
МЕЛИОРАЦИЯ, ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АГРОФИЗИКА/MELIORATION, WATER MANAGEMENT AND AGROPHYSICS

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.23> EDN: IGYERN**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ НОРМ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ КРАСНОГО КЛЕВЕРА ОТ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ**

Научная статья

Пчелкин В.В.¹, Владимиров С.О.^{2,*}, Попова Е.А.³²ORCID : 0009-0009-5468-3971;³ORCID : 0000-0002-5281-4714;^{1, 2, 3} Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (vladimirov_so[at]rgau-msha.ru)

Предложена: 09.06.2026; Принята: 14.07.2026; Опубликовано: 20.07.2026

Аннотация

Цель исследований — определение закономерности изменения оросительных норм и водопотребления красного клевера от влажности почвы. Научные исследования проводились на опытных делянках и в лизиметрах с красным клевером. Показаны в табличной форме элементы водных балансов, исследуемых слоёв почвы опытных делянок и лизиметров. Установлено, что выпавшие за период роста и развития красного клевера осадки (291, 265, 421 мм), в годы исследований 2015 – 2017 гг и дефицит влажности воздуха (481, 580, 466 мб) воздействуют на величину суммарного водопотребления (311, 328, 293 мм) и оросительные нормы (59, 78, 26 мм).

Определено, что изменение количества влаги в корнеобитаемом слое почвы влияет на уровень содержания её в элементах водного баланса при выращивании красного клевера.

Получен график связи (рис. 3) влияния содержания влаги в почве на величину норм орошения. Теснота связи данных параметров составила $0,949 \pm 0,091$.

Получен график связи (рис. 4) влияния содержания влаги в почве на величину водопотребления. Теснота связи данных параметров равнозначна $0,945 \pm 0,092$.

Были определены коэффициенты, позволяющие учесть понижение влажности почвы меньше оптимальных величин. В таком случае следует применять эти коэффициенты при расчете режима орошения красного клевера.

Ключевые слова: лизиметр, поливная норма, водный баланс, водопотребление, красный клевер, влажность почвы, инфильтрация, оросительная норма.

PATTERNS IN CHANGES TO IRRIGATION RATES AND WATER CONSUMPTION BY RED CLOVER BASED ON SOIL MOISTURE

Research article

Pchelkin V.V.¹, Vladimirov S.O.^{2,*}, Popova Y.A.³²ORCID : 0009-0009-5468-3971;³ORCID : 0000-0002-5281-4714;^{1, 2, 3} Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev, Moscow, Russian Federation

* Corresponding author (vladimirov_so[at]rgau-msha.ru)

Suggested: 09.06.2026; Accepted: 14.07.2026; Published: 20.07.2026

Abstract

The aim of the study was to determine the patterns of change in irrigation rates and water consumption by red clover in relation to soil moisture. The research was carried out on experimental plots and in lysimeters planted with red clover. The water balance data for the studied soil layers of the experimental plots and lysimeters are presented in tabular form. It was established that the precipitation received during the growth and development period of red clover (291, 265, 421 mm) in the study years 2015–2017 and the air moisture deficit (481, 580, 466 mb) during the growth and development period of red clover in the 2015–2017 study years influence the total water consumption (311, 328, 293 mm) and irrigation rates (59, 78, 26 mm).

It has been established that changes in the moisture content of the root zone of the soil affect the levels of moisture in the components of the water balance during the cultivation of red clover.

A correlation graph (Fig. 3) showing the effect of soil moisture content on irrigation rates has been obtained. The correlation coefficient between these parameters was 0.949 ± 0.091 .

A correlation graph (Fig. 4) showing the effect of soil moisture content on water consumption has been produced. The correlation coefficient between these parameters is 0.945 ± 0.092 .

Coefficients have been determined to take account of soil moisture levels falling below the optimum values. In such cases, these coefficients should be applied when calculating the irrigation regime for red clover.

Keywords: lysimeter, irrigation rate, water balance, water consumption, red clover, soil moisture, infiltration, sprinkler rate.

Введение

Цель исследований — определение закономерности изменения оросительных норм и водопотребления красного клевера от влажности почвы. Научные исследования проводились на опытных делянках и в лизиметрах с красным клевером. Показаны в табличной форме элементы водных балансов, исследуемых слоёв почвы опытных делянок и лизиметров. Установлено, что выпавшие за период роста и развития красного клевера осадки (291, 265, 421 мм), в годы исследований 2015 – 2017 гг и дефицит влажности воздуха (481, 580, 466 мм) воздействуют на величину суммарного водопотребления (311, 328, 293 мм) и оросительные нормы (59, 78, 26 мм).

Определено, что изменение количества влаги в корнеобитаемом слое почвы влияет на уровень содержания её в элементах водного баланса при выращивании красного клевера.

Получен график связи (рис. 3) влияния содержания влаги в почве на величину норм орошения. Теснота связи данных параметров составила $0,949 \pm 0,091$.

Получен график связи (рис. 4) влияния содержания влаги в почве на величину водопотребления. Теснота связи данных параметров равна $0,945 \pm 0,092$.

Были определены коэффициенты, позволяющие учесть понижение влажности почвы меньше оптимальных величин. В таком случае следует применять эти коэффициенты при расчете режима орошения красного клевера.

Центральный район Нечерноземной зоны РФ включает в себя 12 областей, примыкающих к Московской области. Этот район наиболее развит в сельскохозяйственном отношении. Более половины земель сельскохозяйственного назначения расположены на дерново-подзолистых почвах. В этой зоне выращиваются различные кормовые культуры, в том числе и красный клевер.

Повышение производства аграрного сектора может быть достигнута при внедрении орошаемого земледелия. Разработка проектов систем орошения связана с расчетом режима полива растений, при определении которого необходимо использовать уравнения водного баланса полей. Данные литературных источников показывают, что нет закономерности изменения оросительных норм и водопотребления красного клевера от влажности дерново-подзолистой почвы. В этой связи необходимо провести научные исследования с целью получения данных закономерностей. Исследования водного баланса почв при выращивании различных культур опубликованы в работах: А.М. Алпатьев, В.П. Остапчик (1971) [1], Н.В. Данильченко (1978) [2], Н.Н. Дубенок, В.В. Бородычев, Р.А. Чечко (2017) [3], А.Н. Костяков (1960) [4], A.S. Ovchinnikov, V.V. Borodychev, M.N. Lytov, V.S. Bocharnikov, S.D. Fomin, O.V. Bocharnikova, E.S. Vorontsova (2016) [5], В.В. Пчелкин, С.О. Владимиров, Д.И. Зяблицев, Абдель Таваб [6], Пчелкин В.В., Кожанов Е.С. (1985) [7], Х.М. Сафин, А.Д. Лукманова, Н.А. Зотова (2016) [8], С.И. Харченко (1975) [9] и др. За рубежом вопросами водного баланса почв занимались А.Е. Badr, G.A. Bakeer, M.T. El-Tantawy (2006) [10], Н.М. Eid, N.G. Ainer, M.A. Met wally (1987) [11], Klatt F. [12], R. Evett Steven, C. Kenneth, C. Stone, Robert. Schwartz, A. Susan, Д. О'Shaughnessy, D. Paul, K. Colaiz zi, Scott [13], Т.К. Zin El-Abedin 2006 [14] и др.

С целью получения взаимосвязи между оросительными нормами, водопотреблением красного клевера и влажностью почвы в 2015–2017 гг. была выполнена экспериментальная работа на опорно-мелиоративном пункте «Дубна» в Московской области. На основании данных исследований были выявлены закономерности изменения оросительных норм и водопотребления красного клевера от влажности дерново-подзолистой почвы в центральной части Нечерноземной зоны России.

Материалы и методы

2.1. Природная характеристика объекта исследований

Центральная часть Нечерноземной зоны характеризуется континентальным климатом с устойчиво морозной зимой и неизменно теплым летом. В этой зоне нет сильных изменений в климате. Суммарность среднесуточных температур воздуха колеблется в Московской области от 1700 до 2300°C. Время активной жизнедеятельности растительности в среднем насчитывает в Московской области 134 суток [15].

Центральная часть Нечерноземной зоны находится во влажной зоне, в которой выпадает значительное количество дождей осадков 470...670 мм. В теплый период года осадков бывает больше, чем в другие периоды. За этот период сумма дождевых осадков в Московской области составляет 280 мм.

В период вегетации растений дождевые осадки распределяются неравномерно, в этой зоне бывают бездождные периоды от 4 до 50 суток, когда сельскохозяйственные культуры испытывают недостаток влаги в почве.

Средняя температура за период роста и развития красного клевера была в 2015 — 20,2°C, а в 2016 — 18,2°C гг., 2017 — 20,2°C, а величина дождевых осадков за период вегетации красного клевера была сообразно годам 291, 265 и 421 мм. Период роста и развития красного клевера в 2015, 2017 гг. по температуре воздуха оказались жаркими, а 2016 — соответствовал норме. По количеству влаги от осадков 2015, 2016 гг. оказались засушливыми, а 2017 — соответствовал норме. Распределение почв в центральной части Нечерноземной зоны показано на рисунке 1.

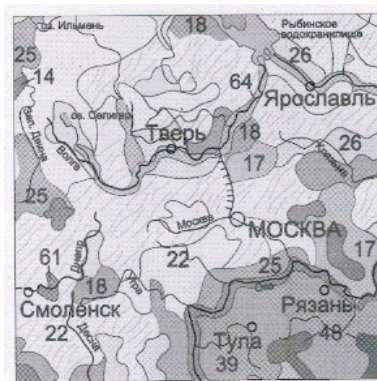


Рисунок 1 - Распределение почв в центральной части Нечерноземной зоны:

подзолистые почвы: 14 – текстурно-подзолистые иллювиально - железистые; 17 – подзолы иллювиально-гумусовые; 18 – подзолы глеевые иллювиально-гумусовые; 22 – дерново-подзолистые языковые; 25 – дерново-подзолистые глеевые; 26 – дерново-подзолы иллювиально-железистые. Серые и черноземные почвы: 39 – серые; 48 – черноземы криптоглеевые в т.ч. солонцеватые. Торфяные и аллювиальные почвы: 61 – торфяно-олиготрофные; 64 – аллювиальные светлогумусовые

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.23.1>

Примечание: по ист. [7]

Анализ различных источников свидетельствует, что дерново-подзолистые почвы имеют низкое плодородие. Содержание в них гумуса не более 0,8–2,3 %. Показатель кислотности по pH составил 5,0–6,5, наполненность водными растворами щелочи — до 80%. Мало в почве азота, фосфора и калия. Почвенный слой изобилует включением камней. Почвы опытного участка представлены средними суглинками.

Плотность частиц почвы повышается с увеличением глубины с размахом от 2,30 до 2,71 г/см³. Возрастание плотности сухой почвы по глубине соответствует 1,27...1,89 см³/см³. Коэффициент порозности почвы находится в пределах 0,45...0,36 см³/см³. Значения наименьшей влагоемкости (НВ) варьируются от 0,37 до 0,25 см³/см³. Максимальная гигроскопичность наблюдалась в диапазоне от 0,02 до 0,07 см³/см³. Коэффициент фильтрации (Кф) с поверхности в слое 0–0,2 м соответствует 0,24 м/сут, а в слое 0,80–1,0 м — 0,41 м/сут.

Процентное содержания гумуса в почве размещается в границах от 1,10 до 3,65%, а на опытном участке в среднем — 2,3%. Показатель кислотности по pH составил 6,5–7,6. Показатель гидроксида азота в почве (NO₃) соответствует 19,9–25,3 мг/кг, аммиачной селитры (NH₄) — 6,41–13,19 мг/кг, оксида фосфора (P₂O₅) — 6,45–13,16 мг/кг, оксида калия (K₂O) 55,49–78,62 мг/кг.

2.2. Методика проведения опытов

Опыты выполнялись на делянках площадью 80 м². Каждая делянка делилась на четыре учетные площадки. Влагосодержание почвы подпитывалось с использованием дополнительного дождевания в необходимых интервалах: 1 вариант — (0,6–0,7) от полной влагоемкости (ПВ); 2 вариант — (0,7–0,8) ПВ; 3 вариант — (0,8–0,9) ПВ; 4 (контроль) — без орошения. При уменьшении влагосодержания почвы до минимального предела в период роста и развития красного клевера (1–0,6 ПВ; 2–0,7 ПВ; 3 — 0,8 ПВ) проводили увлажнение.

Ежегодно под красный клевер в почву вносили удобрения нормой N₁₂₀P₈₀K₁₂₀.

Увлажнение красного клевера в 2015...2017 гг. проводили с использованием дождевальной техники Rain Bird (модель 1812). В середине делянок монтировали водоразборные колонки, состоящие из распылителя дождя с выдвижной трубой.

Вода к водоразборным колонкам подводилась по распределительному трубопроводу диаметром 32 мм, уложенному в почвенный слой на глубину 0,5 м, к которому подсоединяли поливные трубопроводы (ПТ) диаметром 20 мм. Воду на увлажнение брали из водопровода дер. Селково. Сперва заполняли водой емкость (3 куб. м), затем из неё она направлялась по соединительной трубе к насосу, далее вода под напором поступала к водоразборным колонкам и распылителям дождя на делянках.

Замеры влажности почвы проводили влагомером TRIME-FM. Производитель IMKO GmbH — Германия. Влагосодержание почвы меряли на глубину 0,5 м дискретно с интервалами 0,1 м.

В опытах использовались водобалансовые лизиметры (см. рис. 2) для установления взаимосвязи между составными частями водного баланса зоны аэрации и получения водопотребления красного клевера. Высота лизиметра 1,8 м, диаметр 1,6 м, площадь поверхности земли под красным клевером 2,0 м². Употребленный метод сооружения лизиметра сделал возможным заполнить его единым почвенным блоком с неразделенной структурой.

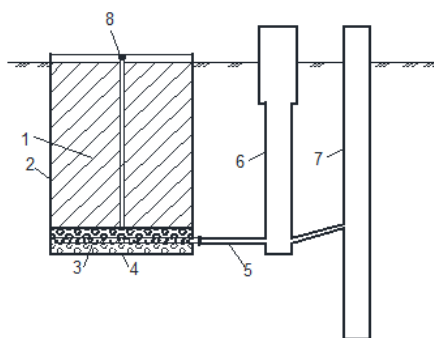


Рисунок 2 - Схема конструкции лизиметра:

1 – монолит почвы ненарушенной структуры; 2 – металлический цилиндр; 3 – дренаж внутри поддона; 4 – корпус поддона; 5 – соединительная труба; 6 – труба для измерения подпитывания зоны аэрации со стороны грунтовых вод; 7 – труба для измерения инфильтрации; 8 – труба для зонда влагомера

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.23.2>

Результаты проведенных исследований показывают, что в течение роста и развития клевера красного 2015–2017 гг. наблюдался нисходящий ток влаги, который увеличивался после орошения и дождевых осадков, и снижался в периоды между поливами, а также при отсутствии дождей. Моделирование грунтовых вод в лизиметрах на уровне 1,6 м от поверхности земли, привело к отсутствию восходящего тока влаги.

Сумма осадков за период роста и развития красного клевера в 2015 - 2017 гг. относительно лет исследований составила: 291, 265 и 421 мм. Величина атмосферных осадков оказало воздействие на оросительные нормы, которые за период вегетации красного клевера получились равными 59, 78 и 26 мм. Благодаря этому общий приход воды (Ос+М) относительно лет исследований составил: 350, 363 и 437 мм.

Эвапотранспирация в засушливые 2015 и 2016 гг. равна 311, 328, а в среднем 2017 — 293 мм. Переток влаги из зоны аэрации в грунтовые воды оказался равным в: 2015 г. = -54 мм, 2016 г. $q = -52$ мм, 2017 г. $q = -110$ мм.

Данные литературных источников показывают, что имеется зависимость оросительных норм и эвапотранспирации красного клевера от влажности расчетного слоя почвы.

Выполненные опыты на делянке № 3 с красным клевером в 2015–2017 гг. позволили получить новые данные по усредненной влажности почвы относительно лет исследований: 0,81 ПВ; 0,82 ПВ и 0,79 ПВ, причем величина воды, необходимая на увлажнение, получилась относительно лет исследований 59, 90, 35 мм, а эвапотранспирация 307, 324, 312 мм. На делянке № 2 влажность почвы при ее средних значениях получилась следующей 0,74 ПВ, 0,74 ПВ, 0,74 ПВ, а величина воды, используемая на увлажнение, оказалась равной относительно лет исследований 60, 74, 26 мм, а водопотребление 295, 312, 293 мм. На делянке № 1 при усредненной увлажненности почвы 0,69, 0,67, 0,62 ПВ, величина воды, используемая на увлажнение, сформировалась относительно лет исследований следующей 53, 68, 0 мм; а водопотребление 286, 305, 246 мм. На делянке без орошения увлажненность почвы расположилась относительно лет исследований следующим образом 0,62 ПВ; 0,60 ПВ; 0,57 ПВ, а эвапотранспирация показала следующие значения 262, 210, 221 мм. Анализ полученных данных доказывает, что уменьшение оросительной нормы снижает величину увлажненности почвы и в конечном счете приводит к уменьшению эвапотранспирации. Такая закономерность происходит, когда влажность почвы принимает значения 0,7 ПВ и меньше. Расхождение связано с неравномерным выпадением естественных осадков и неодинаковыми значениями недостатка насыщения воздуха, влияющими на величину водопотребления красного клевера и в конечном счете на оросительные нормы в 2015...2017 гг.

Поддержание влаги в почве на уровне 0,7-0,8 ПВ создает условия оптимизации оросительных норм и эвапотранспирации при выращивании красного клевера. Возрастание влажности почвы более 0,8 ПВ ведет к снижению значений количества воды, подаваемое при поливах на 1 га за вегетацию и эвапотранспирации, что вызвано уменьшением продуктивности красного клевера.

Суммарное водопотребление выступает в качестве важнейшей расходной части водного баланса активного пласта почвы. Необходимо признать, что глубокое залегание грунтовых вод формирует переток влаги из активного пласта почвы в подстилающие этот пласт слои. Это ведет к повышению количества воды, подаваемого при поливах на 1 га за вегетацию. Пренебрежение инфильтрацией может повысить оросительную норму и, как следствие, увеличить сброс влаги в более низкие слои почвы. Согласно данным проведенных исследований следует, подъём увлажненности активного пласта почвы, приводит к повышению количества воды, подаваемое при поливах на 1 га за вегетацию (см. рис. 3).

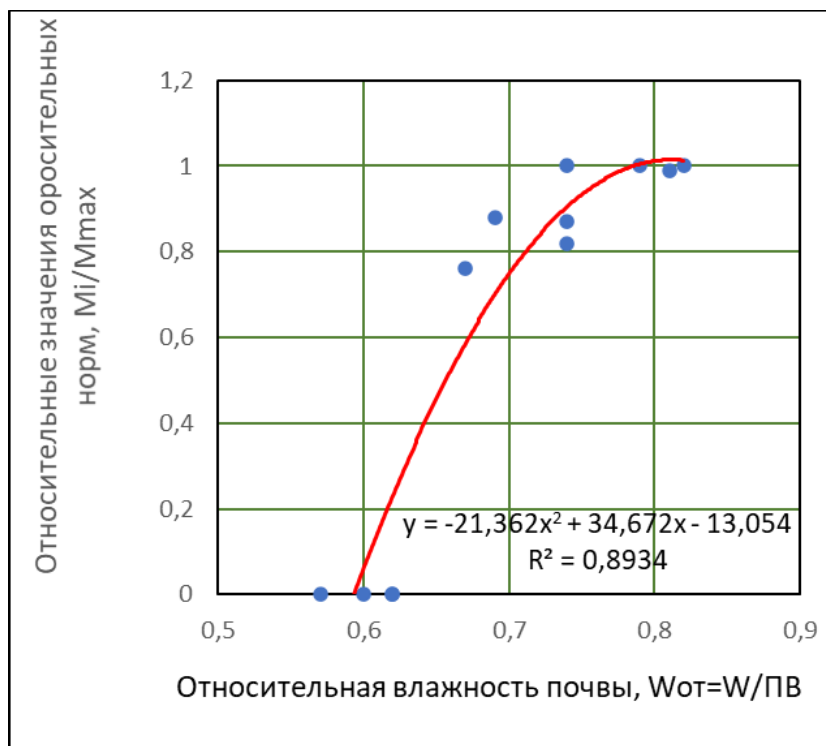


Рисунок 3 - Зависимость оросительных норм красного клевера от влажности расчетного слоя почвы
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.23.3>

Теснота взаимодействие оросительных норм (M_i/M_{max}) красного клевера с влажностью почвы составляет $0,949 \pm 0,0913$.

Результаты и их обсуждение

Научные исследования в лизиметрах, выполненные на дерново-подзолистых почвах, дали возможность выявить связь между составными частями водного баланса зоны аэрации. Научные опыты, осуществленные на экспериментальных делянках при дифференцированной влажности почвы, выявили взаимосвязь между составными частями водного баланса в толще почвы 0–50 см. Составные части водного баланса в почвенном объеме лизиметра во время роста и развития красного клевера при наиболее благоприятной влажности почвы за 2015...2017 гг. показаны в таблице 1, на опытных делянках — в таблице 2.

Таблица 1 - Составные части водного баланса в почвенном объеме лизиметра во время роста и развития красного клевера при наиболее благоприятной влажности почвы за 2015...2017 гг

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.23.4>

Лизиметр 2015 год (мм/дек)								
Месяц	Декады	W_n	W_k	ΔW	Ос	М	q	Еф
Май	3	467	473	6	39	2	10	25
Июнь	1	473	466	-7	27	4	4	34
	2	466	445	-21	7	12	2	38
	3	445	438	-7	11	11	2	27
Июль	1	438	454	16	56	4	10	34
	2	454	456	2	31	0	8	21
	3	456	458	2	25	12	2	33
Август	1	458	484	26	68	2	8	36
	2	484	474	-10	14	10	2	32
	3	474	452	-22	13	2	6	31
Сумма за вегетацию				-15	291	59	54	311
Лизиметр 2016 год (мм/дек)								
Месяц	Декады	W_n	W_k	ΔW	Ос	М	g	Еф
Май	1	489	469	-20	4	2	6	20
	2	469	467	-2	18	0	2	18

Лизиметр 2015 год (мм/дек)								
	3	467	455	-12	13	2	10	17
Июнь	1	455	456	1	22	0	4	17
	2	456	461	5	37	2	6	28
	3	461	438	-23	1	16	0	40
Июль	1	438	437	-1	25	6	2	30
	2	437	452	15	63	2	14	36
	3	452	440	-12	5	20	2	35
Август	1	440	441	1	28	16	2	41
	2	441	440	-1	17	8	2	24
	3	440	452	12	32	4	2	22
Сумма за вегетацию				-37	265	78	52	328
Лизиметр 2017 год (мм/дек)								
Месяц	Декады	W _н	W _к	Δ W	Ос	М	g	Еф
Май	1	490	501	11	40	0	16	13
	2	501	500	-1	31	0	10	22
	3	500	494	-6	15	12	2	31
Июнь	1	494	499	5	25	2	2	20
	2	499	504	5	33	0	8	20
	3	504	546	42	87	0	18	27
Июль	1	546	561	15	65	0	32	18
	2	561	543	-18	26	0	12	32
	3	543	531	-12	22	2	4	32
Август	1	531	516	-15	15	4	2	32
	2	516	486	-30	12	6	2	46
	3	486	504	18	50	0	2	30
Сумма за вегетацию				-4	421	26	110	293

Таблица 2 - Составные части водного баланса на опытных делянках во время роста и развития красного клевера при наиболее благоприятной влажности почвы за 2015...2017 гг

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.23.5>

Варианты	М (мм)	Ос (мм)	q (мм)	Δ W (мм)	W/ПВ	Еф (мм)
2015 год (мм/дек)						
Делянка 1	53	291	54	4	0,69	286
Делянка 2	60	291	50	6	0,74	295
Делянка 3	59	291	51	-8	0,81	307
Контроль	0	291	42	-13	0,62	262
2016 год (мм/дек)						
Делянка 1	68	265	44	-16	0,67	305
Делянка 2	74	265	44	-17	0,74	312
Делянка 3	90	265	46	-15	0,82	324
Контроль	0	265	41	14	0,60	210
2017 год (мм/дек)						
Делянка 1	0	421	141	24	0,62	246
Делянка 2	26	421	110	-4	0,74	293
Делянка 3	35	421	122	22	0,79	312
Контроль	0	421	166	34	0,57	221

Зависимость эвапотранспирации красного клевера от влажности дерново-подзолистой почвы представлена на рисунке 4. Теснота данной связи равна $0,945 \pm 0,0918$. Это показывает, что уровень взаимосвязи между исследуемыми

показателями высокий. Последующее повышение влажности почвы не оказали существенного влияния на водопотребление красного клевера. Анализ результатов, представленных на графике, показывает, что с ростом влажности почвы до 0,70 ПВ увеличивается суммарное водопотребление красного клевера. Последующее возрастание влажности почвы существенного воздействия на суммарное испарение не оказывает. Значения эмпирических коэффициентов, принимающие во внимание влажность почвы, представлены в таблице 3.

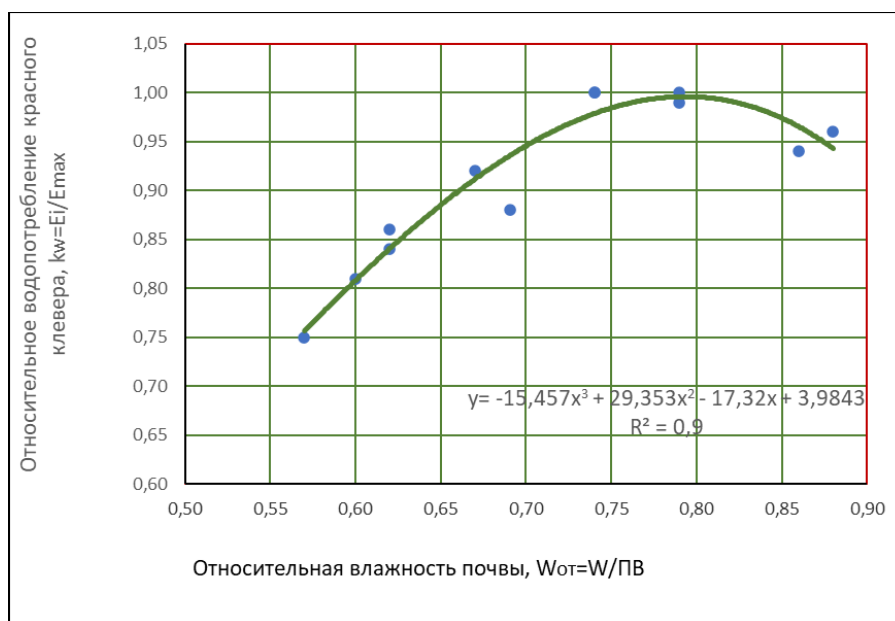


Рисунок 4 - Зависимость эвапотранспирации красного клевера от влажности дерново-подзолистой почвы (данные за 2015...2017 гг.)

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.23.6>

Таблица 3 - Эмпирические коэффициенты, принимающие во внимание влажность почвы при выращивании красного клевера

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.23.7>

Эмпирические коэффициенты, принимающие во внимание влажность почвы	Влажность почвы, % НВ
1,0	75
0,95	70
0,88	65
0,80	60
0,75	57

Коэффициенты, учитывающие понижение влажности почвы менее 70% ПВ, 65% ПВ, 60% ПВ, 55% ПВ, 50% ПВ в случае определения суммарного водопотребления красного клевера сообразно влажности почвы оказались равными 1, 0,95, 0,88, 0,80, 0,75. Из табл. 1–3 видно, теснота связи изучаемых показателей, изображенная на рисунках 3, 4, допускает применение полученных коэффициентов (табл. 3) при нахождении эвапотранспирации красного клевера, а также при расчете поливного режима исследуемой культуры.

Заключение

Для обеспечения стабильного и эффективного производства кормовых культур для животноводства в Нечерноземной зоны России следует использовать орошение земель. Для полива следует применять дождевание. В условиях Нечерноземной зоны была получена закономерность изменения оросительных норм и суммарного водопотребления красного клевера от увлажнённости почвы. Плотность связи норм орошения с влажностью почвы равна $0,997 \pm 0,032$, а суммарного водопотребления с влажностью почвы $0,992 \pm 0,052$. Причём определены коэффициенты, позволяющие учесть понижение влажности почвы меньше оптимальных величин. В таком случае следует применять эти коэффициенты при расчете режима орошения красного клевера. На основании выполненного научного исследования была установлена закономерность изменения оросительных норм и водопотребления красного клевера от влажности почвы. Организациям по проектированию оросительных систем следует использовать коэффициенты, принимающие во внимание снижение влажности почвы, при расчете режима орошения красного клевера. Фермерам предлагается применять в практической деятельности данные эксперимента при эксплуатации



гидромелиоративных систем. В дальнейшем предполагаем начать проведение опытов с другими растениями и иными способами полива.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Алпатьев А.М. К обоснованию формирования поливных норм с использованием биоклиматического метода расчета суммарного испарения / А.М. Алпатьев, В.П. Остапчик // Мелиорация и водное хозяйство. — 1971. — Вып. 19. — С. 13–17.
2. Данильченко Н.В. Методические особенности расчета оросительных норм с.-х. культур в НЧЗ РСФСР / Н.В. Данильченко / Техника и технология механизированного орошения. — Москва: Колосс, 1982. — С. 177–186.
3. Бородычев В.В. Малоинтенсивное дождевание картофеля в Нижнем Поволжье: монография / В.В. Бородычев, Р.А. Чечко, Н.Н. Дубенок. — Москва: Проспект, 2017. — 176 с.
4. Костяков А.Н. Основы мелиорации / А.Н. Костяков. — Москва: Сельхозгиз, 1960. — С. 54–66.
5. Ovchinnikov A.S. Optimum control model of soil water regime under irrigation / A.S. Ovchinnikov, V.V. Borodychev, M.N. Lytov [et al.] // Bulgarian Journal of Agricultural Science. — 2018. — № 24 (5). — P. 909–913.
6. Пчелкин В.В. Расчет суммарного испарения на пойменных землях / В.В. Пчелкин, Ю.Н. Никольский, Н.П. Бунина // Режим и техника орошения сельскохозяйственных культур. — Москва, 1982. — С. 128–136.
7. Пчелкин В.В. Режим увлажнения кормовой свеклы на осушаемых минеральных пойменных землях / В.В. Пчелкин, Е.С. Кожанов / Вопросы совершенствования мелиоративных систем. — Москва, 1985. — С. 3–7.
8. Сафин Х.М. Оптимизация режима орошения люцерны на сено в почвенно-климатических условиях Башкортостана / Х.М. Сафин, А.Д. Лукманова, Н.А. Зотова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. — 2016. — № 1. — С. 3–7. — URL: <https://rucont.ru/efd/391422> (дата обращения: 28.07.2021).
9. Харченко С.И. Управление водным режимом на мелиорируемых землях в Нечерноземной зоне / С.И. Харченко. — Москва: Гидрометеиздат, 1987. — С. 206–208.
10. Badr A.E. Sprinkler and trickle irrigation affected by climatic conditions in upper Egypt / A.E. Badr, G.A. Bakeer, M.T. El-Tantaw [et al.] // Misr J. Ag. Eng. — 2006. — № 23 (2). — P. 346–361.
11. Eid H.M. Estimation of irrigation and temoerature needs for the new pods in Egypt / H.M. Eid, N.G. Ainer, M.A. Metwally // Conf. of Agri. Sci. On food Deficiency Overcoming Through Autonomous Efforts in Egypt Mannsoura Univ. — 1987. — P. 907–914.
12. Klatt F. Die Steuerung den Beregnung nach dem Beregnungsdiagramm / F. Klatt // Z. Landeskultur. — 1967. — № 2. — S. 89–98.
13. Evett S.R. Resolving discrepancies between laboratory-determined fi eld capacity values and fi eld water content observations: implications for irrigation management / S.R. Evett, K.C. Stone, R.C. Schwartz [et al.] // Irrigation Science. — 2019. — Vol. 37. — P. 751–759.
14. Zin El-Abedin T.K. Improving moisture distribution pattern of subsurface drip irrigation in sandy soil by using synthetic soil conditioner / T.K. Zin El-Abedin // Misr J. Ag. Eng. — 2006. — № 23 (2). — P. 374–399.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Alpattev A.M. K obosnovaniyu formirovaniya polivnikh norm s ispolzovaniem bioklimaticheskogo metoda rascheta summarnogo ispareniiya [A justification for establishing irrigation rates using the bioclimatic method for calculating total evaporation] / A.M. Alpattev, V.P. Ostapchik // Melioratsiya i vodnoe khozyaistvo [Land Reclamation and Water Management]. — 1971. — Iss. 19. — P. 13–17. [in Russian]
2. Danilchenko N.V. Metodicheskie osobennosti rascheta orositelnykh norm s.-kh. kultur v NChZ RSFSR [Methodological aspects of calculating irrigation rates for agricultural crops in the North-Central Region of the RSFSR] / N.V. Danilchenko / Tekhnika i tekhnologiya mekhanizirovannogo orosheniya [Mechanised Irrigation: Equipment and Technology]. — Moscow: Koloss, 1982. — P. 177–186. [in Russian]
3. Borodichev V.V. Malointensivnoe dozhdevanie kartofelya v Nizhnem Povolzhe: monografiya [Low-intensity irrigation of potatoes in the Lower Volga region: a monograph] / V.V. Borodichev, R.A. Chechko, N.N. Dubenok. — Moscow: Prospekt, 2017. — 176 p. [in Russian]
4. Kostyakov A.N. Osnovi melioratsii [The Basics of Land Reclamation] / A.N. Kostyakov. — Moscow: Selkhozgiz, 1960. — P. 54–66. [in Russian]
5. Ovchinnikov A.S. Optimum control model of soil water regime under irrigation / A.S. Ovchinnikov, V.V. Borodychev, M.N. Lytov [et al.] // Bulgarian Journal of Agricultural Science. — 2018. — № 24 (5). — P. 909–913.



6. Pchelkin V.V. Raschet summarnogo ispareniya na poimennikh zemlyakh [Calculation of total evaporation on floodplain land] / V.V. Pchelkin, Yu.N. Nikolskii, N.P. Bunina // *Rezhim i tekhnika orosheniya selskokhozyaistvennikh kultur* [Irrigation Regimes and Techniques for Agricultural Crops]. — Moscow, 1982. — P. 128–136. [in Russian]
7. Pchelkin V.V. Rezhim uvlazhneniya kormovoi svekli na osushaemikh mineralnikh poimennikh zemlyakh [Moisture Regime of Fodder Beets on Drained Mineral Floodplain Lands] / V.V. Pchelkin, Ye.S. Kozhanov / *Voprosi sovershenstvovaniya meliorativnikh sistem* [Issues in the Improvement of Land Reclamation Systems]. — Moscow, 1985. — P. 3–7. [in Russian]
8. Safin Kh.M. Optimizatsiya rezhima orosheniya lyutserni na seno v pochvenno-klimaticheskikh usloviyakh Bashkortostana [Optimisation of the irrigation regime for alfalfa grown for hay under the soil and climatic conditions of Bashkortostan] / Kh.M. Safin, A.D. Lukmanova, N.A. Zotova // *Vestnik Izhevskoi gosudarstvennoi selskokhozyaistvennoi akademii* [Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy]. — 2016. — № 1. — P. 3–7. — URL: <https://rucont.ru/efd/391422> (accessed: 28.07.2021). [in Russian]
9. Kharchenko S.I. Upravlenie vodnim rezhimom na melioriruemikh zemlyakh v Nechernozemnoi zone [Water management on reclaimed land in the non-black Earth-zone] / S.I. Kharchenko. — Moscow: Gidrometeoizdat, 1987. — P. 206–208. [in Russian]
10. Badr A.E. Sprinkler and trickle irrigation affected by climatic conditions in upper Egypt / A.E. Badr, G.A. Bakeer, M.T. El-Tantaw [et al.] // *Misr J.Ag. Eng.* — 2006. — № 23 (2). — P. 346–361.
11. Eid H.M. Estimation of irrigation and temoerature needs for the new pods in Egypt / H.M. Eid, N.G. Ainer, M.A. Metwally // *Conf. of Agri. Sci. On food Deficiency Overcoming Through Autonomous Efforts in Egypt Mannsoura Univ.* — 1987. — P. 907–914.
12. Klatt F. Die Steuerung den Beregnung nach dem Beregnungsdiagramm [Controlling irrigation according to the irrigation diagram] / F. Klatt // *Z. Landeskultur* [Journal of State Agriculture]. — 1967. — № 2. — P. 89–98. [in German]
13. Evett S.R. Resolving discrepancies between laboratory-determined fi eld capacity values and fi eld water content observations: implications for irrigation management / S.R. Evett, K.C. Stone, R.C. Schwartz [et al.] // *Irrigation Science.* — 2019. — Vol. 37. — P. 751–759.
14. Zin El-Abedin T.K. Improving moisture distribution pattern of subsurface drip irrigation in sandy soil by using synthetic soil conditioner / T.K. Zin El-Abedin // *Misr J.Ag. Eng.* — 2006. — № 23 (2). — P. 374–399.