

УДК 631.6

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2023-1-60-73>

**ОРОШАЕМОЕ ЛУГОВОДСТВО И ЛИЗИМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
В ФЕДЕРАЛЬНОМ НАУЧНОМ ЦЕНТРЕ КОРМОПРОИЗВОДСТВА
И АГРОЭКОЛОГИИ ИМЕНИ В.Р. ВИЛЬЯМСА
(К 85-летию Б.И. Короткова)**

Н.Н. Гречишников, кандидат сельскохозяйственных наук

В.А. Родионов, кандидат сельскохозяйственных наук

И.А. Трофимов, доктор географических наук

ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

*141055, Россия, Московская область, г. Лобня, ул. Научный городок, корп. 1
viklizimetr@mail.ru*

**IRRIGATED MEADOW FARMING AND LYSIMETRIC STUDIES
AT THE FEDERAL WILLIAMS RESEARCH CENTER
OF FORAGE PRODUCTION AND AGROECOLOGY
(To the 85th anniversary of B.I. Korotkov)**

N.N. Grechishnikov, Candidate of Agricultural Sciences

V.A. Rodionov, Candidate of Agricultural Sciences

I.A. Trofimov, Doctor of Geographical Sciences

Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

*141055, Russia, Moscow region, Lobnya, Nauchnyi gorodok str., k. 1
viklizimetr@mail.ru*

Сельскохозяйственная мелиорация имеет огромное значение в создании и жизни травяных экосистем. Еще В.Р. Вильямс в своей книге «Луговоеводство» (1901) писал о необходимости мелиорации лугов путем осушения и орошения, что является необходимым условием получения высоких и устойчивых урожаев. В 1969 г. во ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса была принята в эксплуатацию оросительная система на площади 85 га, а в 1970 г. — осушительная система (закрытый дренаж) на площади 25 га. После организации в 1970 г. проблемной лаборатории орошаемого луговоеводства старший научный сотрудник, а позже заведующий лабораторией Б.И. Коротков проводил здесь исследования по изучению режимов орошения сенокосов и пастбищ. Б.И. Коротков родился 20 февраля 1938 г. в деревне Мордвины, Ковровского района, Владимирской области. После окончания школы в 1955–1960 гг. он обучался в Тимирязевской сельскохозяйственной академии по специальности «ученый агроном» и 5 лет работал агрономом-луговодом Владимирского треста Мелиоводстрой. В 1965–1968 гг. Б.И. Коротков поступил и успешно окончил аспирантуру ТСХА, защитил кандидатскую диссертацию по теме «Опыт использования орошаемых дождеванием культурных пастбищ в Нечерноземной зоне». Вместе со своим учителем, известным ученым Н.Г. Андреевым, Б.И. Коротков развивал тему орошения пастбищ и сенокосов Нечерноземья, в том числе и в сочетании с другими приемами интенсификации кормовых угодий, разрабатывал критерии предполивной влажности почвы, определял мощность слоя активного водообмена, поливные и оросительные нормы. Итогом их совместной научной деятельности стала книга «Оро-

шаемые и культурные пастбища» (1979 г.), в которой обобщены опыт и достижения науки в нашей стране и за рубежом. Б.И. Коротков внес существенный вклад в развитие науки и практики орошаемого луговодства. Он автор более 100 научных работ.

Ключевые слова: кормопроизводство, луговодство, сельскохозяйственная мелиорация, орошение.

Agricultural land reclamation is of great importance in the creation and life of grass ecosystems. Even V.R. Williams in his book "Meadow Farming" (1901) wrote about the need for reclamation of meadows by drainage and irrigation, which is a necessary condition for obtaining high and stable yields. In 1969, an irrigation system on an area of 85 hectares was put into operation at the V.R. Williams Forage Research Institute, and in 1970 — a drainage system (closed drainage) on an area of 25 hectares. After the organization of the problem laboratory of "Irrigated Meadow Farming" in 1970, senior researcher and later the head of the laboratory B.I. Korotkov conducted research here on the study of irrigation regimes of hayfields and pastures. He was born on February 20, 1938 in the village of Mordviny, Kovrovsky district, Vladimir region. After graduating from school, he studied in 1955–1960 at the Timiryazev Agricultural Academy (TAA) with a degree in "Scientist agronomist" and worked for 5 years as an agronomist-meadow farmer of the Vladimir Meliovodstroy Trust. In 1965–1968, B.I. Korotkov entered and successfully graduated from the graduate school of the TAA, defended his PhD thesis on the topic "The experience of using irrigated by sprinkling cultural pastures in the Non-Chernozem zone". Together with his teacher, the famous scientist N.G. Andreev, B.I. Korotkov developed the topic of irrigation of pastures and hayfields of the Non-Chernozem region, including in combination with other methods of intensification of forage lands, developed criteria for pre-irrigation soil moisture, determined the capacity of the active water exchange layer, irrigation and irrigation norms. The result of their joint scientific activity was the book "Irrigated and cultural pastures" (1979), which summarizes the experience and achievements of science in our country and abroad. B.I. Korotkov made a significant contribution to the development of science and practice of irrigated meadow farming. He is the author of more than 100 scientific papers.

Keywords: forage production, meadow farming, agricultural land reclamation, irrigation.



БОРИС ИВАНОВИЧ КОРОТКОВ
(20.02.1938 — 02.02.1997)

кандидат сельскохозяйственных наук,
заведующий лабораторией
орошаемого луговодства
и лизиметрических исследований
в 1973–1997 гг.

В жизни луговых экосистем вода имеет огромное значение. Высокие и устойчивые урожаи луговых травостоев создаются лишь при бесперебойном снабжении луговых растений водой в течение вегетационного сезона, что возможно во многих случаях только при орошении. Обеспечение растений водой определяет состав, структуру и продуктивность пастбищ и сенокосов.

Еще В.Р. Вильямс в своей книге «Луговодство» (1901) писал о необходимости мелиорации лугов путем осушения и орошения [1].

К основным источникам воды на лугах относятся атмосферные осадки, почвенно-грунтовые, поверхностные и пойменные воды. Вода влияет на растения,

микроорганизмы и другие биологические компоненты экосистем. Она воздействует непосредственно и косвенно, через изменение пищевого, теплового режимов и аэрации почвы.

Основная масса воды, поглощаемой растениями, идет на транспирацию. Она необходима для осуществления фотосинтеза и определяет водно-воздушный режим почв луговых экосистем. При сомкнутых травостоях, что характерно для лугов, на транспирацию затрачивается значительно большее количество воды, чем на испарение с поверхности почвы. Транспирация — важный фактор, регулирующий влажность приземного слоя воздуха, оказывающий влияние на многие консорты луговых трав, в том числе на организмы филлосферы, на паразитные грибы и др. [2; 3; 4].

Биологические основы потребности луговых (мезофитных) видов в орошении обосновал С.П. Смелов [5], изучая динамику побегообразования злаков. В его исследованиях было экспериментально доказано, что летняя депрессия кущения обусловлена недостаточной обеспеченностью растений влагой и элементами питания. При содержании влаги в верхнем слое почвы менее чем двойная максимальная гигроскопичность резко снижает кущение злаков — лиховеца лугового, ежи сборной, райграса пастбищного, тимофеевки луговой.

Признавая важную роль мелиорации при освоении земель, расположенных на почвах лесной зоны, имеющих признаки оглеения (заболачивания), по инициативе ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (директор М.П. Елсуков) в 1957 г. Росгипропроводхозом (Москва) было проведено почвенно-гидрологическое изыскание, составлена почвенно-мелиоративная кар-

та и проектное задание по осушению земель.

В 1966 г. проектное задание было расширено, наряду с осушением, в него добавлена организация орошения; задание утверждено директором ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса М.А. Смурыгиным.

В 1969 г. была принята в эксплуатацию оросительная система на площади 85 га (директор ЦЭБ С.И. Сычев), в 1970 г. — осушительная система (закрытый дренаж) на площади 25 га (директор ВНИИ кормов М.А. Смурыгин, директор ЦЭБ С.И. Сычев) [6].

После организации в 1970 г. проблемной лаборатории орошаемого луговодства (руководитель кандидат сельскохозяйственных наук В.Г. Игловиков, старший научный сотрудник Б.И. Коротков) были начаты исследования по изучению режимов орошения сенокосов и пастбищ.

Б.И. Коротковым [7; 8] разработаны критерии предполивной влажности почвы, определена мощность слоя активного водообмена (зона аэрации), поливные и оросительные нормы.

На больших площадях рекомендовано начинать полив при запасе влаги 80% от наименьшей влагоемкости (НВ) почвы, чтобы не допустить снижения его в конце поливного цикла менее 60% НВ, что соответствует разрыву капилляров, после чего запас влаги в почве становится труднодоступным. Необходимая глубина промачивания почвы во многом определяется составом травостоя: для злаковых травостоев — 0,3–0,5 м, для травостоя с клевером ползучим — 0,2–0,3 м, при участии люцерны — 0,3–0,4 м [9].

С учетом этих основополагающих

критериев поливные нормы в начале дождевания составляют для разных травостоев 150–350 м³ на 1 га, в конце поливного цикла увеличиваются до 300–550 м³. На основе экспериментальных данных оросительные нормы могут варьировать от 1000 до 2000 м³/га, в остро засушливый год (при 5% водообеспеченности) увеличиваются до 3000–4000 м³/га. Продуктивность злакового пастбища (ежа, овсяница, тимофеевка) при орошении зависит также от доз азотного удобрения: на фоне N₁₈₀P₆₀K₁₂₀ получено 83 ц/га СВ, на N₂₄₀P₆₀K₁₂₀ — 97 ц/га СВ; прибавка на 1 мм поливной воды — 9,1–9,4 кг СВ [10].

Установлено, что благодаря улучшению азотного питания злаковых трав вода расходуется экономнее. Коэффициент водопотребления на фоне возрастающих доз азота (180–240–360 кг/га д.в.) снижался с 550 до 470 и 440 м³ в расчете на 1 т СВ. Кроме того, для аллювиальных почв на пойменных пастбищах суммарное водопотребление злаковым травостоем (кострец + полевица гигантская) зависит от глубины грунтовых вод: при УГВ 1,5 м суммарное водопотребление составило 520 мм, при УГВ 2,0 м — 550 мм.

Усовершенствован физиологический метод диагностики потребности трав в воде на основе концентрации клеточного сока [11].

Например, концентрация клеточного сока ежи сборной 9% соответствует нижней границе влагообеспеченности, при 5% концентрации (что соответствует 70% НВ почвы) следует проводить полив. На основе испарения, дефицита влажности воздуха и биологических особенностей растений, которые отражаются в коэффициенте, предложен ме-

тод определения размеров орошения в динамике — по периодам пользования травостоем (по месяцам).

Под руководством Б.И. Короткова проведены исследования по оценке продуктивности пастбищ и сенокосов при орошении дождеванием злаковых травостоев на нормальном суходоле [12; 13], на осушаемых землях [14; 15], достигающей 8–10 тыс. корм. ед. с 1 га на фоне N₂₄₀P₉₀K₁₂₀ в Нечерноземной зоне.

По данным Н.Н. Гречишниковой [16; 17], при перезалужении культурных пастбищ, созданных на почвах средней окультуренности, в условиях двустороннего регулирования водного режима и высоком уровне питания норму высева злаковой травосмеси следует снижать в 2 раза от рекомендуемой.

При пониженных нормах высева на осушаемых дерново-подзолистых почвах Московской области при уменьшении нормы высева ежово-овсяничево-мятликовой травосмеси в 2 и 4 раза полевая всхожесть возросла почти вдвое (с 22 до 40%); в изреженном травостое (при пониженных нормах высева) происходит более активно кущение, растения сеяных видов лучше развивались, высота их побегов была на 3–11 см, а масса 100 побегов — на 20–40 г больше, чем в загущенном. Плотность побегов сеяных видов выровнялась на второй год жизни и составила 4,0–4,2 тыс. шт./м². Урожайность не снижалась даже в первый год пользования [18].

Подобные закономерности были выявлены в исследованиях, проведенных в Калининской области на дерново-подзолистой супесчаной почве со злаковыми и бобово-злаковыми травосмесями [19], а также в условиях двустороннего регулирования водного режима, внесе-

ния полного минерального удобрения ($N_{240}P_{45}K_{120}$) на дерново-подзолистой почве со средней обеспеченностью фосфором и низкой — калием.

Установлено, что применяемые нормы высева злаковых травосмесей в составе: ежа сборная + овсяница луговая + тимофеевка луговая, двухкосточник тростниковый + овсяница луговая + тимофеевка луговая, овсяница тростниковая + овсяница луговая + тимофеевка луговая, могут быть сокращены вдвое, что объясняется высокой побегообразовательной способностью высеваемых злаковых трав [20].

Много внимания Б.И. Коротков уделил исследованиям по применению на сенокосах и пастбищах бесподстилочного навоза в качестве удобрения.

Изучая вопросы применения различных фракций бесподстилочного навоза, Б.И. Коротков особое внимание уделял, наряду с урожайностью, качеству корма и недопущению загрязнения окружающей среды.

Было установлено, что при соблюдении оптимальных сроков и доз внесения бесподстилочного навоза, получаемый корм в целом соответствует зоотехническим нормам кормления животных. При соблюдении продолжительности периода выжидания после поверхностного внесения бесподстилочного навоза на сенокосах и пастбищах (не менее 20 дней) отмечается нормальная санитарно-гельминтологическая обстановка, содержание питательных веществ в кормах соответствует потребности животных, отсутствует нитратное загрязнение корма.

Вместе с этим научно подтверждено, что при соблюдении рекомендуемых доз и сроков внесения бесподстилочного на-

воза с учетом типа почвы и травостоя обеспечивается не только сохранение плодородия почвы, но и отсутствие загрязнения почвы и водоприемников [15; 21; 22; 23].

Под руководством Б.И. Короткова изучались такие актуальные вопросы, как ликвидация дефицита азота за счет его биологического источника путем формирования бобово-злаковых травостоев и улучшения малопродуктивных и малоценных в кормовом отношении злаково-разнотравных травостоев с помощью обогащения бобовыми компонентами — путем полосного подсева бобовых и бобово-злаковых трав в обработанную дернину травостоя.

Установлено, что полосный подсев бобовых и бобово-злаковых трав, как способ поверхностного улучшения малопродуктивных и малоценных в кормовом отношении травостоев, способствует значительному улучшению видового состава травостоя, качества корма, продуктивности пастбищ и сенокосов.

Образующийся в результате азотфиксации биологический азот по действию на урожай и качество корма равноценен 100–200 кг и более минерального азота, при этом сохраняется объем сбора полноценного белка [24; 25].

В 1971–1983 гг. впервые в стране проведены научные исследования по оценке эффективности подпочвенного орошения пастбищ [26].

На дерново-подзолистой почве с низкой водопроницаемостью на глубине 55 см от поверхности заложены гончарные трубки-увлажнители (диаметр 5 см, длина 33 см, расстояние 1,25 м между ними). При поливе вода поступает в распределительный трубопровод, из него в коллектор, оборудованный автоматиче-

ским регулятором для сброса воды. Поэтому такая система выполняет две функции — орошения и осушения (при избыточном увлажнении).

Урожайность злакового травостоя (ежа, овсяница, тимофеевка, полевица) при подкормке в дозах $N_{240}PK$ на фоне подпочвенного орошения составила 108 ц/га СВ в среднем за 4 года, что было выше на 15%, чем при дождевании; продуктивность 1 га составила 10,4 и 9,7 тыс. корм. ед., 18,9 и 16,7 ц сырого протеина. В среднезасушливые годы требуется проводить 4–5 поливов оросительной нормой 1500–1800 м³/га, в острозасушливые годы — 7 поливов нормой 2500–2700 м³/га.

При изучении орошения Б.И. Коротков много внимания уделял выявлению особенностей различных марок дождевателей, а также оросительной техники для полива культурных пастбищ (ДДА-100М; «Фрегат»), среднеструйным установкам, осуществляющим позиционное дождевание (УДС-25; КИ-50; «Радуга»; «Волжанка») и дальнеструйным (ДДН-45; ДДН-70).

Организация стационарной системы орошения на пастбище позволила изучить импульсное дождевание — подачу воды малыми порциями (импульсами) через 15–20 секунд в течение трех–четырех часов в жаркий период [27]. Особенностью импульсного дождевания является изменение микроклимата травостоя: снижение температуры воздуха на 2–4 °С, повышение относительной влажности на 12–20%.

Прибавка урожайности злакового травостоя (на фоне $N_{240}PK$) при импульсном дождевании на единицу поливной воды в 3,5 раза выше по сравнению с дождеванием. Как показали четырехлетние

наблюдения, при импульсном дождевании запас влаги в слое 0–50 см поддерживался на уровне 60–90% НВ. При этом способе орошения в эвапотранспирацию вовлекаются влагозапасы почвы в большем количестве, чем при обычном дождевании. Такой осушающий эффект оказывает положительное влияние на травы в условиях Нечерноземной зоны, где чередуются периоды с недостаточным и избыточным естественным увлажнением.

В связи с применением повышенных доз минеральных удобрений на орошаемых пастбищах и многоукосных травостоях актуальное значение имеет снижение потерь биогенных элементов с инфильтрационным стоком воды [28; 29; 30].

В 1981–1985 гг. определены размеры вымывания питательных элементов в лизиметрах и полевых опытах (метод воронок). Лизиметрические исследования проводили на монолитах с ненарушенной структурой дерново-подзолистой среднесуглинистой и супесчаной почв на посевах злаковой травосмеси (ежа, овсяница, тимофеевка) при внесении $N_{240}P_{90}K_{180}$.

В зависимости от состава почв результаты были различными. На суглинистой почве под влиянием орошения объем фильтрации воды увеличился на 35% (с 266 до 359 л/м²) в среднем за 5 лет, потери азота почти не изменились (15,3–14,9 кг/га), однако вымывание кальция увеличилось на 71% (со 134,8 до 230,9 кг/га) и магния на 50% (с 62,5 до 93,5 кг/га). На супесчаной почве фильтрация воды при орошении увеличилась на 34% (с 208 до 278 л/м²), потери азота — на 27% (с 10,1 до 12,8 кг/га), калия — в 11 раз (с 2,2 до 24,3 кг/га K_2O), кальция — на 98% (со 113,3 до 224,3 кг/га), магния — на 12% (с 34,5 до

38,6 кг/га). На суглинистой почве вымывание калия практически не происходило, наиболее сильным было вымывание кальция, что обуславливает необходимость периодического известкования.

В полевом опыте при внесении $N_{240}P_{90}K_{120}$ на разных по составу травостоях (одновидовые посевы ежи, овсяницы и тимopheевки, а также их смесь) наиболее урожайной в среднем за 5 лет была травосмесь — 116 ц/га, соответственно на одновидовых посевах получено 112, 106 и 97 ц/га СВ [31].

Наибольшие потери N, Ca и Mg установлены под травостоем тимopheевки вследствие более низкой урожайности. В течение всех наблюдений содержание нитратного азота в инфильтрационном стоке в 3–6 раз превышало предельно допустимую концентрацию. Средние потери азота за 5 лет из слоя 0–35 см составили 97 кг/га и из слоя 0–70 см — 37 кг/га, в т.ч. соответственно нитратов 71,6 и 23,9 кг/га; потери P_2O_5 — 2,5 и 1,8 кг/га; K_2O — 12,2 и 16,8 кг/га; Ca — 399,8 и 324,8 кг/га; Mg — 147,3 и 111,7 кг/га.

Под трехчленной травосмесью потери из слоя 0–70 см за счет вымывания снизились: азота на 54% (до 11,1 кг/га), P_2O_5 на 61% (до 0,7 кг/га), K_2O на 6% (15,8 кг/га), Ca на 31% (до 223,4 кг/га) и Mg на 31% (до 73,7 кг/га). Следовательно, травосмесь с преобладанием ежи сборной способствует снижению потерь элементов питания и одновременно решению экологической задачи, поставленной в Государственной программе «Чистая вода».

Научные разработки по созданию сенокосов и пастбищ на основе мелиорации природных кормовых угодий вошли в «Практическое руководство по техно-

логиям улучшения и использования сенокосов и пастбищ в лесной зоне» [32], в лесостепной и степной зонах [33]. Основные положения реализовались в практике хозяйств.

Б.И. Коротков проводил активную деятельность по подготовке научных кадров. Совместно со своими учениками, аспирантами, соискателями им внесен значительный вклад в разработку научных основ создания и использования высокопродуктивных орошаемых сенокосов и пастбищ в Нечерноземной зоне.

Научные труды Бориса Ивановича охватывают широкий круг теоретических, методических и практических вопросов научного обеспечения кормопроизводства как многофункциональной отрасли АПК, определяющей развитие животноводства, воспроизводство почвенного плодородия и охрану окружающей среды.

Он обогатил науку оригинальными разработками и методами, позволяющими повысить продуктивность пастбищ и сенокосов до 10 тыс. корм. ед. и более, при этом обеспечивается высокое качество корма, существенная экономия ресурсов, сохранение почвенного плодородия и минимизация вымывания питательных веществ в грунтовые воды.

Результаты научной работы отражены более чем в 100 научных трудах.

Борис Иванович Коротков родился 20 февраля 1938 г. в деревне Мордвины Ковровского района Владимирской области.

После окончания в 1949 г. начальной школы перешел в Краснооктябрьскую среднюю школу, после ее окончания в 1955 г. поступил в Тимирязевскую сельскохозяйственную академию (ТСХА).

В 1960 г. окончил академию, получив специальность «Ученый агроном». Сразу после окончания академии почти пять лет Борис Иванович отработал агрономом-луговодом Владимирского треста Мелиоводстрой.

За время учебы в ТСХА он уже проявлял способности хорошо анализировать, стремление к новым знаниям, трудолюбие, желание и активность в работе студенческого научного общества. Этого не мог не заметить тогда уже известный всей стране ученый Н.Г. Андреев. Он и предложил Борису Ивановичу поступить в аспирантуру. Не раздумывая, Борис Коротков начал готовиться, а затем в 1965 г. успешно поступил и окончил аспирантуру в апреле 1968 г., защитил кандидатскую диссертацию по теме «Опыт использования орошаемых дождеванием культурных пастбищ в Нечерноземной зоне».

Он достойно вместе со своим учителем Н.Г. Андреевым научно развивал тему орошения пастбищ и сенокосов Нечерноземья, как в отдельности, так и в сочетании с другими приемами интенсификации кормовых угодий (уровни питания, режимы использования, сортовые и видовые особенности и др.).

Итогом их совместной научной деятельности стала подготовка и издание книги «Орошаемые и культурные пастбища», в работе над которой приняли участие и другие ученики Н.Г. Андреева: Г.Е. Мерзлая и Р.А. Афанасьев [34]. В книге обобщены опыт и достижения в организации и использовании культурных пастбищ, как в нашей стране, так и за рубежом. Книга в нескольких изданиях популярно рассказывает об эффективном применении орошения, как чистой водой, так и сточными водами, на

травостоях, о вопросах ухода и использования их, о приемах коренного залужения и поверхностного улучшения орошаемых пастбищ, способах и режимах орошения, системе удобрения, приемах рационального выпаса и других вопросах.

Все эти вопросы впоследствии стали предметом научной деятельности Б.И. Короткова, чем, вместе с развитием лизиметрических исследований, он эффективно занимался.

В июне 1969 г. Борис Иванович поступил на работу во ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса на должность старшего научного сотрудника отдела сенокосов и пастбищ по группе орошаемых пастбищ, а в июне 1970 г. в Институте была образована проблемная лаборатория орошаемого луговодства, где он трудился сначала сотрудником, затем с 1 марта 1973 г. заместителем заведующего этой лабораторией. С 15.12.1973 г. он исполнял обязанности заведующего лабораторией орошаемого луговодства. Впоследствии название лаборатории корректировалось, и она стала именоваться лабораторией орошаемого луговодства и лизиметрических исследований.

Это было связано с тем, что в 1971 г. в Институте появилась лизиметрическая станция, основным вдохновителем создания которой стал Борис Иванович Коротков. Под руководством и при непосредственном участии М.А. Смурыгина, В.Г. Игловикова лизиметрическая станция в сравнительно небольшие сроки была выведена на полномасштабное функционирование и стала одной из значимых и популярных в стране и за рубежом. С начала создания и до 1997 г. она последовательно развивалась, ее возглавлял кандидат сельскохозяйственных

наук Б.И. Коротков — видный ученый и активный практик по созданию и использованию орошаемых культурных пастбищ.

Научными лизиметрическими исследованиями Б.И. Короткова установлено, что для изучения суммарного водопотребления кормовых культур, когда в течение вегетационного периода уровень грунтовых вод не опускался ниже 1,5–2,0 м, наиболее точным и информативным является использование лизиметров-монолитов, позволяющих установить водный баланс.

С помощью лизиметров-испарителей многолетними исследованиями была изучена эвапотранспирация различных пастбищных и сенокосных травостоев, структура их формирования за отдельные периоды использования в условиях орошения [35].

Результаты его исследований подтвердили преимущества биоклиматического метода при расчете водопотребления и режима орошения сельскохозяйственных культур. Он учитывает энергетические, водные и биологические составляющие испарения в системе «почва – растение – атмосфера».

Экспериментальная оценка биоклиматического метода показала, что по сравнению со стандартом (по влажности почвы) достигается экономия поливной воды и числа поливов на 30–44%, а сумма потерь от вымывания N, P, K, Ca, Mg сокращается на 14–71%.

Им был создан прибор «Имитатор сроков и норм полива», с помощью которого в полевых условиях можно определить дефицит водопотребления растений, т.е. срок и норму полива без отбора и высушивания проб данной почвы на влажность (изобретение внедрено в

1982 г.). Устройство предназначено для соблюдения режимов орошения сельскохозяйственных культур, для которых известны биоклиматические коэффициенты испарения по периодам (фазам) развития. Конструкция имитатора сроков и норм полива (ИПС) такова, что учитывает и испарение, и атмосферные осадки.

Известно, что азотное удобрение является определяющим фактором урожайности и качества корма на культурных пастбищах со злаковым травостоем.

С целью увеличения эффективности азотного удобрения путем повышения точности и оперативности определения нормы подкормки злаковых растений в процессе их вегетации Б.И. Коротковым с коллегами был разработан способ азотной диагностики пастбищных травостоев — по водопотреблению. Установлено, что потребление азота тесно связано с водопотреблением растений, обеспеченностью их влагой. При этом оптимальное водопотребление возможно лишь при достаточном (оптимальном) азотном питании растений.

Оба эти процесса — водо- и азотопотребление — обусловлены метеорологическими факторами. В прохладный вегетационный период водо- и азотопотребление ниже, и наоборот, когда теплее и суше — водо- и азотопотребление выше, особенно в условиях орошения. Созданный прибор «Имитатор-определитель азотной подкормки орошаемых пастбищ» позволяет контролировать ход азотопотребления в конкретных условиях и рассчитывать необходимость дополнительной подкормки азотным удобрением для травостоя.

Благодаря дифференцированному подходу к нормам азотной подкормки с

учетом водопотребления можно добиться значительной экономии удобрений.

Использование данного изобретения позволяет повысить оперативность выявления необходимости и нормы подкормки, исключает нежелательное накопление нитратов в корме.

В 1991 г. в Российской Федерации площадь орошаемых сенокосов и пастбищ составляла 419 тыс. га. В настоящее время эти площади нуждаются в реконструкции и восстановлении мелиоративной сети, обеспечении дождевальной техникой. Использование орошаемых лугов для производства зеленых кормов имеет актуальное значение с целью

обеспечения производства молока для населения городов.

В настоящее время актуальное значение приобретает и задача совершенствования технологий создания высокопродуктивных пастбищ и сенокосов на мелиорированных землях на основе новых сортов трав, новых технических средств дождевания, импульсного орошения, двойного регулирования водного режима этих угодий, оперативной экономической оценки разработок с учетом динамики цен на техногенные и антропогенные ресурсы, поиска путей снижения затрат и повышения эффективности мелиорации в луговодстве разных зон страны.

Литература

1. Вильямс В.Р. Луговое хозяйство. Курс лекций для студентов. – М., 1901. – 81 с.
2. Работнов Т.А. Луговое хозяйство. – Изд. второе. – М. : Изд-во Московского университета, 1984. – 320 с.
3. Работнов Т.А. Экология луговых трав. – М. : Изд-во Московского университета, 1985. – 176 с.
4. Работнов Т.А. Экспериментальная фитоценология. – М. : Изд-во Московского университета, 1998. – 240 с.
5. Смелов С.П. Теоретические основы луговодства. – М. : Колос, 1966. – 367 с.
6. Кутузова А.А. Научные основы орошения пастбищ и сенокосов. Луговое кормопроизводство // Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса. К 100-летию со дня образования / под ред. В.М. Косолапова и И.А. Трофимова. – М. : Россельхозакадемия, 2013. – С. 197–207.
7. Коротков Б.И., Дикарев В.Г., Яценко Н.Я., Бражникова Т.С. Новое в теории и практике орошаемого луговодства // Кормопроизводство : сб. науч. трудов, вып. 17. – М., 1977. – С. 79–85.
8. Коротков Б.И. Разработка экологически безопасных технологий создания и использования орошаемых сенокосов и пастбищ // Сб. науч. трудов ВИК, вып. 48. – М., 1992. – С. 101–112.
9. Коротков Б.И., Смирнов А.А. Требования культурных пастбищ к орошению в Нечерноземье // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1978. – № 9. – С. 104–112.
10. Кузнецова Е.И., Дикарев В.Г., Гречишников Н.Н., Лукин А.Я. Орошение в Нечерноземье // Перспективные агрохимические технологии повышения качества кормов : Доклады симпозиума (Немчиновка, 4–5 июля 2002 г.). – М., 2002. – С. 181–188.
11. Коротков Б.И. Водопотребление луговых травостоев на пойменных землях // Гидротехника и мелиорация. – 1980. – № 12. – С. 32–35.
12. Коротков Б.И. Основы орошения культурных пастбищ в Нечерноземье // Сб. науч. трудов ВИК, вып. 10. – М., 1975. – С. 57–70.
13. Коротков Б.И. Разработка экологически безопасных технологий создания и использования орошаемых сенокосов и пастбищ // Проблемы научного обеспечения кормопроизводства. – М., 1992. – Вып. 48. – С. 101–111.

14. Гречишников Н.Н. Приемы интенсификации разновозрастных мелиорируемых пастбищ Нечерноземной зоны РСФСР // Резервы интенсификации кормопроизводства : Материалы III Всесоюзной научной конференции молодых ученых и аспирантов. – М., 1986. – С. 9–16.
15. Гречишников Н.Н. Продуктивность мелиорированных пастбищ при различном сочетании минеральных удобрений и бесподстильного навоза // Эффективные приемы повышения продуктивности природных кормовых угодий по зонам страны : сб. науч. трудов ВИК, вып. 39. – М., 1988. – С. 165–172.
16. Гречишников Н.Н. Резерв экономии семян трав при перезалужении пастбищ // Информационный листок № 61–86. – М. : МособлЦНТИ, 1986. – 4 с.
17. Кобзин А.Г., Гречишников Н.Н. Рациональные нормы высева, режимы орошения и удобрений высокопродуктивных мелиорируемых пастбищ в Нечерноземной зоне // Приемы создания и использования высокопродуктивных сенокосов и пастбищ : сб. науч. трудов, вып. 34. – М., 1986. – С. 113–118.
18. Коротков Б.И., Симонова С.В., Гречишников Н.Н. Норма высева семян и продуктивность орошаемых пастбищ // Кормопроизводство. – 1985. – № 2. – С. 3–4.
19. Коротков Б.И., Кобзин А.Г. Приемы повышения продуктивности осушаемых культурных пастбищ // Кормопроизводство. – 1982. – № 4. – С. 31–33.
20. Абрамов В.И. Ресурсосберегающие приемы повышения продуктивности сенокосов на мелиорируемых землях // Эффективные приемы повышения продуктивности природных кормовых угодий по зонам страны : сб. науч. трудов, вып. 39. – М., 1988. – С. 102–110.
21. Коротков Б.И., Гречишников Н.Н., Абрамов В.И. Применение навозных стоков в качестве удобрений мелиорируемых сенокосов // Кормовые культуры. – 1990. – № 1. – С. 28–30.
22. Гречишников Н.Н. Приемы повышения продуктивности пастбищ на мелиорируемых землях Нечерноземной зоны // Материалы 3 Всесоюзной научной конференции молодых ученых по кормопроизводству. – М., 1985. – С. 39–41.
23. Гречишников Н.Н. Влияние удобрений и орошения на продуктивность и химический состав старовозрастных осушаемых злаковых пастбищ // Бюллетень ВИУА. – 1987. – № 79. – С. 17–20.
24. Коротков Б.И., Гречишников Н.Н. Ресурсосберегающие технологии создания и улучшения сенокосов и пастбищ. Обзорная информация. – М., 1990. – 60 с.
25. Коротков Б.И., Гречишников Н.Н., Абрамов В.И. Восстановление урожайности выродившихся пастбищ и сенокосов // Достижения науки и техники АПК. – 1989. – № 11. – С. 16–18.
26. Коротков Б.И., Дикарев В.Г., Яценко Н.А. Подпочвенное орошение пастбищ и сенокосов // Гидротехника и мелиорация. – 1975. – № 3. – С. 107–110.
27. Орошаемые пастбища и сенокосы в Нечерноземной зоне / Б.И. Коротков, Н.А. Яценко, М.Ф. Щербаков [и др.]. – М. : Россельхозиздат, 1984. – 192 с.
28. Гречишников Н.Н. Продуктивность орошаемого травостоя и вымывание питательных веществ из почвы // Тезисы докладов Всесоюзной научной конференции молодых ученых и аспирантов по актуальным проблемам интенсификации кормопроизводства. – М. : ВНИИ кормов, 1991. – С. 126–127.
29. Гречишников Н.Н. Вымывание питательных веществ из почвы при интенсификации мелиорируемых пастбищ // Плодородие почв в интенсивном земледелии : сб. науч. трудов БелНИИ-ПиА. – Минск, 1991. – С. 17.
30. Коротков Б.И., Гречишников Н.Н. Вымывание питательных веществ из почвы на пастбищах // Химия в сельском хозяйстве. – 1987. – № 4. – С. 19–22.
31. Коротков Б.И., Ермакова Е.Г. Влияние приемов интенсификации лугового кормопроизводства на потери питательных элементов из почвы // Приемы создания и использования высокопродуктивных сенокосов и пастбищ : сб. науч. трудов, вып. 34. – М., 1986. – С. 127–135.
32. Практическое руководство по технологиям улучшения и использования сенокосов и пастбищ лесной зоны / ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. – М. : Агропромиздат, 1987. – 136 с.

33. Практическое руководство по технологиям улучшения и использования сенокосов и пастбищ лесостепной и степной зон / ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. – М. : Агропромиздат, 1987. – 144 с.
34. Орошаемые культурные пастбища / Н.Г. Андреев, Р.А. Афанасьев, Б.И. Коротков, Г.Е. Мерзлая. – М.: «Колос», 1970. – 311 с.
35. Коротков Б.И. О постановке некоторых теоретических исследований на орошаемых пастбищах // Производство кормов на орошаемых землях : сб. науч. трудов. – М.: ВНИИ кормов, 1972. – С. 17–21.

References

1. Vilyams V.R. Lugovodstvo. Kurs lektsiy dlya studentov [Meadow farming. A course of lectures for students]. Moscow, 1901, 81 p.
2. Rabotnov T.A. Lugovedenie [Meadow science]. Moscow, Publ. of Moscow University, 1984, 320 p.
3. Rabotnov T.A. Ekologiya lugovykh trav [Ecology of meadow grasses]. Moscow, Publ. of Moscow University, 1985, 176 p.
4. Rabotnov T.A. Eksperimental'naya fitotsenologiya [Experimental phytocenology]. Moscow, Publ. of Moscow University, 1998, 240 p.
5. Smelov S.P. Teoreticheskie osnovy lugovodstva [Theoretical foundations of meadow growing]. Moscow, Kolos Publ., 1966, 367 p.
6. Kutuzova A.A. Nauchnye osnovy orosheniya pastbishch i senokosov. Lugovoe kormoproizvodstvo [Scientific bases of irrigation of pastures and hayfields. Meadow fodder production]. *Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut kormov imeni V.R. Vil'yamsa. K 100-letiyu so dnya obrazovaniya [All-Russian Research Institute of Forage named after V.R. Williams. On the occasion of the 100th anniversary of its formation]*. Eds.: V.M. Kosolapov, I.A. Trofimov. Moscow, Rossel'khozakademiya Publ., 2013, pp. 197–207.
7. Kоротков B.I., Dikarev V.G., Yashchenko N.Ya., Brazhnikova T.S. Novoe v teorii i praktike oroshayemogo lugovodstva [New in the theory and practice of irrigated meadow farming]. *Kormoproizvodstvo: sbornik nauch. trudov, vyp. 17 [Fodder production: collection of scientific works, issue 17]*. Moscow, 1977, pp. 79–85.
8. Kоротков B.I. Razrabotka ekologicheskii bezopasnykh tekhnologiy sozdaniya i ispol'zovaniya oroshayemykh senokosov i pastbishch [Development of environmentally friendly technologies for the creation and use of irrigated hayfields and pastures]. *Sbornik nauchnykh trudov VIK, vyp. 48 [Collection of scientific papers of VIK, issue 48]*. Moscow, 1992, pp. 101–112.
9. Kоротков B.I., Smirnov A.A. Trebovaniya kul'turnykh pastbishch k orosheniyu v Nechernozem'e [Requirements of cultivated pastures for irrigation in the Non-Chernozem region]. *Vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki [Bulletin of agricultural science]*, 1978, no. 9, pp. 104–112.
10. Kuznetsova E.I., Dikarev V.G., Grechishnikov N.N., Lukin A.Ya. Oroshenie v Nechernozem'e [Irrigation in the Non-Chernozem Region]. *Perspektivnye agrokhimicheskie tekhnologii povysheniya kachestva kormov : Doklady simpoziuma (Nemchinovka, 4–5 iyulya 2002 g.) [Perspective agrochemical technologies for improving the quality of fodder: Reports of the symposium (Nemchinovka, July 4–5, 2002)]*. Moscow, 2002, pp. 181–188.
11. Kоротков B.I. Vodopotrebleniye lugovykh travostoev na poymennykh zemlyakh [Water consumption of meadow grass stands on floodplain lands]. *Gidrotekhnika i melioratsiya [Hydrotechnics and melioration]*, 1980, no. 12, pp. 32–35.
12. Kоротков B.I. Osnovy orosheniya kul'turnykh pastbishch v Nechernozem'e [Fundamentals of irrigation of cultivated pastures in the Non-Chernozem region]. *Sbornik nauchnykh trudov VIK, vyp. 10 [Collection of scientific papers of VIK, issue 10]*. Moscow, 1975, pp. 57–70.
13. Kоротков B.I. Razrabotka ekologicheskii bezopasnykh tekhnologiy sozdaniya i ispol'zovaniya oroshayemykh senokosov i pastbishch [Development of environmentally safe technologies for the crea-

- tion and use of irrigated hayfields and pastures]. *Problemy nauchnogo obespecheniya kormoproizvodstva* [Problems of scientific support for fodder production]. Moscow, 1992, issue 48, pp. 101–111.
14. Grechishnikov N.N. Priemy intensivifikatsii raznovozrastnykh melioriruemykh pastbishch Nechernozemnoy zony RSFSR [Techniques for intensification of reclaimed pastures of different ages in the non-chernozem zone of the RSFSR]. *Rezervy intensivifikatsii kormoproizvodstva: Materialy III Vsesoyuznoy nauchnoy konferentsii molodykh uchenykh i aspirantov* [Reserves for the intensification of fodder production: Proceedings of the III All-Union Scientific Conference of Young Scientists and Postgraduates]. Moscow, 1986, pp. 9–16.
 15. Grechishnikov N.N. Produktivnost' meliorirovannykh pastbishch pri razlichnom sochetanii mineral'nykh udobreniy i bespodstilochnogo navoza [Productivity of reclaimed pastures with various combinations of mineral fertilizers and non-litter manure]. *Effektivnye priemy povysheniya produktivnosti prirodnnykh kormovykh ugodiy po zonam strany: sb. nauch. trudov VIK, vyp. 39* [Effective methods for increasing the productivity of natural forage lands in the country's zones: collection scientific works, issue 39]. Moscow, 1988, pp. 165–172.
 16. Grechishnikov N.N. Rezerv ekonomii semyan trav pri perezaluzhenii pastbishch [Savings reserve of grass seeds during pasture replanting]. *Informatsionnyy listok № 61–86* [Information sheet No 61–86]. Moscow, 1986, 4 p.
 17. Kobzin A.G., Grechishnikov N.N. Ratsional'nye normy vyseva, rezhimy orosheniya i udobreniy vysokoproduktivnykh melioriruemykh pastbishch v Nechernozemnoy zone [Rational seeding rates, irrigation and fertilizer regimes for highly productive reclaimed pastures in the Non-Chernozem zone]. *Priemy sozdaniya i ispol'zovaniya vysokoproduktivnykh senokosov i pastbishch: sb. nauch. trudov, vyp. 34* [Methods for creating and using highly productive hayfields and pastures: collection scientific works, issue 34]. Moscow, 1986, pp. 113–118.
 18. Korotkov B.I., Simonova S.V., Grechishnikov N.N. Norma vyseva semyan i produktivnost' oroshayemykh pastbishch [Seeding rate and productivity of irrigated pastures]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 1985, no. 2, pp. 3–4.
 19. Korotkov B.I., Kobzin A.G. Priemy povysheniya produktivnosti osushayemykh kul'turnykh pastbishch [Methods for increasing the productivity of drained cultivated pastures]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 1982, no. 4, pp. 31–33.
 20. Abramov V.I. Resursosberegayushchie priemy povysheniya produktivnosti senokosov na melioriruemykh zemlyakh [Resource-saving methods for increasing the productivity of hayfields on reclaimed lands]. *Effektivnye priemy povysheniya produktivnosti prirodnnykh kormovykh ugodiy po zonam strany: sb. nauch. trudov, vyp. 39* [Effective methods for increasing the productivity of natural forage lands in the country's zones: collection scientific works, issue 39]. Moscow, 1988, pp. 102–110.
 21. Korotkov B.I., Grechishnikov N.N., Abramov V.I. Primenenie navoznykh stokov v kachestve udobreniy melioriruemykh senokosov [Application of manure effluents as fertilizers of reclaimed hayfields]. *Kormovye kul'tury* [Forage crops], 1990, no. 1, pp. 28–30.
 22. Grechishnikov N.N. Priemy povysheniya produktivnosti pastbishch na melioriruemykh zemlyakh Nechernozemnoy zony [Methods for increasing the productivity of pastures on reclaimed lands of the Non-Chernozem Zone]. *Materialy 3 Vsesoyuznoy nauchnoy konferentsii molodykh uchenykh po kormoproizvodstvu* [Materials of the 3rd All-Union Scientific Conference of Young Scientists on Forage Production]. Moscow, 1985, pp. 39–41.
 23. Grechishnikov N.N. Vliyanie udobreniy i orosheniya na produktivnost' i khimicheskiy sostav starovozrastnykh osushayemykh zlakovykh pastbishch [Influence of fertilizers and irrigation on the productivity and chemical composition of old-growth drained cereal pastures]. *Byulleten' VIUA* [Bulletin of VIUA]. 1987, no. 79, pp. 17–20.
 24. Korotkov B.I., Grechishnikov N.N. Resursosberegayushchie tekhnologii sozdaniya i uluchsheniya senokosov i pastbishch. Obzornaya informatsiya [Resource-saving technologies for creating and improving hayfields and pastures. Overview information]. Moscow, 1990, 60 p.

25. Korotkov B.I., Grechishnikov N.N., Abramov V.I. Vosstanovlenie urozhaynosti vyrodivshikhsya pastbishch i senokosov [Restoring the yield of degenerated pastures and hayfields]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex]*, 1989, no. 11, pp. 16–18.
26. Korotkov B.I., Dikarev V.G. Yashchenko N.A. Podpochvennoe oroshenie pastbishch i senokosov [Subsoil irrigation of pastures and hayfields]. *Gidrotekhnika i melioratsiya [Hydrotechnics and melioration]*, 1975, no. 3, pp. 107–110.
27. Korotkov B.I., Yashchenko N.A., Shcherbakov M.F. et al. Oroshaemye pastbishcha i senokosy v Nechernozemnoy zone [Irrigated pastures and hayfields in the Non-Chernozem zone]. Moscow, Rosselkhozizdat Publ., 1984, 192 p.
28. Grechishnikov N.N. Produktivnost' oroshaemogo travostoya i vymyvanie pitatel'nykh veshchestv iz pochvy [Productivity of the irrigated grass stand and leaching of nutrients from the soil]. *Tezisy dokladov Vsesoyuznoy nauchnoy konferentsii molodykh uchenykh i aspirantov po aktual'nym problemam intensivifikatsii kormoproizvodstva [Theses of the All-Union Scientific Conference of Young Scientists and Postgraduates on topical issues of intensification of feed production]*. Moscow, 1991, pp. 126–127.
29. Grechishnikov N.N. Vymyvanie pitatel'nykh veshchestv iz pochvy pri intensivifikatsii melioriruemyykh pastbishch [Leaching of nutrients from the soil during the intensification of reclaimed pastures]. *Plodorodiye pochv v intensivnom zemledelii: sb. nauch. trudov BelNIIPiA [Soil fertility in intensive agriculture: collection of scientific papers BelNIIPiA]*. Minsk, 1991, pp. 17.
30. Korotkov B.I., Grechishnikov N.N. Vymyvanie pitatel'nykh veshchestv iz pochvy na pastbishchakh [Leaching of nutrients from the soil in pastures]. *Khimiya v sel'skom khozyaystve [Chemistry in agriculture]*, 1987, no. 4, pp. 19–22.
31. Korotkov B.I., Ermakova E.G. Vliyaniye priemov intensivifikatsii lugovogo kormoproizvodstva na poteri pitatel'nykh elementov iz pochvy [Influence of methods of intensification of meadow fodder production on the loss of nutrients from the soil]. *Priemy sozdaniya i ispol'zovaniya vysokoproduktivnykh senokosov i pastbishch: sb. nauch. trudov, vyp. 34 [Methods for creating and using highly productive hayfields and pastures: collection scientific works, issue 34]*. Moscow, 1986, pp. 127–135.
32. Prakticheskoe rukovodstvo po tekhnologiyam uluchsheniya i ispol'zovaniya senokosov i pastbishch lesnoy zony [A practical guide on technologies for improving and using hayfields and pastures in the forest zone]. All-Russian Williams Fodder Research Institute. Moscow, Agropromizdat Publ., 1987, 137 p.
33. Prakticheskoe rukovodstvo po tekhnologiyam uluchsheniya i ispol'zovaniya senokosov i pastbishch lesostepnoy i stepnoy zon [A practical guide on technologies for improving and using hayfields and pastures in the forest-steppe and steppe zones]. All-Russian Williams Fodder Research Institute. Moscow, Agropromizdat Publ., 1987, 144 p.
34. Andreev N.G., Afanasyev R.A., Korotkov B.I., Merzlaya G.E. Oroshaemye kul'turnye pastbishha [Irrigated cultural pastures]. Moscow, Kolos Publ., 1970, 311 p.
35. Korotkov B.I. O postanovke nekotorykh teoreticheskikh issledovaniy na oroshaemykh pastbishchakh [On the formulation of some theoretical studies on irrigated pastures]. *Proizvodstvo kormov na oroshaemykh zemlyakh: sb. nauch. trudov [Forage production on irrigated lands: collection scientific works]*. All-Russian Williams Fodder Research Institute. Moscow, 1972, pp. 17–21.