

ISSN 0235-2524

# МЕЛИОРАЦИЯ

## "ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

2 2019

70 ЛЕТ





**Учредители:**

ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова»,  
НП «Союз водников и мелиораторов»,  
ФГБНУ ВНИИ «Радуга», АНО «Редакция журнала  
«Мелиорация и водное хозяйство»

Издается с апреля 1949 года

# МЕЛИОРАЦИЯ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

№ 2  
март—апрель  
2019

## СОДЕРЖАНИЕ

### СТРАНИЦА РЕДАКТОРА

*Гулюк Г.Г.* Нечерноземью — 45 лет ..... 2  
Новости Совета Федерации ..... 3

*Жезмер В.Б., Матвеев М.В.* Принципы обеспечения  
эффективной и безопасной работы ГТС  
гидромелиоративного комплекса ..... 5

### МЕЛИОРАЦИЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

*Щедрин В.Н., Балакай Г.Т., Куприянова С.В.*  
Экспортный потенциал мелиорированных  
земель России ..... 12

### МЕЛИОРАЦИЯ И УРОЖАЙ

*Калиниченко Р.В., Климакина М.В., Шумакова К.Б.,  
Мацыганова Е.В., Дудаков Н.К.* Микробиологическая  
характеристика почвы при возделывании  
овощных культур на капельном поливе в условиях  
сухостепной зоны Нижнего Поволжья ..... 18

### ОРОШЕНИЕ

*Дубенок Н.Н., Новиков А.Е., Бородычев С.В.,  
Ламскова М.И.* К вопросу водоочистки  
в гидроциклонах на системах комбинированного  
орошения ..... 21

*Ольгаренко Г.В., Гордон Б.С.* Обеспечение  
равномерности распределения слоя осадков  
дождевальными машинами ..... 25

### МЕЛИОРАЦИЯ И ЭКОЛОГИЯ

*Балун О.В.* Эколого-экономически  
сбалансированное функционирование  
комбинированных осушительных систем  
на тяжелых почвах Новгородской области ..... 30

*Бадмажапова И.А., Гынинова А.Б., Б-Гончиков М.Н.*  
Постпирогенное развитие и защита от пожаров  
болотных почв ..... 34

### СОХРАНЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДРОДИЯ ПОЧВ

*Байбеков Р.Ф., Белопухов С.Л.* Применение  
электрокинетического потенциала  
для расчета доз мелиорантов ..... 40

### ИНФОРМАЦИЯ

Виталию Петровичу Соломину — 80 лет ..... 45  
Олегу Евстратьевичу Ясонида — 80 лет ..... 46  
Борису Михайловичу Чернейкину — 80 лет ..... 47  
Зульфат Мирзамухаматович Хамматов — 50 лет  
на службе мелиорации ..... 48

## CONTENTS

### EDITOR'S PAGE

*Guliuk G.G.* Non-Chernozem — 45 years ..... 2  
News of the Federation Council ..... 3

*Zhezmer V.B., Matveev A.V.* Principles of ensuring  
efficient and safe operation of the GTS of the  
hydromelioration complex ..... 5

### MELIORATION: PROBLEMS AND SOLUTIONS

*Schedrin V.N., Balakay G.T., Kupriyanova S.V.*  
The export potential of reclaimed lands of Russia ..... 12

### MELIORATION AND HARVEST

*Kalinichenko R.V., Klimakhina M.V., Shumakova K.B.,  
Matciganova E.V., Dudakov N.K.* Microbiological  
soil characteristics in the process of vegetable cultures  
cultivation on drip irrigation in the water-deficient  
conditions of Lower Volga Region ..... 18

### IRRIGATION

*Dubenok N.N., Novikov A.E., Borodychev S.V.,  
Lamskova M.I.* To the issue of water treatment by  
hydrocyclone on the systems of the combined irrigation ..... 21

*Olgarenko G.V., Gordon B.S.* Ensuring of irrigation  
machines application depth in uniformity's distribution ..... 25

### MELIORATION AND ECOLOGY

*Balun O.V.* Ecological-economically balanced  
functioning of combined drainage systems on heavy soils  
Novgorod region ..... 30

*Badmazhapova I.A., Gyninova A.B.* Postpyrogenic  
development and fire protection of bog soils ..... 34

### PRESERVING AND IMPROVING SOIL FERTILITY

*Baibekov R.F., Belopukhov S.L.* Electrokinetic potential  
application for calculation of meliorante doses ..... 40

### INFORMATION

V.P. Solomin — 80 years old ..... 45  
O.E. Iasonidi — 80 years old ..... 46  
B.M. Cherneikin — 80 years old ..... 47  
Z.M. Khammatov — 50 years in the service of land  
reclamation ..... 48

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере  
связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.  
Свидетельство ПИ № ФС77-61128 от 03.04.2015.

Формат 60x84/8. Усл. печ. л. 5,58. Тираж 1000 экз.

Верстка Т.Б. Самсонова

Адрес редакции: 127550, Москва, Б. Академическая, д. 44, корп. 2.

Тел./факс (499) 976-02-71. E-mail: mivh@mail.ru

http://mivh.vniigim.ru

Мнение редакции не всегда совпадает с мнением авторов публикаций.

Главный редактор Г.Г. ГУЛЮК

### Редакционный совет:

Н.Д. БЕССОНОВ, В.В. БОРОДЫЧЕВ, М.В. ГЛИСТИН, Н.К. ДОЛГУШКИН,  
Н.Н. ДУБЕНОК, В.А. ДУХОВНЫЙ, В.А. ЖУКОВ, Б.М. КИЗЯЕВ, Д.В. КОЗЛОВ,  
А.В. КОЛГАНОВ, И.П. КРУЖИЛИН, А.П. ЛИХАЦЕВИЧ, В.В. МЕЛИХОВ,  
С.Г. МИТИН, П.А. МИХЕЕВ, К.Н. НОСОВ, В.И. ОЛЬГАРЕНКО,  
Г.В. ОЛЬГАРЕНКО, Н.Н. СОЛОДЧУК, Т.Г. СТЕПАНОВА, Н.А. СУХОЙ,  
Н.И. ТУПИКИН, Г.С. УРВАНЦЕВ, В.А. ШЕВЧЕНКО, В.Н. ЩЕДРИН,  
Д.В. ШТЕРЕНЛИХТ, В.П. ЯКУШЕВ, С.В. ЯХНЮК

3. Esin A.I. Study of the fouling process of pressure pipelines of irrigation systems / A.I. Esin, T.N. Sautkina // Bulletin of the Saratov State Agrarian University. N.I. Vavilova. 2013. No 1. P. 45–48.

4. Degtyareva O.G. Systems of mechanical water purification of small watercourses for closed irrigation systems: dis. Cand. tech. Sciences: 06.01.02 / O.G. Degtyareva. Krasnodar, 2005. – 232 p.

5. Degtyarev G.V. Characteristics of low-pressure hydrocyclones-clarifiers of water NGO-1 and NGO-2 / G.V. Degtyarev, Yu.A. Svistunov // Land Reclamation and Water Management. 2006. No 3. P. 34–35.

6. Filtering and sorption-filtering hydrocyclones for water treatment in closed irrigation systems with local water supply / V.V. Borodychev, A.E. Novikov, M.I. Lamskova, M.I. Filimonov // Land Reclamation and Water Management. 2017. No 1. P. 25–30.

7. Modernization of water treatment units of drip irrigation systems with combined hydrocyclones / V.V. Borodychev, A.E. Novikov, M.I. Lamskova, M.I. Filimonov // Scientific life. 2016. No 3. P. 43–51.

8. Patent No. 2547503 of the Russian Federation, IPC B04C9/00, B01D36/00. Water treatment device / A.E. Novikov, M.I. Lamskova, M.I. Filimonov et al. Publ. 2015.

9. Reference manual to SNiP 2.04.03–85 «Designing facilities for wastewater treatment». Moskwa: stroiizdat, 1990. 65 p.

10. Ternovsky I.G. Hydrocycloning / I.G. Ternovsky, A.M. Kutepov. Moskwa: Science, 1994. 350 p.

11. Shestov R.N. Hydrocyclones / R.N. Shestov. Leningrad: Mechanical Engineering, 1967. 80 p.

12. Modeling of hydrodynamic processes in the centrifugal field of hydrocyclones: monograph / A.B. Golovanchikov, A.E. Novikov, M.I. Lamskova et al.; VSTU. Volgograd, 2017. 200 p.

13. Timonin A.S. Environmental Engineering Handbook. V. 2 / A.S. Timonin. Kaluga: Publishing House N. Bochkareva, 2003. 884 p.

14. Povarov A.I. Hydrocyclones / A.I. Povarov. Moskwa: Gosortekhzidat, 1961. 266 p.

15. U.m. 184122 of the Russian Federation, IPC B04C5/00, B01D36/00. Hydrocyclone / M.I. Lamskova, S.V. Borodychev, A.E. Novikov et al. Publ. 2018.

*Дубенок Николай Николаевич, доктор с.-х. наук, профессор, академик РАН (ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева); Новиков Андрей Евгеньевич, доктор техн. наук, доцент, e-mail: novikov-ae@mail.ru (ВолГГТУ, Российский университет дружбы народов); Бородычев Сергей Викторович, науч. сотрудник (Волгоградский филиал «ФГБНУ ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова»); Ламскова Мария Игоревна, канд. техн. наук (ВолГГТУ).*

УДК 631.67

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАВНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЛОЯ ОСАДКОВ ДОЖДЕВАЛЬНЫМИ МАШИНАМИ



Г.В. ОЛЬГАРЕНКО, Б.С. ГОРДОН

**Ключевые слова:** дождевальные машины, равномерность распределения слоя осадков, моделирование применения разбрызгивающих устройств.

**Keywords:** irrigation machines, irrigation depth uniformity's distribution, simulation of sprinkling devices application.

*Предложен метод моделирования применения разбрызгивающих устройств на различных по принципу действия дождевальных машинах, работающих в движении, когда обеспечивается равномерность распределения слоя осадков. Обоснован способ определения радиуса и ширины эффективного орошения по показателям равномерности распределения слоя осадков на площади под водопроводящим трубопроводом дождевальной машины.*

*A method of rain uniformity's distribution was presented for different spraying devices, which were set on irrigation machines working in different mode of moving. A method for effective irrigation radius and width calculation was justified by using irrigation depth uniformity values from the area under water supply pipeline of the irrigation machine.*

**Введение.** Опыт реализации Программы развития мелиорации показал, что за период 2014–2018 гг. введено в эксплуатацию всего около 450 тыс. га орошаемых земель за счет капитальных вложений и государственных субсидий на развитие внутрихозяйственных оросительных систем [1]. Структура орошаемых площадей, введенных в эксплуатацию, имеет по средневзвешенным показателям, следующая: широкозахватные дождевальные машины – 56 %; шланговые барабанные дождевальные машины – 7 %; комплекты ирригационные – 1 %; стационарные системы – 0,5 %; системы капельного орошения – около 12 %; технологии поверхностного полива – до 21,5 %; морально устаревшие дождевальные машины предыдущего поколения: ДМ «Фрегат» – 4 %; ДДА-100 МА и ДДН-70 – 2 %.

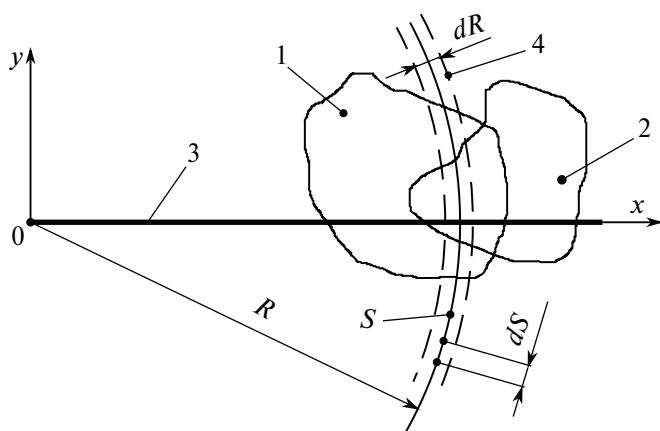


Рис. 1. Часть площади круга, орошаемая машиной кругового действия:

1, 2 – распределение интенсивности дождя разбрызгивателей  $p(x, y)$ ; 3 – водопроводящий трубопровод машины; 4 – элементарное кольцо орошения

Планируется до 2020 г. ввести в эксплуатацию не менее 200 тыс. га орошаемых земель, что требует качественных проектных разработок, отвечающих требованиям рационального и экологически безопасного использования мелиоративного фонда.

Искусственный дождь, создаваемый дождевальной техникой, имеет различные характеристики, которые в совокупности могут оказывать неблагоприятное воздействие на почву, растения и окружающую среду из-за низкой равномерности распределения по орошаемой площади. С другой стороны, повышение агроэкологического качества дождя и равномерности полива повышает урожайность сельскохозяйственных культур [2] и позволяет снизить опасность развития неблагоприятных экологических процессов при орошении.

Поэтому при проектировании внутрихозяйственных оросительных систем важным исходными требованиями являются рациональное использование воды и энергии, экологическая безопасность орошаемых почв. Для этого необходимо решить задачу обоснования и подбора параметров технологического процесса орошения, обеспечивающего равномерное распределение слоя осадков на всей площади сезонной нагрузки, в наибольшей степени соответствующего природно-климатическим и организационно-хозяйственным условиям места применения дождевальной техники.

**Материалы и методы.** При обосновании универсальной методики расчетов в качестве исходной рабочей гипотезы приняты следующие положения:

- рассматривается применение на дождевальной технике разбрызгивающих устройств, к ко-

торым относятся любые устройства, создающие искусственный дождь с характеристиками, пригодными для орошения; это могут быть дождевальные аппараты и насадки.

- равномерный полив осуществляется в случае, если на любом участке площади сезонной нагрузки машины ее разбрызгивающими устройствами обеспечивается гидромодуль  $g_0$ , равный расчетному  $g_p$ .

В качестве научно-методической базы принято математическое описание условий, обеспечивающих равномерность распределения слоя садков дождевальными машинами, являющиеся развитием результатов ранее выполненных работ [3–5].

**Результаты и обсуждение.** Сезонная нагрузка дождевальной машины кругового действия равна площади круга, сектор которого изображен на рис. 1.

Выберем на нем прямоугольную систему координат  $xOy$  с началом  $O$  в месте установки неподвижной опоры машины и осью  $Ox$ , направленной вдоль ее водопроводящего трубопровода. Здесь же обозначим элементарное кольцо орошения со средним радиусом  $R$  и шириной  $dR$ . Нетрудно показать, что на этом кольце обеспечиваемый гидромодуль можно определить из уравнения:

$$g_0 = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^n \int_S p_i(x, y) ds, \quad (1)$$

где  $p_i(x, y)$  – распределение интенсивности дождя  $i$ -м разбрызгивателем;  $L$  – длина элементарного кольца орошения, равная  $2\pi R$ ;  $n$  – количество разбрызгивающих устройств, дождь которых выпадает на рассматриваемое элементарное кольцо орошения;  $i$  – нумерация от 1 до  $n$  тех разбрызгивающих устройств, дождь которых выпадает на рассматриваемое элементарное кольцо орошения;  $S$  – кривая линия (окружность радиусом  $R$ ), по отрезкам  $ds$  которой проводится интегрирование (рис. 1).

В уравнении (1) под знаком суммы записан криволинейный интеграл первого рода от функции распределения интенсивности дождя  $p_i(x, y)$  вдоль окружности радиусом  $R$ .

Сезонная нагрузка дождевальной машины фронтального действия равна площади прямоугольника длиной  $L$  и шириной  $C$  (рис. 2). Вместо элементарного кольца выделим на этой площади элементарную полосу орошения длиной  $L$  и шириной  $dR$ , которая расположена на расстоянии  $R$  от начала прямоугольных координат  $xOy$  (рис. 2). Оси  $0Ox$  и  $0Oy$  этой системы направим вдоль смежных сторон площади орошения.

Тогда обеспечиваемый гидромодуль на элементарной полосе орошения для машины фронтального действия также можно определить по формуле (1). При этом для данного случая имеем:  $L$  – длина элементарной полосы орошения, а под знаком суммы записан криволинейный интеграл от функции распределения интенсивности дождя  $p_i(x, y)$  вдоль прямой линии  $S$ , уравнение которой  $y = R$ . Использование уравнения (1) в расчетах для двух типов машин объясняется тем, что работу машины фронтального действия можно рассматривать как работу концевой участка дождевальной машины кругового действия. При этом ее водопроводящий трубопровод должен быть такой большой длины, чтобы при его повороте на некоторый угол концевой участок машины орошал площадь прямоугольника длиной  $L$  и шириной  $C$  (рис. 2). Поэтому в формуле (1) для фронтальных машин следует рассматривать часть элементарного кольца, которая спрямляется и приобретает вид элементарной полосы орошения.

Шланговые дождевальные машины, как правило, состоят из разбрызгивающего устройства,

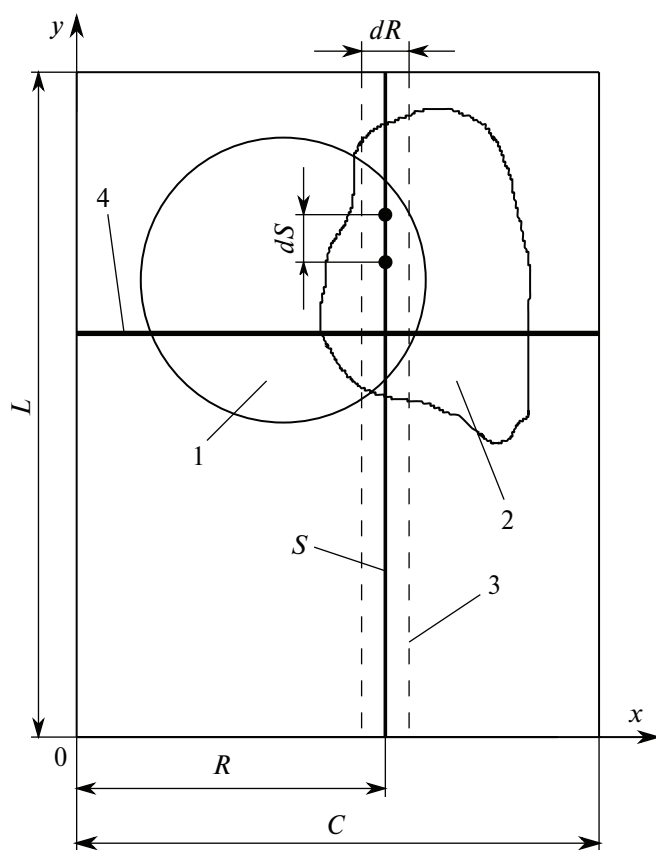


Рис. 2. Площадь сезонной нагрузки фронтальной машины:

1, 2 – распределение интенсивности дождя разбрызгивателей  $p_i(x, y)$ ; 3 – элементарная полоса орошения; 4 – водопроводящий трубопровод машины

перемещающегося прямолинейно за счет подтягивания его за водоподводящий шланг. При этом сезонная нагрузка этой машины равна площади прямоугольника длиной  $L$  и шириной  $C$ . На рис. 3 представлены смежные площади сезонных нагрузок двух шланговых машин, где на расстоянии  $R$  от начала прямоугольных координат  $xOy$  выделена элементарная полоса орошения шириной  $dR$ .

Тогда для шланговых машин обеспечиваемый гидромодуль можно определить по формуле (1) так же, как и для машин фронтального действия, когда  $L$  – длина элементарной полосы орошения, а под знаком суммы записан криволинейный интеграл от функции распределения интенсивности дождя  $p_i(x, y)$  вдоль прямой линии  $y = R$ .

Возможность использование уравнения (1) в расчетах шланговых машин объясняется тем, что работу их разбрызгивающих устройств можно рассматривать как установленных на концах трубопровода длиной  $B$  машины фронтального действия, причем  $B$  равно расстоянию между позициями шланговых машин (рис. 3).

Таким образом, формула (1) выполняется практически для всех типов дождевальной техни-

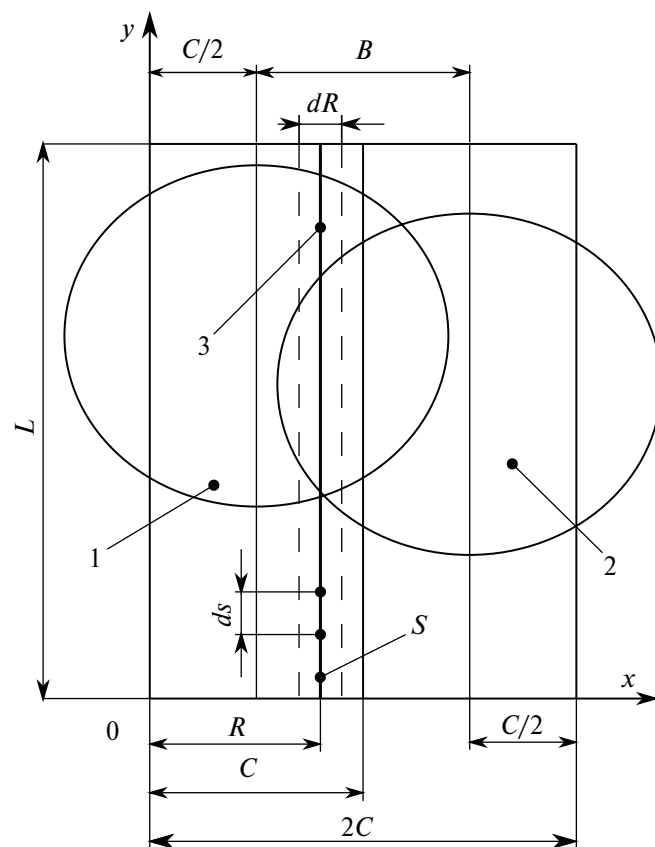


Рис. 3. Смежные площади сезонных нагрузок шланговых машин:

1, 2 – распределение интенсивности дождя разбрызгивателей  $p_i(x, y)$ ; 3 – элементарная полоса орошения

ки, работающей в движении. С ее помощью можно определять изменение обеспечиваемого гидромодуля на площади орошения и решать вопросы целесообразности применения разбрызгивающих устройств с конкретными распределениями интенсивности дождя для определенной схемы их расстановки. При этом, изменяя схему этой расстановки, а также заменяя в расчетах разбрызгиватели, можно выбирать наилучшие параметры из условия равномерного полива.

Имея на определенном этапе расчетов график  $q_0(x)$  изменения обеспечиваемого гидромодуля вдоль машины (рис. 4), можно подсчитать ее общий расход воды при  $q_p = 0$ , когда пределы интегрирования охватывают весь график, по формуле:

$$Q = \int_{x_1}^{x_2} L_g [q_0(x) - q_p] dx, \quad (2)$$

где  $x_1$  и  $x_2$  — абсциссы начала и конца участка графика распределения обеспечиваемого гидромодуля с избыточной или недостаточной подачей воды (рис. 4);  $L_g$  — длина окружности радиусом  $x$  для машин кругового действия, а для фронтальных и шланговых машин — длина площади сезонной нагрузки  $L$ .

Дополнительно можно вычислять избыточные или недостаточные расходы воды  $Q$ , вызывающие неравномерность полива на некоторых участках, что позволит скорректировать выбор разбрызгивателей.

В расчетах можно контролировать величину разницы между обеспечиваемым и расчетным гидромодулем на каждом участке площади орошения, сводить ее к минимуму, подбирая разбрызгиватели или назначая другую их расстановку. Сливные устройства гидроприводов опорных тележек машин можно также считать разбрызгивателями со своими распределениями интенсивности и включать в расчет.

Использование в расчетах экспериментальных распределений интенсивности разбрызгива-

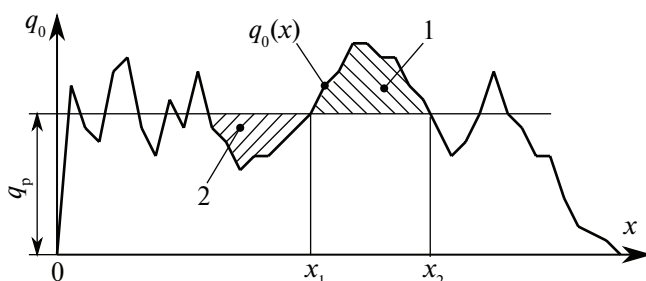


Рис. 4. К определению избыточных и недостаточных расходов воды:

1 — зона избыточного расхода воды; 2 — зона недостаточного расхода воды

ющих устройств, полученных при ветре, даст возможность производить проверку равномерности полива, учитывая розу ветров.

Стремление полить большую площадь обусловило применение концевой аппаратуры на концах консолей широкозахватных машин. Такой аппарат распределяет искусственные осадки по некоторому сектору. При установке его на машине кругового действия (рис. 5) для выполнения условия равномерности орошения ( $q_0 = q_p$ ) необходимо, чтобы по уравнению (1) при увеличении радиуса элементарного кольца орошения увеличилась и сумма криволинейных интегралов. Однако при этом уменьшается до нуля длина кривой интегрирования  $S$  вдоль окружности радиусом  $R$ , который больше, чем длина трубопровода машины. В связи с этим величина интенсивности дождя концевой аппаратуры в конце его струи должна увеличиваться до бесконечности, чего достичь невозможно. Аналогично, хотя и более медленно, к концу дальности полета струи должна расти интенсивность дождя концевой аппаратуры на дождевальном фронтальном действии. Исходя из этого, можно заключить, что концевые аппараты машин кругового и фронтального действия не могут равномерно полить дополнительную площадь, где выпадает их дождь.

Кроме того, если рассматривать шланговые машины, то фактически их сезонная нагрузка представляет собой не прямоугольник, принятый для расчетов, а некоторые конкретные смежные прямоугольные участки. При этом самые крайние из них будут поливаться недостаточно, так как на них нет перекрытия дождя. Это доказывает правильность утверждения, что работу шланговых машин можно рассматривать как работу разбрызгивателей, установленных на машине фронтального действия. Поэтому орошение крайних участков должно производиться дополнительным, как бы концевым аппаратом, работающим по сектору. Равномерность полива этим аппаратом может оцениваться по изменению обеспечиваемого гидромодуля, рассчитанного по уравнению (1).

Из изложенного выше следует, что концевые аппараты необходимо подбирать в последнюю очередь после того, как выбраны разбрызгиватели и произведена их расстановка на трубопроводе машины по условию равномерного полива под водопроводящим трубопроводом. Завершающим этапом возможно проведение гидравлических расчетов.

В связи с этим и показатели качества полива у широкозахватных машин необходимо сначала определять на площади под их водопроводящим

трубопроводом. Затем по полученным результатам находить дополнительную площадь эффективного полива аппаратами, дождь которых выпадает за пределы длины трубопровода машины. Кроме того, при оценке качества распределения слоя осадков включение в расчет концевого аппарата с заведомо низкими показателями нецелесообразно и противоречит условиям расчета для площади под водопроводящим трубопроводом. Дополнительно возможно занижение равномерности полива для всей машины.

В зависимости от принципа движения дождевальной техники ее равномерность полива оценивается относительно среднего или средневзвешенного слоев осадков [6]. При необходимости на стадии моделирования, умножая ординаты расчетного графика распределения обеспечиваемого гидромодуля вдоль машины на период времени орошения площади сезонной нагрузки, можно получить зависимость распределения слоя осадков за проход. Причем указанный период определяется как частное от деления нормы полива на расчетный гидромодуль.

На рис. 5 и 6 изображены функции  $h=f(x)$  распределения слоя осадков вдоль машины кругового и фронтального действия за проход. Здесь же для машины кругового действия показана линия средневзвешенного слоя осадков  $h=h_v$  по площади, а для машин фронтального действия – линия среднего слоя осадков  $h=h_c$ . Указанные величины должны определяться только на площади под водопроводящим трубопроводом машин.

Обозначим на рис. 5 и 6 линии, ординаты которых находятся в допустимом интервале  $\pm 25\%$  от средневзвешенного или среднего слоя осадков на соответствующей площади под водопроводящим трубопроводом. Продолжение линии  $-25\%$

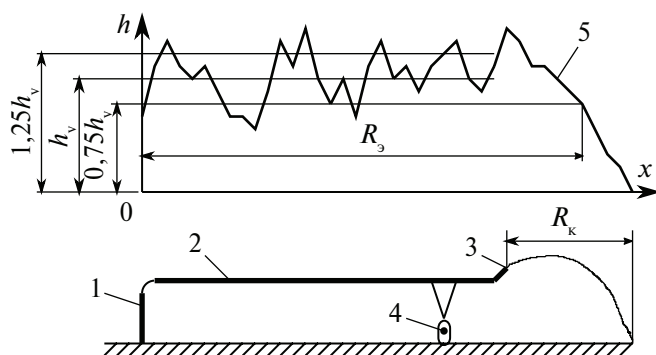


Рис. 5. Определение радиуса эффективного орошения машины кругового действия:

- 1 – неподвижная опора машины; 2 – водопроводящий трубопровод; 3 – концевой аппарат; 4 – колесная опора; 5 – функция  $h=f(x)$  распределение слоя осадков за проход машины

от соответствующей величины до пересечения с кривой распределения слоя осадков машины за пределами ее водопроводящего трубопровода определит радиус эффективного полива машины кругового действия  $R_3$  или эффективную ширину захвата машины фронтального действия  $L_3$ . Из этого следует, что увеличение дальности полета струи концевого аппарата без анализа с использованием уравнения (1) может не дать ожидаемую прибавку эффективной площади орошения.

Работу шланговых машин, как изложено выше, можно рассматривать как работу машины фронтального действия. Тогда, если представить, что длина трубопровода такой машины равна расстоянию  $B$  между их позициями (рис. 3), то показатели качества ее полива следует определить, как для машины фронтального действия на площади под водопроводящим трубопроводом, а затем найти ширину эффективного полива  $L_3$  для крайних участков орошения.

**Закключение.** Использование формулы (1) позволяет моделировать применение разбрызгивающих устройств на различных по принципу действия дождевальных машинах, работающих в движении, из условия равномерного распределения слоя осадков.

Для широкозахватных машин показатели равномерности полива целесообразно находить на площади под водопроводящим трубопроводом, а затем использовать их для определения дополнительной эффективно поливаемой площади по радиусу или ширине эффективного орошения.

Графический анализ распределения обеспечиваемого гидромодуля позволяет еще на этапе моделирования выявлять зоны с избыточной и недостаточной подачей воды на орошаемую площадь, а по уравнению (2) можно количественно

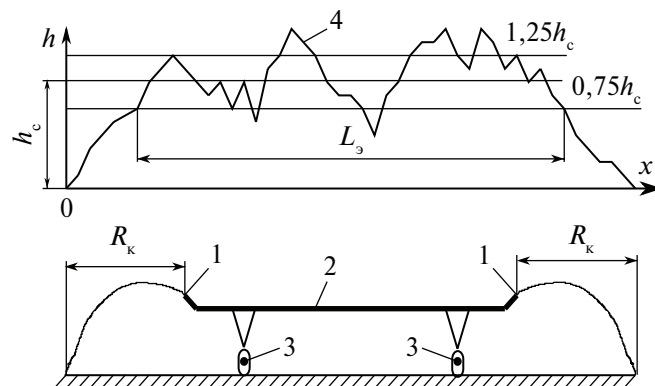


Рис. 6. Определение ширины эффективного орошения машины фронтального действия:

- 1 – концевой аппарат; 2 – водопроводящий трубопровод; 3 – колесная опора; 4 – функция  $h=f(x)$  распределение слоя осадков за проход машины

оценить избыточный и недостаточный расходы воды на участке орошения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Отчет о реализации I этапа (2014–2016 гг.) Федеральной целевой программы «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014–2020 годы». М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. 58 с.
2. Ольгаренко Д.Г. Система показателей для оценки качества полива сельскохозяйственных культур дождеванием // Мелиорация и водное хозяйство. 2014. № 2. С. 23–27.
3. Дружинин Н.И., Гордон Б.С. Оптимизация параметров искусственного дождя // Гидротехника и мелиорация. 1984. № 11. С. 39–42.
4. Дружинин Н.И., Гордон Б.С. Основы расчета параметров искусственного дождя дождевальной техники // Доклады ВАСХНИЛ. 1985. № 5. С. 36–38.
5. Дружинин Н.И., Гордон Б.С. Основы оптимизации искусственного дождя широкозахватных дождевальных машин // Вестник сельскохозяйственной науки. 1986. № 9. С. 126–130.
6. ГОСТ ИСО 11545–2004. Машины дождевальные кругового и поступательного действия с дождевальными аппаратами или распылителями. Определение равномерности орошения. Введ. 2008–01–01. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2006. 10 с.

#### REFERENCES

1. Gornov G.S., Kochetkova L.P., Ol'garenko G.V., Starcev Z.A. Otchet o realizacii I jetapa (2014–2016 gody) federal'noj celevoy programmy «Razvitie melioracii zemel' sel'skhozajstvennogo naznachenija v Rossii na 2014–2020 gody». M.: FGBNU «Rosinformagroteh», 2017. 88 p.
2. Ol'garenko D.G. The system of indicators to assess the quality of irrigation of crops by sprinkling // Melioraciya i vodnoe hozjajstvo. 2014. № 2. p. 23–27.
3. Druzhinin N.I., Gordon B.S. Optimization of artificial rain parameters // Gidrotehnika i melioratsiya. 1984. № 11. p. 39–42.
4. Druzhinin N.I., Gordon B.S. Basics of calculating the parameters of artificial rain sprinkler technology // Doklady VASKHNIL. 1985. № 5. p. 36–38.
5. Druzhinin N.I., Gordon B.S. The Basics of Optimizing Artificial Rain in Wide-Sprinkling Sprinklers // Vestnik selskokhozyaystvennoy nauki. 1986. № 9. P. 126–130.
6. Mashiny dozhdevalnyye krugovogo i postupatel'nogo deystviy s dozhdevalnymi apparatami ili raspylitel'yami. Opredeleniye ravnomernosti orosheniya [Tekst]: GOST ISO 11545–2004. Vved. 2008–01–01. Moskva: FGUP «Standartinform». 2006. 10 p.

Ольгаренко Геннадий Владимирович, доктор с.-х. наук, профессор, директор, e-mail: pgraduga@yandex.ru; Гордон Борис Соломонович, канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник, e-mail: billgordon@list.ru (ФГБНУ ВНИИ «Радуга»).

УДК 631.626.86

## ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИ СБАЛАНСИРОВАННОЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ТЯЖЕЛЫХ ПОЧВАХ НОВГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ



О.В. БАЛУН

**Ключевые слова:** комбинированный дренаж, двухъярусный дренаж, сток, уровень грунтовых вод, влажность, продуктивность.

**Keywords:** combined drainage, two-tier drainage, runoff, groundwater level, humidity, productivity.

В статье рассматривается эколого-экономически сбалансированное функционирование комбинированных осушительных систем на тяжелых почвах Новгородской области. В качестве экологического показателя приняты водно-воздушный режим осушаемых земель и параметры, влияющие на него (дренажный сток, уровень грунтовых вод), в качестве экономического — повышение продуктивности земель. Исследования проводили на опытном участке, осушаемом закрытыми собирателями с засыпкой дренажной траншеей пес-

чано-гравийной смесью до пахотного горизонта (контр-оль), двухъярусным дренажом и собирателями, комбинированными с глубоким рыхлением. Анализ результатов исследования показал: опытные системы комбинированного дренажа отвели на 88 % больше стока по сравнению с закрытыми осушителями; в избыточно влажный вегетационный период (25 % осадков) системы двухъярусного дренажа обеспечили наиболее низкий УГВ и влажность корнеобитаемого слоя почвы; влияние глубокого рыхления стало снижаться к 3 году эксплуатации комбинированного дренажа, поэтому рекомендуется проводить глубокое рыхление на суглинистых почвах через каждые 3 года; с эколого-экономических позиций наиболее сбалансированным является вариант комбинированного дренажа — двухъярусный.

The article deals with the ecological and economically balanced functioning of combined drainage systems on heavy