



Научная статья

УДК 631.6

doi: 10.55186/25876740_2024_67_5_613

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРИРОДОПОДОБНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РИСА В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ НА ЮГЕ РОССИИ

И.А. Приходько, М.А. Бандурин, Г.А. Молчанова

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

Аннотация. Целью исследований является повышение урожая риса обоснованных севооборотов, в которых основным предшественником является люцерна. Но она повышает плодородие почвы пропорционально урожаю зеленой массы. В природных условиях Краснодарского края хороший урожай люцерны можно получить только при орошении. Многочисленные попытки поливать люцерну затоплением приводили к частичной или полной гибели растений. Все представленные исследования по технике полива люцерны на больших спланированных чеках инженерных рисовых систем проводились в течение трех лет с 2021 по 2023 гг. в КФХ Головин Константин Викторович. В результате проведенных исследований было установлено, что при условиях рисовых систем Кубани для получения высокого урожая люцерны необходимо проводить, в зависимости от погодных условий, один или два полива за вегетацию. Результаты исследований показали, что густота стояния растений риса в варианте с экологически чистой ресурсосберегающей технологией в 1,5-2 раза выше, чем в других вариантах. Доказано, что удельная поливная струя 40-50 л/с на 1 га для условий кубанских рисовых систем является оптимальной и согласуется со скоростью впитывания и допустимым временем наличия слоя воды на поверхности или отдельных частях чека.

Ключевые слова: рис, люцерна, интенсивное впитывание, поливная норма, орошение, плодородие почвы

Благодарности: исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда и Кубанского научного фонда № 24-26-20003.

Original article

IMPROVING NATURE-LIKE TECHNOLOGIES FOR RICE CULTIVATION UNDER CLIMATE ANOMALIES IN THE SOUTHERN OF RUSSIA

I.A. Prikhodko, M.A. Bandurin, G.A. Molchanova

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

Abstract. The goal of our research is to increase rice yields in reasonable crop rotations, in which alfalfa is the main predecessor. But it increases soil fertility in proportion to the yield of green mass. In the natural conditions of the Krasnodar Territory, a good alfalfa harvest can only be obtained with irrigation. Numerous attempts to irrigate alfalfa by flooding resulted in partial or complete death of the plants. All presented studies on the technique of watering alfalfa on large planned fields of engineered rice systems were carried out over three years from 2021 to 2023 in the peasant farm of Golovin Konstantin Viktorovich. As a result of the research, it was found that under the conditions of the Kuban rice systems, in order to obtain a high yield of alfalfa, it is necessary to carry out, depending on weather conditions, one or two irrigations during the growing season. The research results showed that the density of rice plants in the option with environmentally friendly resource-saving technology is 1.5-2 times higher than in other options. It has been proven that a specific irrigation flow of 40-50 l/s per hectare is optimal for the conditions of Kuban rice systems and consistent with the rate of absorption and the permissible time for the presence of a layer of water on the surface or individual parts of the check.

Keywords: rice, alfalfa, intensive absorption, irrigation rate, irrigation, soil fertility

Acknowledgments: the research was carried out at the expense of a grant from the Russian Science Foundation and the Kuban Science Foundation № 24-26-20003.

Введение. В процессе возделывания такой культуры, как рис за счет совершенствования севооборотов, традиционно, на рисовых полях Кубани в севооборотах основной культурой выступает рис [1]. Однако его урожайность во многом зависит от грамотного внедрения в севооборот других сельскохозяйственных культур, в частности люцерны [2, 3]. Люцерна играет важную роль в повышении плодородия почвы за счет фиксации атмосферного азота и накопления органического вещества в почве [4]. Однако урожаем зеленой массы люцерны напрямую влияет на эффективность ее использования в севообороте [5]. В природных условиях Краснодарского края затруднено получение высокоурожая люцерны без орошения [6].

В зависимости от погодных условий может потребоваться проведение одного или двух поливов за вегетацию. При этом норма полива определяется влагоемкостью почвы, глубиной корнеобитаемого слоя и состоянием посевов [7]. Помимо орошения, важными факторами

повышения урожайности люцерны в севооборотах с рисом являются: использование высокопродуктивных сортов, устойчивых к болезням и вредителям; регулярные подкормки азотными и фосфорно-калийными удобрениями; проведение мероприятий по защите посевов от сорняков и вредителей [8].

Внедрение обоснованных севооборотов с включением люцерны в качестве предшественника риса позволяет повысить плодородие почвы, увеличить урожайность риса и других сельскохозяйственных культур, а также обеспечить устойчивость агроэкосистемы рисовых систем Кубани [9, 10].

Этот способ возделывания риса помогает повысить плодородие почвы за счет фиксации атмосферного азота и накопления органического вещества в почве [11].

Основная часть. Опыт передовых сельхозпроизводителей показал [12], что дальнейшее повышение урожайности риса возможно только при использовании научно обоснованной

системы севооборотов, в которых основным предшественником является люцерна. Но она повышает плодородие почвы пропорционально урожаю зеленой массы. В природных условиях Краснодарского края хороший урожай люцерны можно получить только при орошении [13]. Многочисленные попытки поливать ее затоплением приводили к частичной или полной гибели растений [14, 15].

В течение 2021-2023 гг. в КФХ Головин Константин Викторович, Краснодарского края были проведены исследования по технике полива люцерны на больших спланированных чеках инженерных рисовых систем. Ниже излагаются некоторые результаты этих исследований.

Каждый из трех лет по сумме осадков превосходил среднегодовые значения. Но даже в наиболее влажном 2023 г. июль, август и сентябрь были засушливыми, так как в течение их выпало около 5 мм осадков. В 2021 и 2022 гг. также имелись засушливые периоды, когда люцерну требовалось поливать.



Таблица 1. Водно-физические свойства почв под посевами люцерны
Table 1. Water-physical properties of soils under alfalfa crops

Глубина отбора образца, см	Объемный вес, г/см ³	Удельный вес, г/см ³	Скважность, %	Наименьшая влагоемкость, %	Влажность завядания, %
0-10	1,22	2,63	53,6	28,8	10,7
10-20	1,43	2,65	45,7	29,6	16,2
20-40	1,50	2,67	43,9	30,5	16,7
40-60	1,55	2,73	43,3	30,6	17,0
60-80	1,41	2,70	47,8	30,2	13,8
80-100	1,37	2,69	49,1	30,1	12,5
0-100	1,41	2,68	48,6	29,9	14,5

Таблица 2. Полив люцерны напуском по полосам, спланированным под горизонтальную плоскость
Table 2. Watering of alfalfa by lapping along strips planned for a horizontal plane

Размеры полос			Подача, л/сек		Время полива		Скорость добегания воды, м	Поливная норма, м ³ /га		Сброс, %	Вымочка, %	Урожай сена, ц/га
длина, м	ширина, м	площадь, га	на 1 м ширины	на 1 га	часы	минуты		брутто	нетто			
236	20	0,472	9,3	362	0	30	7,86	688	583	15,4	–	18,7
»	»	»	6,7	284	0	45	5,2	769	769	–	–	20,8
»	»	»	6,3	270	1	0	3,9	972	920	5,4	–	23,4
»	»	»	6,0	254	1	0	3,9	914	775	15,2	–	21,5
»	»	»	5,2	220	2	0	1,97	1584	1304	17,7	21,0	14,3
»	»	»	4,5	190	1	15	3,1	855	747	12,7	–	19,0
»	»	»	3,3	142	2	0	1,97	1022	1022	–	–	23,6
»	»	»	0,0	127	2	0	1,97	914	875	4,3	–	22,1
»	»	»	2,1	90	4	35	0,85	1495	1495	–	50	8,3
180	90	1,6	0,9	51,3	7	20	0,4	1296	1173	9,8	5,8	20,6
180	85	1,6	0,9	51,5	7	40	0,4	1420	1276	10,3	6,1	14,2

Почвы на участках, где велись исследования, тяжелые по механическому составу. На глубине 30-35 см залегает слитый горизонт мощностью 30-40 см, характерный для почв, на которых длительное время возделывался рис. Он отличается очень малой скоростью впитывания (0,002 м/сутки). Водно-физические свойства почвы характеризуются данными, приведенными в таблице 1.

Объемный вес и наименьшая влагоемкость (НВ) определялись в трехкратной повторности по каждому варианту. Мертвый запас или влажность завядания (ВЗ) принята равной полуторной максимальной гигроскопичности. Запас влаги, которая может быть удержана в почве, зависит от ее скважности. Она же при относительном постоянстве удельного веса может характеризоваться величиной объемного веса. Как видно из данных таблицы 1, он изменяется по глубине и увеличивается от 1,22 г/см³ в слое 0-10 см до 1,55 г/см³ — в слитом горизонте, ниже которого наблюдается снижение объемного веса. Скважность по всей почвенной толще также изменяется в больших пределах. Только в верхнем слое (0-10 см) она достигает 53,6%, а в слитом горизонте она снижается до 43,3%. Наименьшая влагоемкость с глубиной увеличивается.

На рисовых полях Кубани стержневой корень люцерны уходит на глубину до грунтовых вод. Но основная масса корней 2-го, 3-го и последующих порядков располагается в слое 0-60 см. Таким образом, слой, в котором следует поддерживать оптимальную влажность почвы, не превышает 80-100 см.

Для орошения люцерны рекомендуют поливную норму 700-1000 м³/га. На слабопроницаемых почвах рисовых систем Кубани такое количество воды можно подать напуском по полосам или по чекам. Оба эти способа были исследованы.

При поливе по полосам почва увлажняется путем вертикальной инфильтрации воды. Этот способ рекомендуется при орошении культур сплошного сева, в том числе и трав. Результаты опытов по поливу люцерны напуском по полосам, устроенным на больших спланированных чеках, представлены в таблице 2.

С увеличением струи, подаваемой на полосу, продолжительность полива сокращается, а затем кривая выравнивается (рис. 1) и уменьшение времени делается незначительным.

Так, при увеличении струи со 100 до 150 л/сек, время полива сокращается на 1 час 30 минут, а с 200 до 250 л/сек — на 30 минут. При подаче же 350 л/сек времени затрачивается только на 10 минут меньше, чем при струе в 300 л/сек.

На рисунке 2 представлен график величины урожая сена люцерны за один укос в зависимости от поливной нормы. Как видно из рисунка, наиболее высокие урожаи получены при поливной норме от 900 до 1000 м³/га; при меньшей — сборы сена снижаются из-за недостатка влаги. Если же поливная норма более 1000 м³/га — урожай падает вследствие вымокания, так как для впитывания воды требуется больше времени. А проведенные нами исследования показали: если почва находится в избыточно увлажненном состоянии более 24-36 часов, то люцерна гибнет. Лучшие результаты дали удельные поливные струи от 3 до 6 м/сек на 1 м ширины полосы. Продолжительность подачи их соответственно — от 2 до 1 часа при длине полосы

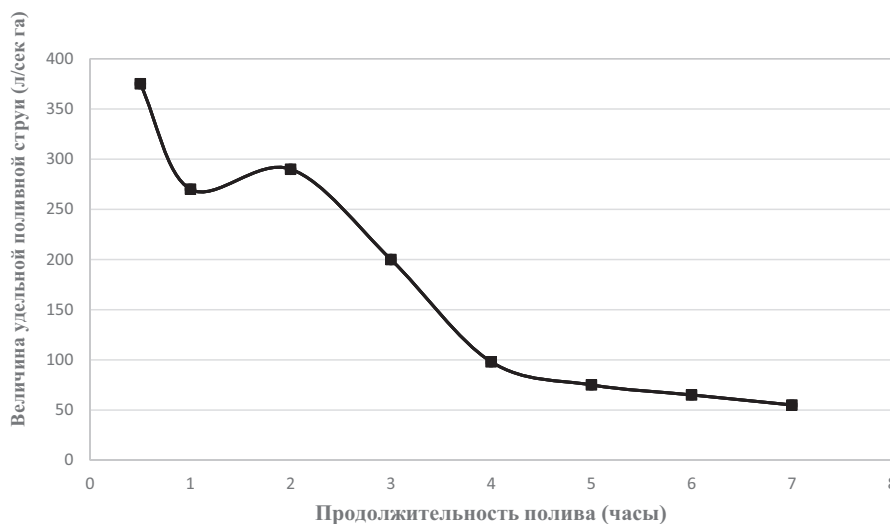


Рисунок 1. Продолжительность полива по полосам в зависимости от удельной поливной струи
Figure 1. The duration of irrigation in strips, depending on the specific irrigation stream



в 200 м, то есть при расположении ее поперек карты — от оросителя к сбросу.

Оперируя большими струями, поливальщик должен внимательно следить за продвижением воды по длине полосы и своевременно прекращать ее подачу.

Одной из важных характеристик способа полива является равномерность увлажнения орошаемой площади. Испытиями определялась влажность почвы в двух точках — в начале полосы, в 30 м от картового оросителя, и в конце ее, в 30 м от сбросного канала. Пробы через каждые 20 см брались до глубины 60 см. Результаты — средние значения влажности слоя 0-60 при трехкратной повторности — представлены в таблице 3.

Как видно из данных таблицы 3, во всех случаях почва имеет большую влажность в конце полосы. Однако разница незначительна, и можно сказать, что увлажнение получается сравнительно равномерным.

При поливе напуском по полосам сосредоточенными струями временная борозда размывается, что затрудняет распределение воды на отдельные полосы. При этом производительность снижается до 1,5-2 га за световой день. При расходах на полосу 120-140 л/сек требуется устройство дополнительных водовыпусков из оросителя. Во время полива одной полосы за счет фильтрации воды из временной сети и через пахотный горизонт под валиками она заполняет понижения не только на поливаемой, но и на соседних полосах. Образуются «блюдца». Это приводит к гибели люцерны на них в результате вымочек.

При ширине полос 20 м на валики и борозды уходит 4-5% полезной площади чека. На временной сети появляются сорняки, и за ней необходим уход, что также требует известных затрат труда.

Низкая производительность рабочего — это основной недостаток полива напуском по полосам. Более высока она при поливе затоплением чеков. К нему лучше приспособлена и оросительная сеть рисовой системы. Однако, как уже отмечалось, все попытки поливать люцерну таким способом приводят к массовой ее гибели вследствие вымокания.

Был разработан и испытан в производственных условиях метод орошения, получивший название «напуском по чекам». В отличие от обычного полива, он не создает непрерывного зеркала воды над чеком. Подача воды из дождевальных машин прекращается, когда около 2/3 площади чека покрыто движущейся водой. Оставшаяся площадь орошается в результате дальнейшего самораспределения воды по поверхности. Как только вода достигает другой стороны чека, излишки воды отводятся.

Нужно отметить также, что при поливе затоплением почва увлажняется впитыванием стоящей на чеке воды. При поливе же напуском происходит впитывание воды, движущейся по чеку. Своевременное прекращение подачи исключает переувлажнение почвы.

Для более быстрого и равномерного распределения воды важное значение имеет устройство открытой в сторону чека распределительной борозды по его периметру.

При всяком поверхностном поливе можно условно выделить 2 его части: видимую, когда с помощью каналов, борозд, труб и тому подобному вода распределяется до орошаемой площади, и скрытую, когда происходит впитывание ее.

Для получения необходимого увлажнения на нужную глубину и в определенный срок требуется строгое согласование водопроницаемости почвогрунта, величины поливной струи и продолжительности ее подачи. Определяющим фактором здесь является скорость впитывания воды данным почвогрунтом.

Для севооборотных культур режим орошения складывается из отдельных поливов. Процесс впитывания идет несколько иначе, чем при постоянном затоплении. С понижением влажности почвы появляется масса трещин. Так, при влажности 19,8% от веса сухой почвы на посевах люцерны 1-го года протяженность трещин на 1 м² была 4,6 м, а глубина их достигала 50-60 м. Наличие трещин ускоряет и делает более равномерным впитывание по глубине независимо от наличия слитого горизонта.

В исследованиях скорость впитывания определялась при предполивной влажности 65% НВ на каждом чеке в трехкратной повторности. По фактическим данным построена кривая впитывания (рис. 3).

В первый час подачи воды скорость впитывания достигает значительных величин и равна в среднем 2,2 мм/мин. В четвертом часу она снижается и имеет величину уже менее 1 мм/мин.

На рисунке 4 показана интегральная кривая впитывания (ОБ) и подачи (ОА) в условиях КФХ Головин Константин Викторович. Вода в чек идет постоянным током, поэтому поступление ее изображается прямой линией. При подаче 50 л/сек на 1 га вначале идет интенсивное впитывание. Затем скорость его уменьшается, и на поверхности почвы создается водяной слой, который обеспечивает движение воды по плоскости чека, не имеющей уклона.

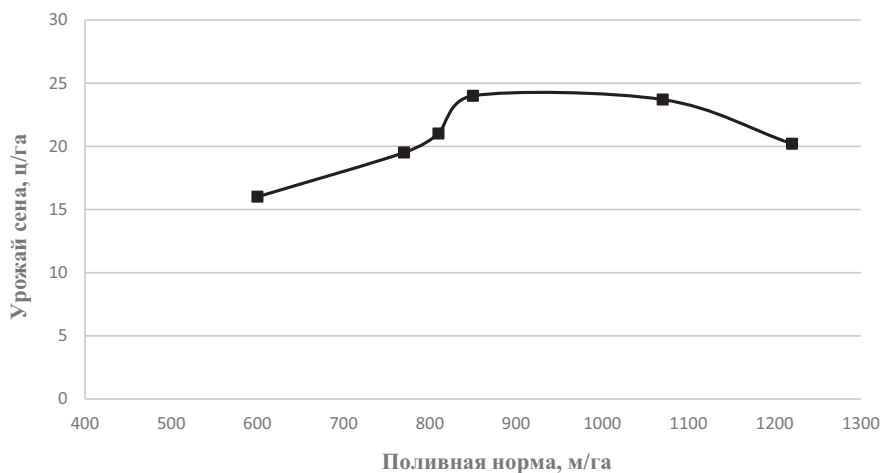


Рисунок 2. Урожай люцерны за 1 укос в зависимости от размера поливной нормы
Figure 2. Alfalfa harvest for 1 mowing depending on the size of the irrigation norm

Таблица 3. Влажность почвы в начале и в конце полосы
Table 3. Soil moisture at the beginning and end of the strip

Удельная поливная струя, л/сек-га	% сброса	Место отбора проб		Разница
		30 м от оросителя	30 м от сброса	
254	15,2	29,3	29,9	2,0
127	4,3	27,0	28,4	5,2
51,5	10,3	28,5	30,0	3,8

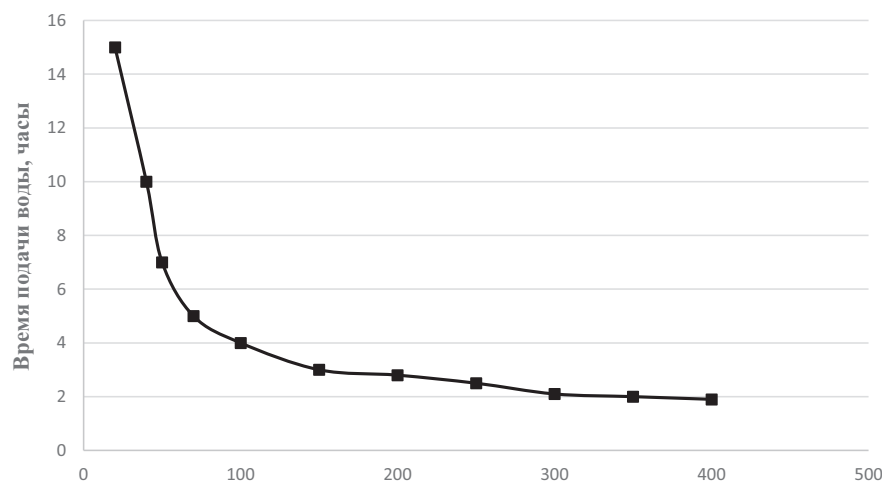


Рисунок 3. Скорость впитывания воды в почву при предполивной влажности
Figure 3. The rate of water absorption into the soil at pre-watering humidity



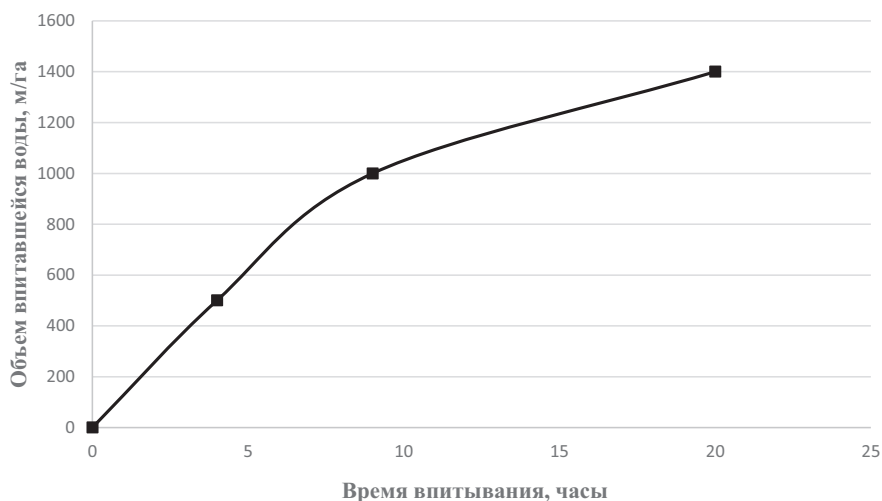


Рисунок 4. Интегральная кривая впитывания (ОБ) и подача (ОА)
Figure 4. Integral absorption curve (OB) and flow (OA)

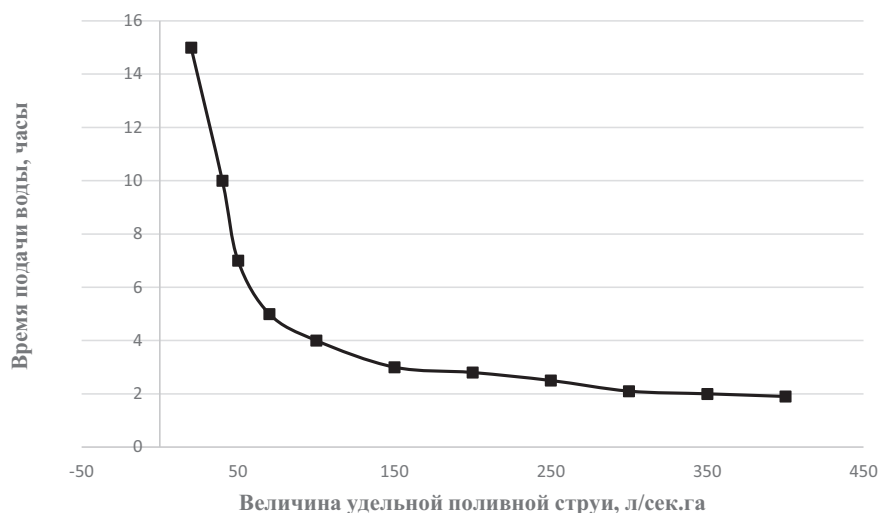


Рисунок 5. Продолжительность полива напуском по чекам в зависимости от удельной поливной струи
Figure 5. The duration of irrigation by discharge according to checks, depending on the specific irrigation jet

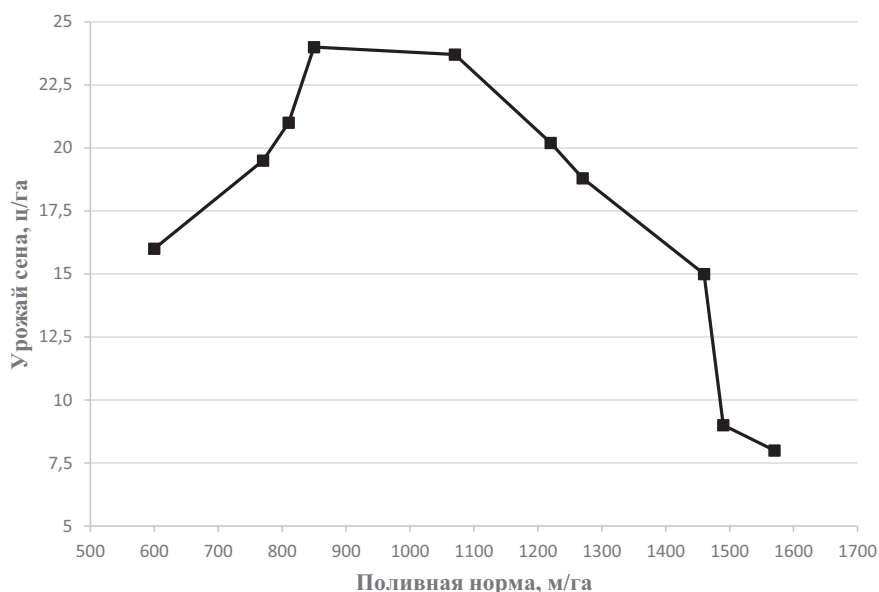


Рисунок 6. Урожай люцерны при поливе напуском по чекам в зависимости от поливной нормы
Figure 6. Alfalfa harvest during irrigation by check, depending on the irrigation rate

Как видно из рисунка 5, при струе 40-50 л/сек на 1 га продолжительность подачи поливной нормы порядка 1000 м³/га не превышает 7-8 часов. Всего, вместе с временем, необходимым для сброса лишней воды и впитывания ее в микропонижения чека, требуется 20-30 часов. При такой продолжительности полива вымочек люцерны в наших опытах не было.

В таблице 4 представлены результаты 28 опытов по поливу люцерны напуском по чекам, проведенных в 2021, 2022 и 2023 гг.

Равномерность увлажнения почвы после полива напуском по чекам определялась в трехкратной повторности путем отбора образцов в 7 точках, расположенных по диагонали чека — от оросителя к сбросу. При поливе с прекращением подачи, когда чек был полностью затоплен, неравномерность увлажнения достигла 11,9%. При поливе со сбросом 10% воды она оказалась почти такой же (11%). Лучшие результаты были получены, когда подача прекращалась после того, как водой было покрыто не более 3/4-4/5 площади чека. В этом случае неравномерность увлажнения составила 5,7%.

Большое значение для улучшения равномерности увлажнения имеет планировка чеков.

Для опытов 2021 г., охватывающих широкий диапазон поливных норм — от 638 до 1480 м³/га, составлен график связи между их величиной и урожаем (рис. 6). В этом случае имеет место зависимость, аналогичная изображенной на рисунке 2. Причем и здесь наибольшие урожаи получены при нормах порядка 900-1000 м³/га. Это объясняется тем, что почва хорошо увлажнялась на 80-90 см и корневая система проникала вглубь.

Как показали результаты опытов, при поливе напуском по полосам и по чекам в условиях кубанских рисовых систем с тяжелыми почвами оптимальной является поливная норма (нетто) порядка 900-1000 м³/га. Для участков с более легкими почвами поливная норма пока не определена, но можно предположить, что она будет большей.

Для разработанной техники полива напуском по чекам поливной режим сводился к 1-2 поливам за вегетацию в зависимости от погодных условий нормой 900-1000 м³/га. Каждый полив проводился на 5-6 день после укоса.

В 2022 г. в КФХ Головин Константин Викторович при двух поливах получен урожай зеленой массы люцерны 588 ц/га против 196 ц/га без полива. В 2023 г. при том же режиме орошения урожай составил 576 ц/га.

Выводы. В течение 2021-2023 гг. в КФХ Головин Константин Викторович проводились исследования по совершенствованию техники полива люцерны в условиях рисовых систем. В ходе опытов было установлено, что для получения максимального урожая люцерны необходимо проводить орошение по следующей схеме:

1. Предполивной период: полив за 3-5 дней до первого прорастания, что обеспечивает накопление почвенной влаги в корнеобитаемом слое и создает оптимальные условия для роста и развития растений.

2. Первый полив: проводится в фазе активного роста и прорастивания (май-июнь), когда растения нуждаются в максимальном количестве влаги.

3. Второй полив: проводится в жаркий период вегетации (август-сентябрь), когда наблюдается дефицит осадков и почвенная влага истощается.



Таблица 4. Полив люцерны напуском по чекам, спланированным под нулевой уклон
Table 4. Watering of alfalfa with an allowance according to checks planned for a zero slope

№ опыта	№ полива	Площадь чека, га	л/сек на 1 га	Время полива		Поливная норма, нетто	% сброса	Глубина промачивания, см	% вымочек	Урожай сена 1 укоса, ц/га
				час.	мин.					
2021 год										
1	1	3,65	584	3	0	1488	13,8	128	19,2	18,3
2	1	1,05	400	0	45	638	40,8	55	0	19,5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	1	1,88	227	1	30	949	18,6	80	0	23,7
4	1	2,06	180	1	50	995	16,0	90	0	23,6
5	1	151	135	1	30	744	–	60	0	21,8
6	1	2,47	130	2	50	1115	14,9	100	0	22,9
7	1	1,05	130	2	55	858	39,4	75	0	22,6
8	1	3,68	127	2	50	1178	9,0	100	2	21,8
9	2	2,08	125	2	10	817	16,2	80	0	22,3
10	1	3,58	100	2	10	690	11,7	55	0	21,7
11	1	1,67	100	2	30	750	–	60	0	21,9
12	2	3,58	50,8	7	45	1269	10	110	3,1	19,4
13	2	3,11	40,5	6	0	875	–	75	0	22,4
14	2	2,20	34,1	6	0	790	–	65	0	21,7
2022 год										
15	2	3,34	53,5	6	30	1220	–	110	–	19,9
16	2	2,53	50,1	6	0	1100	–	100	–	20,4
17	2	4,09	49,7	6	40	1200	–	100	–	18,5
18	2	3,11	48,4	6	0	1044	–	–	–	23,7
19	1	3,34	25,7	13	0	1270	7,5	100	2,8	19,2
20	–	2,53	26,7	14	0	928	27	85	40	23,6
21	1	4,09	24,6	15	0	1233	14,2	1100	8,3	19,4
2023 год										
22	1	5,72	29	8	0	745	–	65	–	20,7
23	1	5,27	31,3	7	10	808	–	75	–	21,2
24	2	4,15	39,7	6	10	885	–	80	–	21,5
25	2	6,10	27,0	8	40	847	–	75	–	21,3
26	1	6,10	27,0	9	30	925	–	85	–	23,8
27	1	5,27	31,3	7	0	1000	–	90	–	23,4
28	1	5,27	31,3	8	0	901	–	80	–	23,2

Результаты исследований показали, что густота стояния растений риса в варианте с экологически чистой ресурсосберегающей технологией в 1,5-2 раза выше, чем в других вариантах.

Установлено, что наиболее рациональным в условиях Кубани является полив напуском по чекам. Полив по полосам незначительно сокращает время полива всего чека и не исключает вымокания посевов люцерны.

Доказано, что удельная поливная струя 40-50 л/сек на 1 га для условий кубанских рисовых систем является оптимальной. Она согласуется со скоростью впитывания и допустимым временем наличия слоя воды на поверхности или отдельных частях чека.

Список источников

- Degtyareva, O.G., Safronova, T.I., Rudchenko, I.I., Prikhodko, I.A. (2019). Nonlinearity account in the foundation soils when calculating the piled rafts of buildings and constructions. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Kislovodsk, 01-05 October 2019*, vol. 698 (2). Kislovodsk: Institute of Physics Publishing, p. 022015. doi: 10.1088/1757-899X/698/2/022015. EDN THNDDL
- Приходько И.А., Парфенов А.В., Александров Д.А. Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования в рисоводстве Кубани // Научно-образовательная среда как основа развития интеллектуального потенциала сельского хозяйства регионов России: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ, Чебоксары, 22 октября 2021 г. Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2021. С. 150-152.
- Айдаров И.П., Арент К.П., Баякина В.П. и др. Мелиорация и водное хозяйство: справочник. М.: Росагропромиздат, 1990. Т. 6. 415 с.
- Приходько И.А., Бандурин М.А., Якуба С.Н. Пути решения совершенствования рационального природопользования в границах мелиоративно-водохозяйственного комплекса Нижней Кубани // Роль мелиорации в обеспечении продовольственной безопасности, Москва, 14-15 апреля 2022 г. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, 2022. С. 100-107.
- Приходько И.А., Анненко А.Д. Инновационные технологии возделывания риса в условиях Краснодарского края // Экология речных ландшафтов: сборник статей по материалам V Международной научной экологической конференции, Краснодар, 30 декабря 2020 г. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. С. 139-145.
- Владимиров С.А., Колесниченко В.В., Войтенко Д.А., Александров Д.А. Ресурсосберегающие и природоохраняющие технологии для решение экологических проблем на Кубани // Тенденции развития науки и образования. 2021. № 73-3. С. 112-115. doi: 10.18411/lj-05-2021-113
- Приходько И.А., Бандурин М.А., Степанов В.И. Задача выбора рациональных технологических операций при возделывании риса // International Agricultural Journal. 2021. Т. 64. № 5. doi: 10.24411/2588-0209-2021-10359
- Демьянов С.И., Владимиров С.А. Основные направления перехода рисоводства Кубани на экологически безопасное устойчивое производство // Инновационные решения социальных, экономических и технологических проблем современного общества: сборник научных статей по итогам круглого стола со всероссийским и международным участием, Москва, 15-16 августа 2021 г. Т. 4. М.: ООО «Конверт», 2021. С. 23-25.
- Крылова Н.Н., Иванов Н.А., Огрызко В.А. Совершенствование способа полива риса // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Студенческий научный вестник. 2019. № 2 (февраль). URL: <http://akademnova.ru/page/875550>
- Владимиров С.А., Дронов М.В., Александров Д.А. Оценка изменений водных ресурсов в бассейне реки Кубань // Актуальные вопросы аграрной науки: материалы Национальной научно-практической конференции, Ульяновск, 20-21 октября 2021 г. Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2021. С. 148-152.
- Килиди А.И., Хатхоу Е.И., Александров Д.А. Аспекты ресурсосбережения в системе водораспределения на рисовые оросительные системы Кубани // Тенденции развития науки и образования. 2021. № 71-2. С. 128-130. doi: 10.18411/lj-03-2021-67
- Бандурин М.А., Приходько И.А., Бандурина И.П. Современные методы управления поливами на оросительных системах Юга России // Научная жизнь. 2021. Т. 16. № 8 (120). С. 986-997. doi: 10.35679/1991-9476-2021-16-8-986-997





13. Кружилин И.П., Ганиев М.А., Кузнецова Н.В., Родина К.А. Водопотребление риса и удельные затраты на формирование урожая зерна при разных способах полива // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 1 (49). С. 108-117. doi: 10.32786/2071-9485-2018-02-108-117

14. Суров А.О., Владимиров С.А. Проблемы рационального использования водных и земельных ресурсов в рисоводстве // Аспирант. 2021. № 6 (63). С. 151-153.

15. Владимиров С.А., Прокопенко В.В., Александров Д.А. Ресурсосберегающие мелиорации на Кубани в условиях маловодья // Тенденции развития науки и образования. 2021. № 71-2. С. 125-127. doi: 10.18411/lj-03-2021-66

16. Владимиров С.А., Кортота Д.К., Хилько А.С., Александров Д.А. Концепция устойчивого экологического рисоводства как основа развития мелиорации // Лесная мелиорация и эколого-гидрологические проблемы Донского водосборного бассейна: материалы Национальной научной конференции, Волгоград, 29-30 октября 2020 г. Волгоград: Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, 2020. С. 247-251.

References

1. Degtyareva, O.G., Safronova, T.I., Rudchenko, I.I., Prikhodko, I.A. (2019). Nonlinearity account in the foundation soils when calculating the piled rafts of buildings and constructions. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Kislodovsk, 01-05 October 2019, vol. 698 (2). Kislodovsk: Institute of Physics Publishing, p. 022015. doi: 10.1088/1757-899X/698/2/022015. EDN THNDL

2. Prikhod'ko, I.A., Parfenov, A.V., Aleksandrov, D.A. (2021). Ehkologo-meliorativnye aspekty ratsional'nogo prirodoopozovaniya v risovodstve Kubani [Ecological and meliorative aspects of rational nature management in the Kuban rice growing]. *Nauchno-obrazovatel'naya sreda kak osnova razvitiya intellektual'nogo potentsiala sel'skogo khozyaistva regionov Rossii: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 90-letiyu FGBOU VO Chuvashskii GAU, Cheboksary, 22 oktyabrya 2021 g.* [Materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 90th anniversary of the Chuvash State Agrarian University "Scientific and educational environment as the basis for the development of the intellectual potential of agriculture in the regions of Russia", Cheboksary, October, 22, 2021]. Cheboksary, Chuvash SAU, pp. 150-152.

3. Aidarov, I.P., Arent, K.P., Bayakina, V.P. i dr. (1990). *Melioratsiya i vodnoe khozyaistvo: spravochnik* [Reclamation and water management: handbook]. Moscow, Rosagropromizdat Publ., vol. 6, 415 p.

4. Prikhod'ko, I.A., Bandurin, M.A., Yakuba, S.N. (2022). Puti resheniya sovershenstvovaniya ratsional'nogo priro-

dopol'zovaniya v granitsakh meliorativno-vodokhozyaistvennogo kompleksa Nizhnei Kubani [Ways of solving the improvement of rational nature management within the boundaries of the reclamation and water management project of the Lower Kuban]. *Rol' melioratsii v obespechenii prodovol'stvennoi bezopasnosti, Moskva, 14-15 aprelya 2022 g.* [The role of land reclamation in ensuring food security, Moscow, April, 14-50, 2022]]. Moscow, VNIIGIM, pp. 100-107.

5. Prikhod'ko, I.A., Annenko, A.D. (2021). Innovatsionnye tekhnologii vozdel'vaniya risa v usloviyakh Krasnodarskogo kraia [Innovative technologies of rice cultivation in the conditions of the Krasnodar territory]. *Ehkologiya rechnykh landshaftov: sbornik statei po materialam V Mezhdunarodnoi nauchnoi ehkologicheskoi konferentsii, Krasnodar, 30 dekabrya 2020 g.* [Collection of articles based on the materials of the V International Scientific Ecological Conference "Ecology of river landscapes", Krasnodar, December, 30, 2020]. Krasnodar, Kuban SAU, pp. 139-145.

6. Vladimirov, S.A., Kolesnichenko, V.V., Voitenko, D.A., Aleksandrov, D.A. (2021). Resursoberegayushchie i prirodokhrannye tekhnologii dlya resheniya ehkologicheskikh problem na Kubani [Resource-saving and environmental technologies for solving environmental problems in the Kuban]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya* [Trends in the development of science and education], no. 73-3, pp. 112-115. doi: 10.18411/lj-05-2021-113

7. Prikhod'ko, I.A., Bandurin, M.A., Stepanov, V.I. (2021). Zadacha vybora ratsional'nykh tekhnologicheskikh operatsii pri vozdel'vaniya risa [The task of choosing rational technological operations in rice cultivation]. *International Agricultural Journal*, vol. 64, no. 5. doi: 10.24411/2588-0209-2021-10359

8. Dem'yanov, S.I., Vladimirov, S.A. (2021). Osnovnye napravleniya perekhoda risovodstva Kubani na ehkologicheski bezopasnoe ustoychivoe proizvodstvo [The main directions of the transition of Kuban rice farming to environmentally safe sustainable production: Innovative solutions to social, economic and technological problems of modern society]. *Innovatsionnye resheniya sotsial'nykh, ehkonomicheskikh i tekhnologicheskikh problem sovremennogo obshchestva: sbornik nauchnykh statei po itogam kruglogo stola so vserossiiskim i mezhdunarodnym uchastiem, Moskva, 15-16 avgusta 2021 g.* [Innovative solutions to social, economic and technological problems of modern society: a collection of scientific articles based on the results of the round table with All-Russian and international participation]. Moscow, vol. 4, pp. 23-25.

9. Krylova, N.N., Ivanov, N.A., Ogryz'ko, V.A. (2019). Sovershenstvovanie sposoba poliva risa [Improving the method of watering rice]. *Akademiya pedagogicheskikh idei «Novatsiya». Seriya: Studencheskii nauchnyi vestnik* [Academy of Pedagogical Ideas "Innovation". Series: Student scientific bulletin], no. 2 (February). URL: <http://akademnova.ru/page/875550>

10. Vladimirov, S.A., Dronov, M.V., Aleksandrov, D.A. (2021). Otsenka izmenenii vodnykh resursov v basseine

reki Kuban' [Assessment of Changes in Water Resources in the Kuban River Basin]. *Aktual'nye voprosy agrarnoi nauki: materialy Natsional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Ulyanovsk, 20-21 oktyabrya 2021 g.* [Topical issues of agricultural science: proceedings of the National scientific and practical conference, Ulyanovsk, October, 20-21, 2021]]. Ulyanovsk, Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, pp. 148-152.

11. Kiliidi, A.I., Khatkhokhu, E.I., Aleksandrov, D.A. (2021). Aspekty resursoberezheniya v sisteme vodoraspredeleniya na risovye orositel'nye sistemy Kubani [Aspects of resource saving in the water distribution system for rice irrigation systems of the Kuban]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya* [Trends in the development of science and education], no. 71-2, pp. 128-130. doi: 10.18411/lj-03-2021-67

12. Bandurin, M.A., Prikhod'ko, I.A., Bandurina, I.P. (2021). Sovremennyye metody upravleniya polivami na orositel'nykh sistemakh Yuga Rossii [Modern methods of irrigation management in irrigation systems of the South of Russia]. *Nauchnaya zhizn'* [Scientific life], vol. 16, no. 8 (120), pp. 986-987. doi: 10.35679/1991-9476-2021-16-8-986-997

13. Kruzhilin, I.P., Ganiev, M.A., Kuznetsova, N.V., Rodina, K.A. (2018). Vodopotrebleniye risa i udel'nye zatraty na formirovaniye urozhaya zerna pri raznykh sposobakh poliva [Rice water consumption and unit costs for grain yield formation with different irrigation methods]. *Izvestiya Nizhnevolskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education], no. 1 (49), pp. 108-117. doi: 10.32786/2071-9485-2018-02-108-117

14. Surov, A.O., Vladimirov, S.A. (2021). Problemy ratsional'nogo ispol'zovaniya vodnykh i zemel'nykh resursov v risovodstve [Problems of rational use of water and land resources in rice growing]. *Aspirant*, no. 6 (63), pp. 151-153.

15. Vladimirov, S.A., Prokopenko, V.V., Aleksandrov, D.A. (2021). Resursoberegayushchie melioratsii na Kubani v usloviyakh malovod'ya [Resource-saving melioration in the Kuban in conditions of low water]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya* [Trends in the development of science and education], no. 71-2, pp. 125-127. doi: 10.18411/lj-03-2021-66

16. Vladimirov, S.A., Kortota, D.K., Khil'ko, A.S., Aleksandrov, D.A. (2020). Kontseptsiya ustoychivogo ehkologicheskogo risovodstva kak osnova razvitiya melioratsii [The concept of sustainable ecological rice farming as the basis for the development of land reclamation]. *Lesnaya melioratsiya i ehkologo-gidrologicheskie problemy Donskogo vodosbornogo basseina: materialy Natsional'noi nauchnoi konferentsii, Volgograd, 29-30 oktyabrya 2020 g.* [Materials of the National scientific conference "Forest Reclamation and ecological and hydrological problems of the Don catchment basin", Volgograd, October, 29-30, 2020]. Volgograd, FSC of Agroecology RAS, pp. 247-251.

Информация об авторах:

Приходько Игорь Александрович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4855-0434>, Scopus ID: 57214098822, Researcher ID: AAH-1647-2021, SPIN-код: 4011-7185, prikhodkoigor2012@yandex.ru

Бандурин Михаил Александрович, доктор технических наук, доцент, Заслуженный изобретатель Российской Федерации, декан факультета гидромелиорации, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0986-8848>, Scopus ID: 57201780087, SPIN-код: 6451-2467, chepura@mail.ru

Молчанова Галина Александровна, бакалавр 1 курса бакалавриата факультета гидромелиорации, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8774-7216>, galya.molchanova.05@inbox.ru

Information about the authors:

Igor A. Prikhodko, candidate of technical sciences, associate professor, head of the department of construction and operation of water facilities, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4855-0434>, Scopus ID: 57214098822, Researcher ID: AAH-1647-2021, SPIN-code: 4011-7185, prikhodkoigor2012@yandex.ru

Mikhail A. Bandurin, doctor of technical sciences, associate professor, Honored inventor of the Russian Federation, dean of the faculty of hydro-reclamation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0986-8848>, Scopus ID: 57201780087, SPIN-code: 6451-2467, chepura@mail.ru

Galina A. Molchanova, 1st year bachelor's degree of the faculty of hydro-reclamation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8774-7216>, galya.molchanova.05@inbox.ru