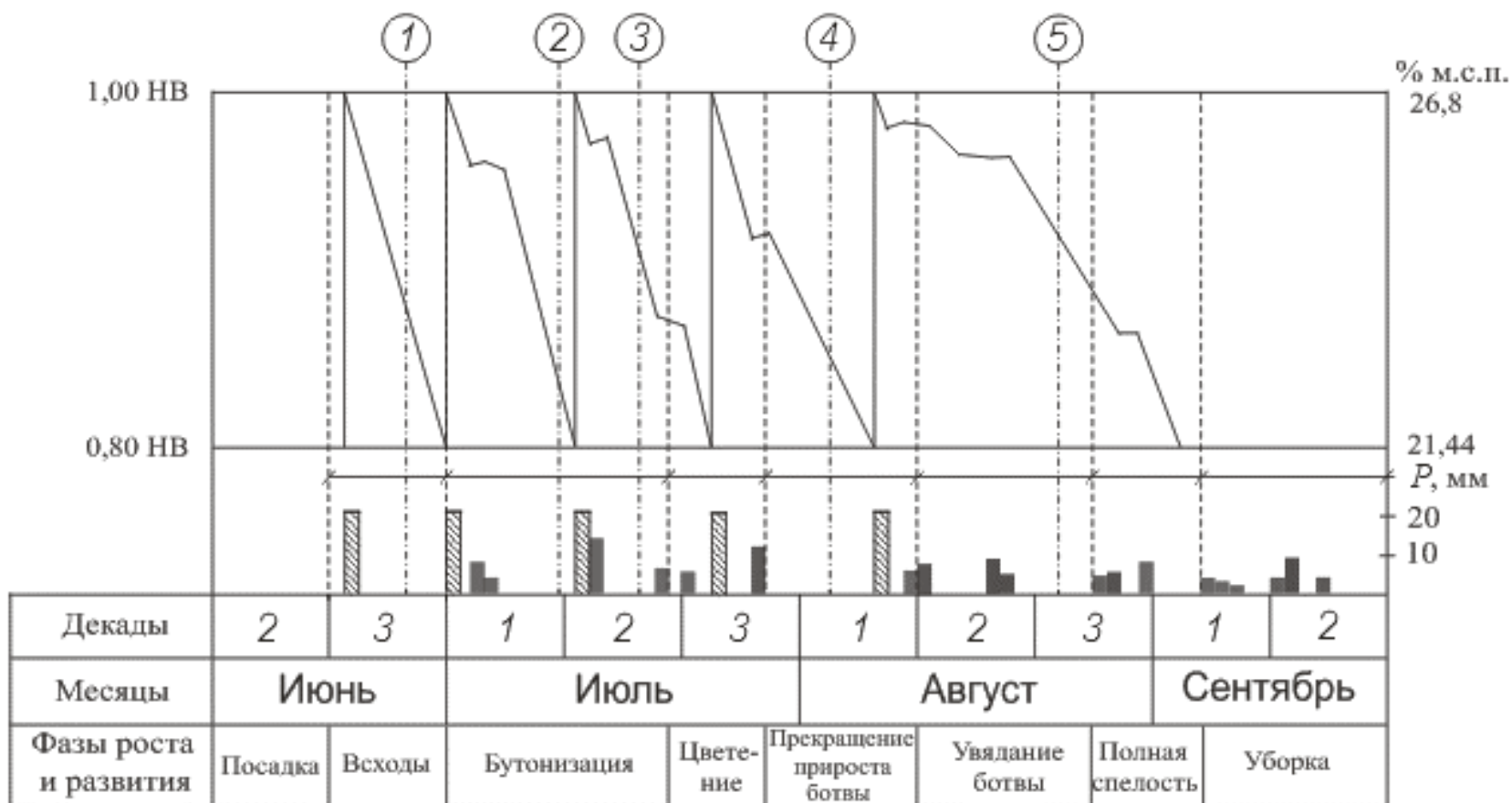
Межфазный период	Продолжительность, сут	Дата
Картофель		
Посадка – всходы	10	20.06 – 30.06
Всходы – бутонизация	19	31.06 – 18.07
Бутонизация – цветение	8	19.07 – 26.07
Цветение – прекращение прироста ботвы	13	27.07 – 09.08
Прекращение прироста ботвы – увядание ботвы	14	10.08 – 24.08
Увядание ботвы – полная спелость	10	25.08 – 03.09
Лук репчатый		
Посев – всходы	15	10.04 – 25.04
Всходы – начало формирования луковицы	35	26.04 – 29.05
Начало формирования луковицы – полегание и пожелтение листьев	41	30.05 – 10.07
Полегание и пожелтение листьев – полная спелость	56	11.07 – 08.09

Таблица 4 – Элементы режима орошения картофеля летнего срока посадки и лука репчатого

Номер полива	Дата начала полива	Поливная норма, м ³ /га
Картофель		
1	22.06	400
2	01.07	400
3	12.07	400
4	23.07	400
5	08.08	400
Лук репчатый		
1	12.04	350
2	23.04	350
3	05.05	350
4	22.05	350
5	09.06	350
6	22.06	350
7	08.07	350
8	04.08	350

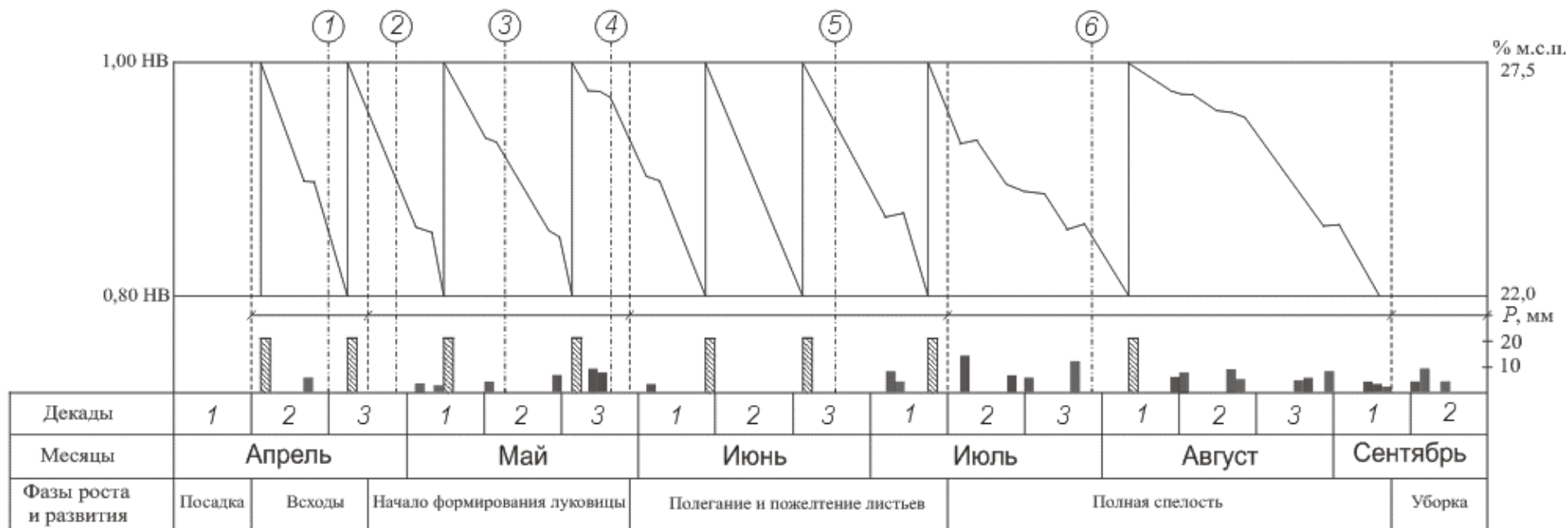
Анализ данных показывает, что для картофеля было проведено пять поливов: 22 июня, 1 июля, 12 июля, 23 июля и 8 августа; поливная норма – 400 м³/га, оросительная – 2000 м³/га. Для лука было проведено восемь поливов: 12 апреля, 23 апреля, 5 мая, 22 мая, 9 июня, 22 июня, 8 июля, 4 августа; поливная норма – 350 м³/га, оросительная – 2800 м³/га. Необходимо отметить наличие обильных осадков (46 мм) в августе, что вместе со снижением биологической потребности в воде (у картофеля фаза увядания ботвы, у лука фаза полной спелости) значительно уменьшило дефицит водного баланса и позволило восполнить величину влагозапасов естественной влагой. Динамика влажности почвы на посадках картофеля и посевах лука приведена на рисунках 2 и 3.

В период вегетации проводились фактические замеры влагозапасов почвы как при проведении полива, так и в межполивной период. Данные контрольных замеров приведены в таблице 5. Сведения об элементах водного баланса приведены в таблице 6.



— динамика изменения влажности; НВ - наименьшая влагоемкость;
 НВ в % от м. с. п. - наименьшая влагоемкость в % от массы сухой почвы;
 P - количество осадков, мм; (5) - номер проведения контрольного замера;
 ▨ - поливная норма; ■ - осадки

Рисунок 2 – Динамика влажности почвы на посадках картофеля



——— - динамика изменения влажности; НВ - наименьшая влагоемкость;
 НВ в % от м. с. п. - наименьшая влагоемкость в % от массы сухой почвы;
 P - количество осадков, мм; (5) - номер проведения контрольного замера;
 ▨ - поливная норма; ■ - осадки

Рисунок 3 – Динамика влажности почвы на посевах лука репчатого

Таблица 5 – Данные контрольных замеров влагозапасов рассматриваемых участков орошения

Номер замера	Дата замера	Влажность почвы, % от массы сухой почвы	Влагозапасы, мм
Картофель			
1	27.06.18	24,43	183,2
2	09.07.18	23,29	174,4
3	18.07.18	25,11	188,3
4	03.08.18	23,59	176,9
5	22.08.18	26,21	196,6
Лук репчатый			
1	20.04.18	24,71	153,2
2	28.04.18	25,98	161,1
3	13.05.18	26,67	165,3
4	26.05.18	26,1	161,8
5	25.06.18	27,01	167,4
6	28.07.18	24,59	152,5

Таблица 6 – Элементы водного баланса орошаемого поля картофеля и лука репчатого

В мм

Культура	Элемент водного баланса				
	Начальные влагозапасы W_H	Осадки P	Оросительная норма M	Конечные вла- гозапасы W_K	Эвапотранс- пирация ET
Карто- фель	165	103	200	144	324
Лук реп- чатый	140	140	280	119	441

Анализ данных показывает, что начальные влагозапасы (W_H) составили 165 и 140 мм, осадки (P) – 103 и 140 мм, оросительная норма (M) – 200 и 280 мм, эвапотранспирация – 324 и 441 мм соответственно для картофеля летнего срока посадки и лука репчатого.

Определение технических характеристик режима орошения должно базироваться на установлении дефицита водного баланса орошаемого сельскохозяйственного поля вместе с контролем динамики влагозапасов, осадков и общей гидрометеорологической обстановки агробиоценоза.

Выводы. Выявлено, что влагообеспеченность рассматриваемого года следует охарактеризовать как «среднюю», количество осадков (P) составило 103 и 163 мм, сумма температур ($\sum t$) 2066 и 2200 °С, гидротер-

мический коэффициент Г. Т. Селянинова – 0,49 и 0,73 для картофеля и лука соответственно.

Определены фазы и сроки их наступления для рассматриваемых сельскохозяйственных культур с общей длительностью вегетационного периода, которая составила 74 и 147 сут, было проведено пять и восемь вегетационных поливов поливными нормами 400 и 350 м³/га, оросительные нормы – 2000 и 2800 м³/га, эвапотранспирация равна 324 и 441 мм соответственно для картофеля летнего срока посадки и лука репчатого.

Установлена динамика влагозапасов рассматриваемых полей орошения; по данным контрольных замеров, влагозапасы составили от 174,4 до 196,6 и от 152,5 до 167,4 мм при возделывании картофеля летнего срока посадки и лука репчатого соответственно.

Список использованных источников

1 Ольгаренко, Г. В. Научно-техническое обеспечение программы развития мелиорации земель / Г. В. Ольгаренко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2013. – № 6. – С. 2–4.

2 Ольгаренко, Г. В. Системы сельскохозяйственного водоснабжения в современных условиях / Г. В. Ольгаренко, А. А. Алдошкин. – М., 2014. – 9 с. – Деп. в ВИНТИ Рос. акад. наук 20.11.14, № 321-В2014.

3 Корсак, В. В. Применение ГИС-анализа для оценки природных условий поливного земледелия / В. В. Корсак, Н. А. Пронько, Н. Н. Насыров // Научная жизнь. – 2014. – № 2. – С. 18–24.

4 Щедрин, В. Н. Состояние и перспективы развития мелиорации земель на юге России / В. Н. Щедрин, Г. Т. Балакай // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2014. – № 3(15). – С. 1–15. – Режим доступа: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec274-field6.pdf.

5 Щедрин, В. Н. Современное состояние и пути дальнейшего развития мелиорации в России / В. Н. Щедрин // Проблемы рационального использования природохозяйственных комплексов засушливых территорий: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. / ФГБНУ «ПНИИАЗ». – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2015. – С. 340–351.

6 Обоснование эффективности планирования технологических процессов водопользования и оперативное управление водораспределением на базе использования метода Монте-Карло / В. И. Ольгаренко, И. Ф. Юрченко, И. В. Ольгаренко, Г. Г. Костюнин, М. С. Эфендиев, В. Иг. Ольгаренко // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2018. – № 1(29). – С. 49–66. – Режим доступа: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec530-field6.pdf.

7 Юрченко, И. Ф. Исследование, создание и использование управленческих информационных технологий в сфере мелиораций / И. Ф. Юрченко, А. К. Носов, В. В. Трунин // Евразийский союз ученых. – 2014. – № 4. – С. 67–69.

8 Ольгаренко, В. И. К вопросу о модели определения эвапотранспирации с учетом изменчивости гидрометеорологических факторов / В. И. Ольгаренко, И. В. Ольга-

ренко, В. Иг. Ольгаренко // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2017. – № 4. – С. 9–14.

9 Ольгаренко, В. Иг. Дифференцированные режимы орошения и минерального питания картофеля летнего срока посадки / В. Иг. Ольгаренко // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2014. – Вып. 52. – С. 160–164.

10 Ольгаренко, И. В. Экосистемные подходы к функционированию оросительных систем / И. В. Ольгаренко, В. И. Ольгаренко, В. Иг. Ольгаренко // В мире научных открытий. – 2017. – № 1. – С. 115–130.

11 Ольгаренко, И. В. Методология функционирования экологически сбалансированных оросительных систем / И. В. Ольгаренко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2010. – № 6(27). – С. 181–187.

12 Ольгаренко, И. В. Программное обеспечение процесса планирования водопользования на оросительных системах / И. В. Ольгаренко, В. И. Селюков // Природообустройство. – 2011. – № 4. – С. 38–40.

13 Ольгаренко, И. В. Оценка качества планирования и реализации водопользования на оросительных системах / И. В. Ольгаренко // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2009. – № 4. – С. 35–37.

14 Ольгаренко, И. В. Рационализация режима орошения в условиях изменчивости гидрометеопараметров (на примере кормовой свеклы) / И. В. Ольгаренко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2009. – № 1. – С. 36–38.

15 Ольгаренко, В. И. Комплексная оценка технического уровня гидромелиоративных систем / В. И. Ольгаренко, Г. В. Ольгаренко, И. В. Ольгаренко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2013. – № 6. – С. 8–11.

16 Ольгаренко, И. В. Управление технологическими процессами на экологически сбалансированных оросительных системах / И. В. Ольгаренко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2007. – № 4. – С. 26–30.

17 Ольгаренко, В. Иг. Нормирование режимов орошения картофеля в условиях поймы Нижнего Дона / В. Иг. Ольгаренко // Мелиорация и водное хозяйство: проблемы и пути решения: материалы междунар. науч.-практ. конф. (Костяковские чтения), 29–30 марта 2016 г. – М.: Изд-во ВНИИА, 2016. – Т. 1. – С. 362–366.

18 Нормирование водопотребления сельскохозяйственных культур с учетом изменчивости гидрометеорологических условий / В. И. Ольгаренко, И. В. Ольгаренко, В. Иг. Ольгаренко, А. А. Панкарикова, М. С. Эфендиев, Г. Г. Костюнин // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2018. – № 2(30). – С. 22–40. – Режим доступа: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec544-field6.pdf.

19 Васильев, С. М. Дождевание: учеб. пособие / С. М. Васильев, В. Н. Шкура. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2016. – 352 с.

20 Васильев, С. М. Ретроспективный анализ изменения почвенно-мелиоративных условий орошаемых почв юга Ростовской области / С. М. Васильев, Ю. Е. Домашенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2016. – № 3(43). – С. 17–24.

21 Васильев, С. М. Оценка процессов деградации орошаемых земель в рамках калибровки сервисов мониторинга сельскохозяйственных земель / С. М. Васильев, Л. А. Митяева // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2016. – № 4(24). – С. 70–85. – Режим доступа: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec445-field6.pdf.

22 Васильев, С. М. Повышение экологической безопасности способов орошения для формирования устойчивых агроландшафтов в аридной зоне: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 06.01.02 / Васильев Сергей Михайлович. – Волгоград, 2006. – 35 с.

23 Управление водораспределением на открытых оросительных системах на ос-

нове гидрологической информации и агрометеопараметров / В. Н. Щедрин, С. М. Васильев, А. В. Акопян, В. В. Слабунов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2014. – № 2(34). – С. 152–158.

24 Bioclimatology and Vegetation Series in Sicily: A Geostatistical Approach [Electronic resource] / G. Bazan [et al.]. – Mode of access: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201500221956>, 2019.

25 Gallego Elvira, B. Study of evaporation from irrigation reservoirs and its mitigation by means of shade covers [Electronic resource] / B. Gallego Elvira, V. Martinez Alvarez, A. D. Baille. – Mode of access: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=AV2012097052>, 2019.

References

1 Ol'garenko G.V., 2013. *Nauchno-tekhnicheskoe obespechenie programmy razvitiya melioratsii zemel'* [Scientific and technical support for land reclamation program development]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Irrigation and Water Management], no. 6, pp. 2-4. (In Russian).

2 Ol'garenko G.V., Aldoshkin A.A., 2014. *Sistemy sel'skokhozyaystvennogo vodopobzheniya v sovremennykh usloviyakh* [Agricultural water supply systems under modern conditions]. Moscow, 9 p., deposited in VINITI Russian Academy of Sciences on 20.11.14, no. 321-B2014. (In Russian).

3 Korsak V.V., Pron'ko N.A., Nasyrov N.N., 2014. *Primenenie GIS-analiza dlya otsenki prirodnykh usloviy polivnogo zemledeliya* [Application of GIS analysis for assessing the natural conditions of irrigated agriculture]. *Nauchnaya zhizn'* [Scientific Life], no. 2, pp. 18-24. (In Russian).

4 Shchedrin V.N., Balakai G.T., 2014. *Sostoyanie i perspektivy razvitiya melioratsii zemel' na yuge Rossii* [The State and Prospects of Land Reclamation Development in the South of Russia]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii* [Scientific Journal of Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems], no. 3(15), pp. 1-15, available: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec274-field6.pdf. (In Russian).

5 Shchedrin V.N., 2015. *Sovremennoe sostoyanie i puti dal'neyshego razvitiya melioratsii v Rossii* [The current state and ways for the further development of land reclamation in Russia]. *Problemy ratsional'nogo ispol'zovaniya prirodnokhozyaystvennykh kompleksov zasushlivykh territoriy: sb. nauch. trudov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Problems of the rational use of natural resources of arid areas: Proceed. of International Scientific-Practical Conference]. Volgograd, Volgograd State Agrarian University Publ., pp. 340-351. (In Russian).

6 Ol'garenko V.I., Yurchenko I.F., Ol'garenko I.V., Kostyunin G.G., Efendiyev M.S., Ol'garenko V.Ig., 2018. *Obosnovanie effektivnosti planirovaniya tekhnologicheskikh protsessov vodopol'zovaniya i operativnoe upravlenie vodoraspredeleniem na baze ispol'zovaniya metoda Monte-Karlo* [Effectiveness substantiation of planning technological processes of water use and operating control of water distribution using the Monte-Carlo method]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii* [Scientific Journal of Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems], no. 1(29), pp. 49-66, available: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec530-field6.pdf. (In Russian).

7 Yurchenko I.F., Nosov A.K., Trunin V.V., 2014. *Issledovanie, sozdaniye i ispol'zovanie upravlencheskikh informatsionnykh tekhnologiy v sfere melioratsiy* [Research, creation and use of management information technologies in the field of land reclamation]. *Yevraziyskiy soyuz uchenykh* [Eurasian Union of Scientists], no. 4, pp. 67-69. (In Russian).

8 Ol'garenko V.I., Ol'garenko I.V., Ol'garenko V.Ig., 2017. *K voprosu o modeli opredeleniya evapotranspiratsii s uchetom izmenchivosti gidrometeorologicheskikh faktorov* [The issue of the model for determining evapotranspiration, taking into account the variability of

hydrometeorological factors]. *Modeli i tekhnologii prirodoobustroystva (regional'nyy aspekt)*. [Models and Technologies of Environmental Engineering (regional aspect)], no. 4, pp. 9-14. (In Russian).

9 Ol'garenko V.Ig., 2014. *Differentsirovannyye rezhimy orosheniya i mineral'nogo pitaniya kartofelya letnego sroka posadki* [Differentiated irrigation and mineral nutrition regimes for summer planting potatoes]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshayemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], vol. 52, pp. 160-164. (In Russian).

10 Ol'garenko I.V., Ol'garenko V.I., Ol'garenko V.Ig., 2017. *Ekosistemnyye podkhody k funktsionirovaniyu orositel'nykh sistem* [Ecosystem approaches to the functioning of irrigation systems]. *V mire nauchnykh otkrytiy* [In the World of Scientific Discoveries], no. 1, pp. 115-130. (In Russian).

11 Ol'garenko I.V., 2010. *Metodologiya funktsionirovaniya ekologicheskimi sbalansirovannykh orositel'nykh sistem* [Ecologically balanced irrigation systems operation methods]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceed. of Kuban State Agrarian University], no. 6(27), pp. 181-187. (In Russian).

12 Ol'garenko I.V., Selyukov V.I., 2011. *Programmnoye obespechenie protsessov planirovaniya vodopol'zovaniya na orositel'nykh sistemakh* [Software for water utilization planning process on irrigation systems]. *Prirodoobustroystvo* [Environmental Engineering], no. 4, pp. 38-40. (In Russian).

13 Ol'garenko I.V., 2009. *Otsenka kachestva planirovaniya i realizatsii vodopol'zovaniya na orositel'nykh sistemakh* [Assessment of the quality of planning and implementation of water use on irrigation systems]. *Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* [Bull. of Russian Academy of Agricultural Sciences], no. 4, pp. 35-37. (In Russian).

14 Ol'garenko I.V., 2009. *Ratsionalizatsiya rezhima orosheniya v usloviyakh izmenchivosti gidrometeoroparametrov (na primere kormovoy svekly)* [Rationalization of the irrigation regime under the conditions of variability of hydrometeoroparameters (on the example of fodder beet)]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Irrigation and Water Management], no. 1, pp. 36-38. (In Russian).

15 Ol'garenko V.I., Ol'garenko G.V., Ol'garenko I.V., 2013. *Kompleksnaya otsenka tekhnicheskogo urovnya gidromeliorativnykh sistem* [Comprehensive assessment of the irrigation systems technical level]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Irrigation and Water Management], no. 6, pp. 8-11. (In Russian).

16 Ol'garenko I.V., 2007. *Upravlenie tekhnologicheskimi protsessami na ekologicheskimi sbalansirovannykh orositel'nykh sistemakh* [Management of technological processes on ecologically balanced irrigation systems]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Irrigation and Water Management], no. 4, pp. 26-30. (In Russian).

17 Ol'garenko V.Ig., 2016. *Normirovanie rezhimov orosheniya kartofelya v usloviyakh poymy Nizhnego Dona* [Rationing of irrigation regimes of potatoes under the conditions of the Lower Don floodplain]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo: problemy i puti resheniya: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Kostyakovskie chteniya)* [Reclamation and water management: issues and solutions: Proceed. of International Scientific-Practical Conference (Kostyakovskiye chteniya)]. Moscow, VNIIA Publ., vol. 1, pp. 362-366. (In Russian).

18 Ol'garenko V.I., Ol'garenko I.V., Ol'garenko V.Ig., Pankarikova A.A., Efendiev M.S., Kostyunin G.G., 2018. *Normirovanie vodopotrebleniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur s uchetom izmenchivosti gidrometeorologicheskikh usloviy* [Rationing of agricultural crops water consumption taking into account the hydrometeorological conditions due to variability]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii* [Scientific Journal of Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems], no. 2(30), pp. 22-40, available: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec544-field6.pdf. (In Russian).

19 Vasil'ev S.M., Shkura V.N., 2016. *Dozhdevanie: ucheb. posobie* [Sprinkling: teaching aids]. Novocherkassk, RosNIIPM Publ., 352 p. (In Russian).

20 Vasil'ev S.M., Domashenko Yu.E., 2016. *Retrospektivnyy analiz izmeneniya pochvenno-meliorativnykh usloviy oroshaemykh pochv yuga Rostovskoy oblasti* [Retrospective analysis of changes in the soil-reclamation conditions of irrigated soils in the south of Rostov region]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa* [Bull. of Nizhnevolzhskiy Agro-University Complex], no. 3(43), pp. 17-24. (In Russian).

21 Vasil'ev S.M., Mityaeva L.A., 2016. *Otsenka protsessov degradatsii oroshaemykh zemel' v ramkakh kalibrovki servisov monitoringa sel'skokhozyaystvennykh zemel'* [Assessment of the degradation processes of irrigated lands as part of the calibration of agricultural monitoring services of agricultural lands]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii* [Scientific Journal of Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems], no. 4(24), pp. 70-85, available: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec445-field6.pdf. (In Russian).

22 Vasil'ev S.M., 2006. *Povyshenie ekologicheskoy bezopasnosti sposobov orosheniya dlya formirovaniya ustoychivyykh agrolandshaftov v aridnoy zone. Avtoreferat diss. kand. techn. nauk* [Improving the environmental safety of irrigation methods for the formation of sustainable agricultural landscapes in the arid zone. Abstract of cand. tech. sci. diss.]. Volgograd, 35 p. (In Russian).

23 Shchedrin V.N., Vasil'ev S.M., Akopyan A.V., Slabunov V.V., 2014. *Upravlenie vodoraspredeleнием na otkrytykh orositel'nykh sistemakh na osnove gidrologicheskoy informatsii i agrometeoroparametrov* [Water distribution management in open irrigation systems based on hydrological information and agrometeoroparameters]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa* [Bull. Nizhnevolzhskiy Agrouniversity Complex], no. 2(34), pp. 152-158. (In Russian).

24 Bazan G. [et al.], 2019. *Bioclimatology and Vegetation Series in Sicily: A Geostatistical Approach*, available: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201500221956>. (In English).

25 Gallego Elvira B., Martinez Alvarez V., Baille A.D., 2019. *Study of evaporation from irrigation reservoirs and its mitigation by means of shade covers*, available: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=AV2012097052>. (In English).

Ольгаренко Владимир Игоревич

Ученая степень: кандидат технических наук

Должность: старший научный сотрудник отдела управления продуктивностью орошаемых агробиоценозов

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: olgarenko_vi@mail.ru

Olgarenko Vladimir Igorevich

Degree: Candidate of Technical Sciences

Position: Senior Researcher of Department of Productivity Management of Irrigated Agrocoenosis

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: olgarenko_vi@mail.ru

Бабичев Александр Николаевич

Ученая степень: доктор сельскохозяйственных наук

Должность: ведущий научный сотрудник отдела управления продуктивностью орошаемых агробиоценозов

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: BabichevAN2006@yandex.ru

Babichev Alexander Nikolaevich

Degree: Doctor of Agricultural Sciences

Position: Leading Researcher of Department of Productivity Management of Irrigated Agrocoenosis

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: BabichevAN2006@yandex.ru

Монастырский Валерий Алексеевич

Ученая степень: кандидат сельскохозяйственных наук

Должность: старший научный сотрудник отдела управления продуктивностью орошаемых агробиоценозов

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

Monastyrskiy Valeriy Alekseyevich

Degree: Candidate of Agricultural Sciences

Position: Senior Researcher of Department of Productivity Management of Irrigated Agrocoenosis

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru