

матическая обработка данных таблицы 1 ($НСР_{0,05} = 0,024$ кг по факторам А, В, С) и кривые на рисунке 1 (достоверность аппроксимации R^2 равна 0,92–0,96) свидетельствуют о том, что вырубки оказывают отрицательное влияние на расстояние от ЗЛН, равное $25H$, в сравнении с контролем и по ширине – на расстояние, равное трехкратной ширине вырубки (B).

Таким образом, установлено, что зона влияния ЗЛН зависит от высоты деревьев. В ЗЛН ажурной конструкции она распространяется с заветренной стороны на расстояние до $25\text{--}30H$ и по ширине равна трехкратному размеру ширины прогалин (вырубок), что подтверждается изменениями урожайности озимой пшеницы, являющейся интегрированным показателем влияния различных факторов. Площадь (части поля), подвергшаяся отрицательному влиянию дефляции из-за повреждения (вырубки) полевых ЗЛН, определяется как результат умножения длины зоны влияния $25H$ на ее ширину, равную $3B$.

Список использованных источников

1 Стратегия инновационного развития мелиоративного комплекса России на период 2012–2020 годы / В. Н. Щедрин, Г. Т. Балакай, А. И. Перельгин, Л. М. Докучаева, Т. П. Андреева, Н. И. Балакай. – Новочеркасск, 2011. – 48 с. – Деп. в ВИНТИ 19.07.11, № 348-B2011.

2 Балакай, Г. Т. Регулирование величины водной эрозии поверхностным покровом / Г. Т. Балакай, Д. А. Шевченко // Проблемы производства продукции растениеводства на мелиорированных землях: сб. науч. тр. по материалам Междунар. конф., посвящ. 75-летию СтГАУ и 65-летию агр. фак. / СтГАУ. – Ставрополь: АГРУС, 2005. – С. 204–205.

3 Приемы повышения биопродуктивности земель, сохранения почвенного плодородия и экологической устойчивости агроландшафтов / Г. Т. Балакай, Н. И. Балакай, Е. В. Полуэктов, А. Н. Бабичев, Л. А. Воеводина, Л. И. Юрина. – Новочеркасск, 2011. – 71 с. – Деп. в ВИНТИ 19.07.11, № 349-B2011.

4 Полуэктов, Е. В. Динамика эрозионных процессов по данным дистанционного и наземного мониторинга на черноземах обыкновенных Ростовской области / Е. В. Полуэктов, Г. Т. Балакай, Ю. А. Таран // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2012. – № 4. – С. 1–9. – Режим доступа: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec132-field6.pdf.

5 Полуэктов, Е. В. Агроландшафты юга России и их классификация по типам / Е. В. Полуэктов, Г. Т. Балакай, Н. И. Балакай // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. ст. / ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск: Геликон, 2006. – Вып. 35. – С. 43–48.

6 Балакай, Г. Т. Величина смыва в зависимости от основной обработки черноземов / Г. Т. Балакай, Д. А. Шевченко // Проблемы производства продукции растениеводства на мелиорированных землях: сб. науч. тр. по материалам Междунар. конф., посвящ. 75-летию СтГАУ и 65-летию агр. фак. / СтГАУ. – Ставрополь: АГРУС, 2005. – С. 201–203.

УДК 631.674.5

М. А. Ляшков, Ю. Е. Домашенко, С. М. Васильев

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

ОБОСНОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ АППАРАТОВ С УЧЕТОМ ХАРАКТЕРИСТИК ДОЖДЯ

В данной статье представлен способ определения расчетной характеристики дождя, позволяющий оптимизировать параметры дождевальной техники и схемы

расстановки дождевальных аппаратов. Различные дождевальные машины имеют различные дождевальные насадки и аппараты, которые образуют искусственный дождь, неравномерный по площади полива как в отношении интенсивности, так и в отношении крупности капель, а следовательно и своей энергетической характеристики, что приводит к различному влиянию их на почву. Приведенные в статье формулы позволяют получить наиболее достоверные данные для определения рационального режима орошения и выбора дождевальных аппаратов, что позволит уменьшить ирригационную эрозию почвы и потери оросительной воды на сток, а также будет способствовать равномерному увлажнению почвы по площади.

Ключевые слова: поливная норма, эрозия почвы, дождевальные аппараты, интенсивность дождя, крупность капель, площадь полива.

M. A. Lyashkov, Yu. E. Domashenko, S. M. Vasilyev

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

JUSTIFICATION OF SPRINKLERS DISTRIBUTION TAKING INTO ACCOUNT RAIN CHARACTERISTICS

The method for determining the calculated rain characteristics, which allows optimize the sprinkling machines parameters and the arrangement of sprinklers is presented in the article. Different sprinklers have different irrigation nozzles and devices to form artificial rain uneven on the irrigation area both in terms of intensity, and in terms of the drop fineness, and consequently their energy characteristics, which leads to their different impact on soil. The formulas given in the article make it possible to obtain the most reliable data for determining the rational irrigation regime and the choice of sprinklers which will help to reduce the irrigation soil erosion and the loss of irrigation water on runoff, and will also promote the uniform soil moisture over the area.

Key words: irrigation rate, soil erosion, sprinklers, rain intensity, drop fineness, irrigation area.

Введение. Мелиорация направлена на получение продукции соответствующего качества, улучшение природной среды, вовлечение малопродуктивных земель, создание и поддержание благоприятной мелиоративной обстановки, сохранение и повышение почвенного плодородия. Дождевание как процесс, который приближен к природным процессам внесения влаги в почвенные структуры, не только увлажняет почву, но и при определенных условиях вызывает эрозионные явления [1].

Энергетические характеристики дождя (интенсивность, крупность капель, кинетическая энергия и т. д.) и их соответствие агротехническим требованиям оказывают влияние на качество полива дождеванием. Поскольку у различных дождевальных машин имеются существенные различия в характеристиках дождя, то и их воздействие на почву различно [2].

Сток поливной воды при прочих равных условиях в зависимости от применяемой дождевальной техники может изменяться более чем в 2,7 раза. Причем минимальный сток наблюдается у машин с меньшей интенсивностью дождя и крупностью капель. Большое значение имеет и размер поливной нормы, выдаваемой дождевальными машинами. При снижении поливной нормы поверхностный сток уменьшается [3].

Поливная норма до стока, которую применительно к незащищенной (немульчированной) поверхности называют эрозионно допустимой, поскольку приводит к плоскостной ирригационной эрозии почвы, является главным показателем при оптимизации дождевальной техники, а также схемы расстановки дождевальных аппаратов [4].

Результаты и их обсуждение. Эрозионно допустимые поливные нормы для от-

крытой (незащищенной) почвы m (мм) определяются по экспериментальной формуле Н. С. Ерхова [5]:

$$m = P / S, \quad (1)$$

где P – показатель впитывания, мм;

S – расчетная безразмерная комплексная энергетическая характеристика дождя.

Энергетическая характеристика дождя S вычисляется по экспоненциально-степенной формуле [5]:

$$S = (\rho / \rho_1)^{B-1} \exp[q(d/d_1)], \quad (2)$$

где ρ – интенсивность дождя, мм/мин;

ρ_1 – интенсивность дождя в выбранной точке, мм/мин

B и q – параметры впитывания;

d – крупность капель, мм;

d_1 – крупность капель в выбранной точке, мм.

Дождевальные насадки и аппараты образуют искусственный дождь, неравномерный по площади полива как в отношении интенсивности ρ , так и в отношении крупности капель d , а следовательно и своей энергетической характеристики S . Показатель впитывания P для однородного участка можно принять практически постоянным, тогда при поливе в конкретных природно-хозяйственных условиях m будет зависеть от S . Очевидно, что поверхностный сток и последующая ирригационная эрозия почвы возникнут сначала в тех зонах орошаемого участка, где S максимальная ($S_{\max}$). Распространение поверхностного стока и эрозии будет происходить последовательно от зон с наибольшим $S_{\max}$ к зонам с меньшим S , и площадь поверхностного стока и эрозии будет увеличиваться.

Остановить образование стока и последующую ирригационную эрозию можно за счет прекращения полива в момент образования поверхностного стока и изменения крупности капель дождя.

Современные дождевальные машины позволяют изменять крупность капель дождя. Крупность капель зависит от давления, подаваемого в дождевальную машину, и от диаметра сопла в дождевальном аппарате или насадке. Изменяя давление или диаметр сопла, добиваются уменьшения крупности капель дождя, что позволяет регулировать образование поверхностного стока и ирригационную эрозию, а также уменьшать энергетическое воздействие на почву. Чем меньше крупность капель дождя, тем больше требуется времени на образование стока воды и возникновение следующей за ним эрозии почвы. Следует учитывать, что при увеличении давления в машине или диаметра сопла повышается расход воды, а время полива уменьшается.

Прекращение полива в момент образования поверхностного стока в зоне с $S_{\max}$ приведет к практически полному отсутствию ирригационной эрозии, однако поливная норма окажется сильно заниженной. Если продолжить процесс полива, поливная норма и глубина промачивания почвы будут увеличиваться, но также будет возрастать площадь поверхностного стока, что ведет к снижению плодородия орошаемой почвы за счет ирригационной эрозии и разной степени промачивания за счет неравномерности микрорельефа. Полив следует прекращать в тот момент, когда ирригационная эрозия почвы не превышает некоторый допустимый минимум, а поливная норма по возможности больше. Поэтому в определенных природно-хозяйственных условиях можно принимать конкретную допустимую площадь поверхностного стока, при которой нужно прекращать полив. Исследование этой площади (в % от площади полива) включает изучение степени эрозии почвы, ухудшения структуры и неравномерности увлажнения ее в зонах образования поверхностного стока, влияния поливной нормы на урожайность орошаемых куль-

тур и других технико-экономических показателей. Тогда поливная норма m определяется по формуле (1). Расчетная S_F определяется с помощью интегральной кривой распределения энергетической характеристики дождя аппарата по площади полива.

Площадь, орошаемая одиночным дождевальным аппаратом (без учета перекрытия), по форме принимается за круг, внутри которого выделяются кольца одинаковой ширины. Определяется расчетная (среднеарифметическая) интенсивность дождя ρ_{cp} и крупность капель d_{cp} на основании замеров ρ и d по каждому дождемеру. Крупность капель дождя d определяется построением графика распределения крупности капель по радиусу полива на середине каждого кольца.

Определив расчетную интенсивность дождя ρ и крупность капель d , вычисляем S по формуле (2). По площади каждого кольца строят интегральные кривые распределения S до площади полива F , выражая площадь в процентах от общей площади полива для аппарата.

Интенсивность дождя ρ в зоне перекрытия определяется как сумма интенсивностей дождя ρ_i для двух и более аппаратов, увлажняющих зону перекрытия [5]:

$$\rho = \sum_{i=1}^n \rho_i, \quad (3)$$

где n – число дождевальных аппаратов, увлажняющих рассматриваемую площадь.

Крупность капель дождя d определяют как средневзвешенное, используя в качестве «веса» интенсивность дождя в точке ρ [5]:

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n \rho_i d_i}{\sum_{i=1}^n \rho_i}. \quad (4)$$

Для зоны перекрытия вычисляют расчетную S по формуле (2), подставляя значения, найденные по формулам (3) и (4).

Принцип сохранения методического единства при определении площади полива аппарата с учетом перекрытия позволяет отнести половину перекрываемой площади к одному аппарату, а другую половину к другому. Из этого следует, что площадь перекрытия, относящаяся к одному аппарату из двух смежных, будет равна площади сегмента f . Площадь при наложении кругов одинакового радиуса R определяется по формуле [5]:

$$f = \frac{1}{2} R^2 \left(\pi \frac{\alpha}{180} - \sin \alpha \right),$$

$$\alpha = 2 \arcsin \frac{1}{R} \sqrt{2hR - h^2}, \quad (5)$$

где h – высота сегмента.

Расстояние между аппаратами l можно выражать в долях радиуса [5]:

$$l = 2K \cdot R,$$

где K – коэффициент перекрытия ($0 < K < 1$).

Тогда

$$l = 2(R - h) \text{ и } h = R(1 - K). \quad (6)$$

Подставляя значения формулы (6) в (5), получим:

$$\alpha = \arcsin \sqrt{1 - K^2}. \quad (7)$$

Расчет площади перекрытия кругов с радиусами R_1 и R_2 производится по формулам (6) и (7), а высоту сегментов находим по формулам [5]:

$$h_1 = \frac{1}{2l} \left[(R_2^2 - R_1^2) + l(2R_1 - l) \right],$$

$$h_2 = \frac{1}{2l} \left[(R_1^2 - R_2^2) + l(2R_2 - l) \right].$$

Данные формулы используют при малом числе пересечения колец. В противном случае их площади наложения лучше определять графическим способом.

Выводы. Представленный способ определения расчетной энергетической характеристики дождя можно применять в научных исследованиях, в почвенно-мелиоративных изысканиях, при оптимизации дождевальной техники, а также создании схемы расстановки дождевальных аппаратов на стационарных системах. Описанный способ позволяет получить достоверные данные, которые способствуют выбору наиболее рационального режима орошения, подбору дождевальных аппаратов. Это позволит сохранять, повышать плодородие почв за счет уменьшения ирригационной эрозии, неравномерности увлажнения по площади и потерь оросительной воды на сток.

Список использованных источников

1 Семененко, С. Я. Экологическая оптимизация полива дождеванием кормовых культур аридной зоны: монография / С. Я. Семененко. – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2012. – 208 с.

2 Снипич, Ю. Ф. Конструктивно-технологические схемы дождевальных машин серии ДКФ и гидравлический расчет их водопроводящих элементов / Ю. Ф. Снипич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. – 2011. – № 68(04). – С. 23–34. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/04/pdf/40.pdf>.

3 Снипич, Ю. Ф. Совершенствование технических средств орошения дождеванием: монография / Ю. Ф. Снипич. – Новочеркасск: Геликон, 2007. – 110 с.

4 Фокин, Б. П. Современные проблемы применения многоопорных дождевальных машин: науч. изд. / Б. П. Фокин, А. К. Носов. – Ставрополь, 2011. – 80 с.

5 Литвиненко, А. Ф. К вопросу определения расчетной энергетической характеристики дождя для стационарных оросительных систем / А. Ф. Литвиненко // Оптимизация технических средств и технологии полива: сб. науч. тр. / ВНИИГиМ. – М., 1985. – С. 172–179.

УДК 621.548:631.6

А. С. Роскошная, Д. В. Белых

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация; Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова, Новочеркасск, Российская Федерация

Л. Н. Медведева

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ (ВЕТРОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК) ПРИ ОРОШЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ В МЕЛИОРАТИВНЫХ ПАРКАХ

В статье рассматривается вопрос использования ВИЭ (ветрогенераторных установок) в мелиоративных парках при орошении сельскохозяйственных культур. Приводится расчет применения ветрогенераторных установок при орошении 50 га сельхозугодий дождевальными машинами. Показаны положительные и отрицательные моменты использования ВИЭ в экономике.