

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Департамент мелиорации

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации

**С. М. Васильев, В. Н. Шкура**

# **ДОЖДЕВАНИЕ**

Учебное пособие

Новочеркасск  
РосНИИПМ  
2016

УДК 631.347(075.8)

ББК 40.62

В 191

#### РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Назаренко Владимир Александрович – первый заместитель директора ФГБУ «Управление «Ростовмелиоводхоз», кандидат технических наук;

Сенчуков Герман Александрович – Заслуженный мелиоратор РФ, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор.

**Васильев С. М., Шкура В. Н.**

В 191 Дождевание / С. М. Васильев, В. Н. Шкура. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2016. – 352 с.

ISBN 978-5-9907461-3-8

Приведены основные понятия и сведения по орошению дождеванием, обозначены требования к качеству и технологическим параметрам дождевого полива. Дано описание конструкций и технических параметров дождеобразующих устройств, дождевальных машин, установок, агрегатов и дождевателей.

Рассмотрены конструктивные решения, технические и технологические характеристики отечественной и импортируемой дождевальной техники для дождевого полива полевых сельскохозяйственных угодий, виноградников, садов и цветников, культур, выращиваемых в теплицах и оранжереях.

По различным видам средств полива дождеванием приводится описание их конструкций и условий применения, раскрыты их достоинства и недостатки, предложены направления дальнейшего совершенствования дождевальных машин, установок и других средств дождевания и дождеобразования.

Учебное пособие предназначено для магистрантов по направлению подготовки «Природообустройство и водопользование», а также аспирантов по направлению подготовки «Сельское хозяйство».

Ключевые слова: дождевое орошение, допустимые параметры полива, дождевальная техника, дождевальные машины, дождевальные установки, дождевальные агрегаты, дождевальные аппараты, дождеватели, дождеобразователи.

УДК 631.347(075.8)

ББК 40.62

ISBN 978-5-9907461-3-8

© ФГБНУ «РосНИИПМ», 2016

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ И ПОЛОЖЕНИЯ .....	8
1.1 Общие сведения о дождевом орошении .....	8
1.2 Основные понятия и классификации .....	10
1.3 Качество и параметры дождевого полива .....	27
1.3.1 Интенсивность искусственного дождя.....	31
1.3.2 Слой осадков при дождевании.....	51
1.3.3 Производительность дождевальных устройств .....	56
1.4 Допустимые параметры дождевого полива.....	59
1.4.1 Допустимая крупность капель искусственного дождя.....	59
1.4.2 Допустимая интенсивность искусственного дождя .....	60
1.4.3 Допустимая продолжительность дождевого полива .....	65
1.4.4 Допустимая поливная норма при дождевом поливе.....	66
1.4.5 Заключение по состоянию разработок допустимых параметров искусственного дождя.....	72
1.4.6 Методика определения допустимых параметров дождевого полива .....	75
1.5 Технология дождевого полива .....	79
1.5.1 Режимы дождевого полива.....	79
1.5.2 Технологические схемы дождевого полива .....	83
2 ДОЖДЕОБРАЗУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА (ДОЖДЕОБРАЗОВАТЕЛИ) ...	89
3 ДОЖДЕВАЛЬНАЯ МАШИНА «ВОЛЖАНКА» .....	115
4 ДОЖДЕВАЛЬНАЯ МАШИНА «ДНЕПР» .....	127
5 ДОЖДЕВАЛЬНАЯ МАШИНА «ОКА».....	137
6 ДОЖДЕВАЛЬНАЯ МАШИНА ДДА-100МА .....	142
7 ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ СЕМЕЙСТВА «ФРЕГАТ» .....	165
8 ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ СЕМЕЙСТВА «КУБАНЬ».....	193
8.1 Общие сведения. ....	193
8.2 Конструкции машин семейства «Кубань».....	194
8.2.1 Дождевальная машина «Кубань-М».....	195
8.2.2 Дождевальная машина «Кубань-Л».....	198
8.2.3 Дождевальная машина «Кубань-ЛК» .....	204
8.3 Организация полей и компоновка оросительной сети.....	209
8.3.1 Компоновка поливных участков и оросительной сети для машин фронтального действия. ....	209
8.3.2 Компоновка полей и оросительной сети под ДМ «Кубань-ЛК».....	212
8.4 Технология полива дождевальной машиной «Кубань-Л».....	214
8.4.1 Технологические параметры полива ДМ «Кубань-Л» .....	215
8.4.2 Технологические схемы перемещения дождевальных машин семейства «Кубань» при поливе .....	218
8.5 Модификации ДМ «Кубань» с уменьшенной (укороченной) длиной поливного крыла.....	220

8.6 Производительность дождевальных машин подсемейства «Кубань-Л» .....	221
9 ДАЛЬНЕСТРУЙНЫЕ ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ (ДДН) .....	225
10 ДОЖДЕВАЛЬНАЯ МАШИНА «ТАВРИЯ» .....	233
11 ДОЖДЕВАЛЬНАЯ МАШИНА «ЛАДОГА» .....	235
12 ДОЖДЕВАЛЬНАЯ МАШИНА «КОЛОМЕНКА-100» .....	236
13 ДОЖДЕВАЛЬНАЯ МАШИНА «КАРАВЕЛЛА» .....	237
14 ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ «VALLEY» .....	237
15 ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ «REINKE» .....	243
16 ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ ФИРМЫ «BAUER» .....	247
17 ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ «ZIMMATIC» .....	251
18 ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ КОМПАНИИ RKD .....	255
19 ДОЖДЕВАЛЬНАЯ МАШИНА «CHAMSA» .....	258
20 ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ «WESTERN» И «PIERCE» .....	259
21 ШЛАНГОБАРАБАНЫЕ («ШЛАНГОВЫЕ») САМОПЕРЕМЕЩАЮЩИЕСЯ ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ .....	259
22 ШЛАНГОВЫЕ, ПРИНУДИТЕЛЬНО ПЕРЕМЕЩАЕМЫЕ ДОЖДЕВАТЕЛИ .....	275
23 СБОРНО-РАЗБОРНЫЕ ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКТЫ .....	279
24 МЕЗОПЛОЩАДНЫЕ (СРЕДНЕЗАХВАТНЫЕ) ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА .....	285
25 ДОЖДЕВАЛЬНАЯ УЗКОЗАХВАТНАЯ ТЕХНИКА ДЛЯ МИКРОПЛОЩАДНЫХ И СЛОЖНОКОНТУРНЫХ УЧАСТКОВ (МИКРОПЛОЩАДНАЯ ДОЖДЕВАЛЬНАЯ ТЕХНИКА) .....	288
26 ТЕПЛИЧНАЯ ДОЖДЕВАЛЬНАЯ ТЕХНИКА .....	292
27 УСТАНОВКА «ДОЖДЕВАЛЬНЫЙ ШЛЕЙФ» .....	295
28 УСТРОЙСТВА ТУМАНОВОГО ОРОШЕНИЯ (МЕЛКОДИСПЕРСНОГО ИЛИ АЭРОЗОЛЬНОГО ДОЖДЕВАНИЯ) ...	299
29 КОМПЛЕКТЫ СИНХРОННО-ИМПУЛЬСНОГО ДОЖДЕВАНИЯ ...	303
30 СТАЦИОНАРНЫЕ И СЕЗОННО-СТАЦИОНАРНЫЕ ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ .....	307
31 НАНОПЛОЩАДНЫЕ ДОЖДЕВАТЕЛИ (НАНОДОЖДЕВАТЕЛИ) ...	310
31.1 Общие сведения о наноплощадных дождевателях .....	310
31.2 Осциллирующие наноплощадные дождеватели .....	312
31.3 Импульсные нанодождеватели .....	318
31.4 Выдвижные нанодождеватели («спринклеры») .....	322
31.5 Нанодождеватели кругового действия .....	325
31.6 Многофункциональные нанодождеватели .....	328
31.7 Поливочные пистолеты .....	329
32 ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ .....	331
32.1 Выбор и комплексная оценка дождевальной техники .....	331
32.2 Направления совершенствования средств дождевого орошения. ....	337
32.3 Общее заключение .....	339
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	345

## ВВЕДЕНИЕ

В современной практике ирригации (оросительных мелиораций) сельскохозяйственных земель широкое распространение получило дождевое орошение. Дождевание (дождевое орошение) относится к наиболее природоподобным способам искусственного увлажнения сельскохозяйственных угодий. Собственно, процесс подачи поливной воды при дождевании заключается в рассредоточении напорного водного потока (напорной водяной струи) посредством разбрызгивающих средств (аппаратов, дождевателей, спринклеров) или за счёт сопротивления воздушной среды, в совокупности разноразмерных капель, формирующих дождевое облако (дождевой шлейф или факел) и выпадающих под воздействием гравитации на увлажняемую поверхность сельскохозяйственного угодья. Многолетний мировой и отечественный опыт использования дождевого полива подтвердил его высокую эффективность. В процессе развития дождевого орошения («дождевания») совершенствовались и продолжают совершенствоваться обеспечивающие его средства и технологии, при этом подтверждается его очевидная перспективность.

Современные средства и технологии дождевого орошения («дождевания») позволяют в различных природных условиях обеспечить рациональное и эффективное использование природного потенциала сельскохозяйственных угодий, вовлекаемых в процесс природопользования водных, почвенных, трудовых, технических и других ресурсов, при обеспечении экологической безопасности окружающей природной среды, при условии квалифицированного выбора (подбора) и использования соответствующей природным условиям дождевальной техники и соответствующей её эксплуатации.

Большой вклад в разработку и научное обоснование проектирования и эксплуатации систем, средств и технологий дождевания в нашей стране внесли отечественные учёные: Н. П. Бредихин, Н. В. Винникова, В. И. Городничев, К. В. Губер, С. Х. Гусейн-Заде, Н. С. Ерхов, А. П. Исаев, Д. М. Кервалишвили, П. И. Коваленко, Н. М. Кошкин, В. М. Краковец, Б. М. Лебедев, Г. П. Лямперт, Б. О. Миленин, В. Ф. Носенко, Г. В. Ольгаренко, Н. В. Полонский, В. М. Романов, Н. Ф. Рыжко, А. И. Рязанцев, Ю. Ф. Снопич, А. М. Ступак, Б. П. Фокин, В. Н. Щедрин и др. специалисты в области дождевого орошения.

Следует отметить, что в последнее время разработка современных проектов оросительных систем (для условий юга России), использующих орошение дождеванием, практически сконцентрировалась на научно-производственной платформе ФГБНУ «РосНИИПМ».

В отечественной практике дождевого орошения сельскохозяйственных угодий используются дождевальные машины первого поколения (ДДА-100МА, ДДН-70) и их усовершенствованные модификации (ДДА-100ВХ, ДДН-70М др.); семейства дождевальных машин второго поколения («Фрегат», «Волжанка», «Ока», «Днепр»); дождевальные машины третьего поколения («Кубань-Л», «Кубань-ЛК», «Ладога», «Таврия» и другие); шлангобарабанные дождевальные машины («Агрос»); дождевальная техника для полива сложноконтурных участков площадью от 1 до 5 га («ДШ-1»,

«ДШ-0,6П», «КИ-5», «КИ-5», «КСИД» и др.); дождевальные установки и системы мелкодисперсного и аэрозольного дождевания; дождевальные системы и устройства для дождевого полива теплиц, цветников, газонов, древесных (садовых и декоративных) и других насаждений; сборно-разборные дождевальные комплекты для фермерских хозяйств и другие средства дождевания.

На орошаемых сельскохозяйственных угодьях нашей страны используются дождевальные машины, системы, устройства и установки ряда зарубежных фирм и компаний, среди которых: «Valley», «Zimmatic», «Lera», «Linjar», «Armoire pivot», «Irrifrance», «Senninger», «Nelson», «Komet», «LDN», «Spray», «I-Wob», «Spinner», «Rotator», «Impact», «RKD», «Lindsay», «Frans Pivots», «Ocmys», «Bauer», «Sigma», «Perrot», «Rain Bird», «T-Systems Europe», «Valmont Irrigation», «Wright Rain», «Netafim», «Otech» и другие.

Отметим, что в эпоху «бурного» и «суперинтенсивного» развития орошения сельскохозяйственных земель в нашей стране (60–80-е годы XX века) определяющей задачей ставилось всемерное расширение «поливного клина сельхозугодий». В сельхозоборот ежегодно вводились сотни тысяч гектаров орошаемых земель (сотни дождевальных оросительных систем) с последующим их интенсивным использованием. В практику орошения широко внедрялись средства и технологии дождевого орошения, которые и до настоящего времени, несмотря на моральный и физический износ, всё ещё используются. При этом преимущественно решалась задача обеспечения поливов сельхозугодий без должного контроля за их качеством.

Современная парадигма проектирования и эксплуатации дождевальных оросительных систем отличается от предшествующей и предусматривает:

- разработку, выбор и использование экономичной дождевальной техники, соответствующей конкретным почвенным, топографическим, фенологическим, климатическим, гидрологическим, организационно-хозяйственным условиям, экологическим и природоохранным требованиям и ограничениям;

- разработку, выбор и эффективную реализацию экономически обоснованной, ресурсосберегающей и соответствующей агрономическим, экологическим и природоохранным требованиям технологии эксплуатации (использования) дождевальных систем и средств дождевого орошения (дождевания).

Определяющей целевой установкой в настоящее время является качество, экономичность и экологичность дождевого орошения, реализуемого в конкретных природно-климатических условиях. При этом **качество** дождевого полива и параметры искусственного дождя должно(ы) соответствовать агрономическим и экологическим требованиям, а **качество** дождевальной техники определяется совокупностью её свойств, технических характеристик и технологических параметров, обеспечивающих высокие показатели качества полива при минимальных затратах интегрального ресурса (трудовых, энергетических, материально-технических, водных и других ресурсов).

Смена доминанты (в соотношении количества и качества орошения угодий) – от обеспечения полива («любой ценой и любого качества») до обеспечения только качественного полива, потребовала проведения широкого и глубокого анализа качества применяемых средств дождевого орошения.

Одна из попыток такого анализа и систематизированного описания средств и технологий дождевого орошения осуществлена в настоящем пособии.

В процессе анализа информации по средствам и технологиям дождевания, приведенной в наиболее обстоятельных справочных и учебно-методических изданиях, установлен имеющий место дефицит сведений по ряду актуальных вопросов, наличие неоднозначных понятий и противоречивых подходов, а также неточностей в данных и сведениях, что затрудняет процесс обучения и изучения учебной дисциплины (учебного курса). В связи с отмеченным выше, авторы посчитали возможным и целесообразным привести в пособии не только разнообразные примеры известных подходов и сведений, но и изложить свою точку зрения, данные собственных исследований и обобщений. По-нашему мнению, это позволит изучающим учебную дисциплину и исследователям (аспирантам и магистрантам) оценить известное и созданное их предшественниками, творчески применить приведенные в пособии сведения и развить теорию и практику дождевого орошения.

В пособии должное внимание уделено: 1) современным подходам к терминологии и классификации в области дождевого орошения, дождевальных средств и технологий дождевания; 2) современным требованиям к качеству искусственного дождя и характеристикам дождеобразующих устройств – дождеобразователей; 3) систематизированному описанию дождевальных машин, установок и дождевателей отечественного и зарубежного производства; 4) компоновочным решениям оросительной и поливной сети, обеспечивающей подвод поливной воды к дождевальным устройствам; 5) выбору технологии и определению основных параметров дождевого полива угодий.

В описаниях средств дождевания – дождеобразователей (дождевальных машин и установок) приведены сведения по их конструкциям, условиям применения, достоинствам и недостаткам, техническим характеристикам и технологическим параметрам, осуществлённым или предлагаемым усовершенствованиям; дано описание технологических схем их работы и обосновывающие расчёты по технологическим схемам и параметрам; приведены зависимости по определению производительности дождевальных машин; рассмотрены компоновочные схемы их размещения на севооборотных участках.

В пособии акцент сделан на высокопроизводительную широкозахватную дождевальную технику и при этом рассмотрены различные средства дождевания (дождевальные установки и дождеватели), рекомендуемые для использования на мезо-, микро- и наноплощадных участках орошения (от сотен до десятков гектаров, до одного гектара и менее).

Заключительная часть пособия содержит информацию по оценке и выбору средств дождевания, в этой части сформулированы результаты проведенного анализа и даны соответствующие обобщения, а также минимальный список источников информации, использованных при написании учебного пособия.

По мнению авторов, учебное пособие представляет собой базу для дальнейших творческих изысканий аспирантов и магистрантов, направленных на совершенствование средств и (или) технологий дождевого орошения.

Авторы благодарны Т. И. Кондратьевой и Н. В. Богуславскому за помощь в подборе материалов и оформлении рукописи настоящего пособия.

*Учебное издание*

**Васильев** Сергей Михайлович  
**Шкура** Виктор Николаевич

## **ДОЖДЕВАНИЕ**

Учебное пособие

Подписано в печать 25.04.2016. Формат 60×84 1/8  
Усл. печ. л. 40,94. Тираж 500 экз. Заказ № 37

ФГБНУ «РосНИИПМ»  
346421, Ростовская область, г. Новочеркасск,  
Баклановский проспект, 190

Отпечатано с готового оригинал-макета  
ИП Белоусов А. Ю.  
346421, Ростовская область, г. Новочеркасск,  
Баклановский проспект, 190 «Е»