

АГРОИНЖЕНЕРИЯ

4.3.1 Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

Научная статья

УДК 631.6

<https://doi.org/10.28983/asj.y2026i1pp98-103>

Концепция совмещения технологических операций при поливе многоопорными дождевальными машинами

Лариса Анатольевна Журавлева

Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени
К. А. Тимирязева, г. Москва, Россия

e-mail: dfz@yandex.ru

Аннотация. Совмещение технологических операций при поливе многоопорными дождевальными машинами, т.е. одновременное с водой внесение минеральных и органических удобрений, микроэлементов, химмелиорантов, ростовых веществ и пестицидов позволяет в значительной степени сократить требуемый парк машин, уменьшить воздействие на почву ходовых систем агрегатов, повысить производительность, снизить трудоемкость и стоимость производства работ. Сроки проведения работ по поливу, внесению удобрений, химмелиорантов и пестицидов совпадают между собой по времени, что облегчает задачу. В статье представлен анализ совмещения технологических операций на базе широкозахватных дождевальных машин. Дано описание времени и вида работ, требуемых норм полива и культур. Описаны требования к удобрениям, вносимым с поливной водой и краткие рекомендации. Рассмотрена схема взаимодействия агрегатов и систем управления для осуществления максимального совмещения операций.

Ключевые слова: совмещение операций, дождевальная машина, удобрения, технология, поливная норма

Для цитирования: Журавлева Л. А. Концепция совмещения технологических операций при поливе многоопорными дождевальными машинами // Аграрный научный журнал. 2026. № 1. С. 98–103. <https://doi.org/10.28983/asj.y2026i1pp98-103>.

AGRICULTURAL ENGINEERING

Original article

The concept of combining technological operations when watering with multitower sprinklers

Larisa A. Zhuravleva

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

e-mail: dfz@yandex.ru

Abstract. Combining technological operations during irrigation with sprinkling machines, i.e. applying mineral and organic fertilizers, micronutrients, chemical ameliorants, substances stimulating the growth of crops, and pesticides with irrigation water, significantly reduces the required number of units, the impact on the soil of the walking systems, and the labor and cost of agricultural work, thereby increasing the overall productivity of the process. The timing of irrigation, fertilizers, chemical fertilizers and pesticides coincides with each other in time, which makes the task easier. The article presents an analysis of the combination of technological operations based on wide-range sprinklers. A description of the time and type of work, required irrigation standards and crops is given. The requirements for fertilizers applied with irrigation water and brief recommendations are described. The scheme of interaction of aggregates and control systems for the maximum combination of operations is considered.

Keywords: combination of operations, sprinkler machine, fertilizers, technology, irrigation rate

For citation: Zhuravleva L. A. The concept of combining technological operations when watering with multitower sprinklers. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal*. 2026;(1):98–103. (In Russ.). <https://doi.org/10.28983/asj.y2026i1pp98-103>.



Введение. Совмещение технологических операций при поливе многоопорными дождевальными машинами, т.е. внесение одновременно с водой минеральных и органических удобрений, микроэлементов, химвелиорантов, ростовых веществ и пестицидов позволяет в значительной степени сократить требуемый парк машин, уменьшить воздействие на почву ходовых систем агрегатов, повысить производительность за счет совмещения по времени, снизить трудоемкость и стоимость производства работ. Подобные разработки внедрялись в период «расцвета мелиорации» в советское время, но темпы развития сдерживались за счет невысоких на тот момент возможностей систем автоматизации, низкого уровня техники и надежности агрегатов. В 1990-е годы распад всего мелиоративного комплекса затормозил развитие технических средств полива. Площадь орошаемых земель за последние 20 лет сократилась с 6,1 млн до 4,3 млн га. Парк дождевальных машин сократился почти в 15 раз [1, 2].

Анализ состояния земель также показывает необходимость изменения подхода к процессам земледелия в целом. Согласно исследованиям, в настоящее время в России деградировано более половины земель: из 116 млн га пашни 35 млн га эродированы, 50 млн га считаются эрозионно-опасными, 250 тыс. га загрязнены тяжелыми металлами. Засоление в России наблюдается почти на 89 % сельскохозяйственных угодий [3–5].

В настоящее время хорошо известна эффективность фертигации, дающей прибавку урожайности 9–12 % по сравнению с традиционным внесением удобрений [6].

Сокращение мероприятий химической мелиорации в регионах с кислыми почвами усугубило процессы деградации агроземов. Если в двухтысячные годы кислые почвы в РФ занимали площадь 36,7 млн га, то на текущее время площадь увеличилась до 60 млн га [1]. Как известно, на кислых почвах эффективность минеральных удобрений снижается на 30–40 %, в 3–5 раз увеличивается накопление радионуклидов и тяжелых металлов. Потери агропродукции на кислых почвах достигают 16 млн т в пересчете на зерно в год [6].

Таким образом, необходим качественно новый подход и проведение исследований для обеспечения совмещения технологических операций полива, внесения минеральных и органических удобрений, микроэлементов, химвелиорантов, ростовых веществ и пестицидов при обеспечении максимальной эффективности и экологической безопасности полива.

Введение различных питательных веществ в почву через воду с помощью дождевания достигается благодаря установке различного типа гидроподкормщиков на системах орошения.

Использовать поливную технику можно и для распределения других средств химизации, к которым относятся различные пестициды и дефолианты, структурообразователи и стимуляторы роста.

Из восемнадцати классов пестицидов большинство можно вносить вместе с поливной водой или опрыскиванием. Это: гербициды, фунгициды, антифидинги, инсектициды, бактерициды, акарициды, репелленты, нематоциды, фитогормоны, дефолианты, десиканты.

Следует отметить, что к настоящему времени уже накоплен достаточный опыт по внесению гербицидов, дефолиантов и десикантов. Значительный эффект создается при применении дождевальных машин для опрыскивания ядохимикатами сельскохозяйственных культур за счет ширины захвата машин, равномерности, а также возможности полной автоматизации процесса исключая взаимодействие людей с опасными и вредными веществами [7].

Одновременное выполнение технологических операций ведет к экономии трудовых ресурсов и значительно сокращает затраты времени.

Согласно исследованиям, внедрение многоцелевых технологий применения поливной техники приведет к экономии ресурсов [3]:

- водных – на 15–20 %,
- земельных – на 5–10 %,
- трудовых – на 15–25 %,
- материальных – на 5–10 %,
- энергетических – на 10–15 %,
- временных – на 15–20%.

Цель исследования – совершенствование технологии полива широкозахватными дождевальными машинами при совмещении технологических операций внесения минеральных и органических удобрений, микроэлементов, химвелиорантов, ростовых веществ и пестицидов при обеспечении максимальной эффективности и экологической безопасности полива



Материалы и методы. Дождевание обеспечивает проведение всех видов поливов и совмещение технологических операций возможно по времени проведения и объему с видами проводимых поливов, рисунок 1, таблица 1.

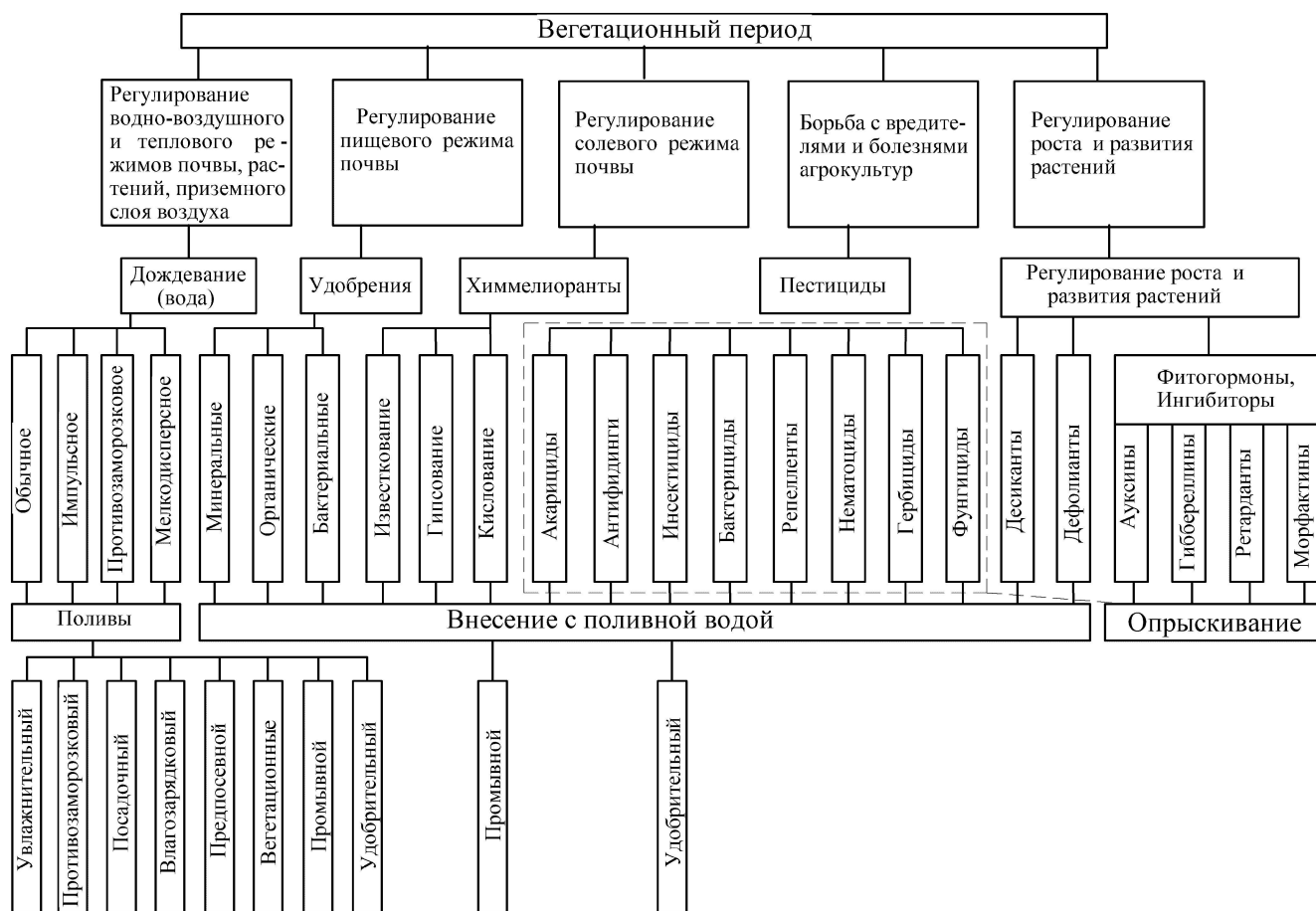


Рисунок 1 – Совмещение технологических операций на базе широкозахватных дождевальных машин [3]

Figure 1 – Combining technological operations based on wide-cut irrigation sprinkler plants [3]

В таблице 1 представлен анализ возможности проведения поливов, времени проведения технологической операции, требуемых норм полива и культур для которых эти технологии являются приемлемыми.

Таблица 1 – Характеристика поливов, время проведения и норма полива

Table 1 – Characteristics of watering, time and watering rate

Полив	Назначение и время проведения	Норма, м ³ /га	Культура
Вегетационный	Основной вид поливов	100–600	Все
Влагозарядковый	Создание запасов влаги в почве. Время – осень	1000–1200	Пшеница, ячмень, кукуруза, подсолнечник, сорго, сахарная свекла, картофель ранний, люцерна, зернобобовые
Освежительный	Дождевание в жаркую пору дня	30–100	Все
Посадочный	Для улучшения приживаемости	100–400	Овощные
Предпосевной	Для создания необходимого запаса влаги в почве	600–800	Все
Промывной	Удаление избытка солей в осенне-зимний период	2000–3500	Зерновые, хлопчатник, многолетние, травы, сахарная свекла, картофель, овощные
Противозаморозковый	Малой интенсивностью для предохранения от весенних или осенних заморозков до –7–12 °С	50–300	Овощные, ягодники, сады, виноградники
Удобрительный	Совмещается с вегетационным, предпосевным, посадочным поливами	100–120	Все



В таблице 2 в обобщенной форме представлен пример анализа возможности совмещения вносимых веществ и операций на примере озимых и зерновых культур с помощью дождевальной машины типа «Кубань-ЛК».

Таблица 2 – Совмещение вносимых веществ и операций с помощью дождевальной машины типа «Кубань-ЛК»

Table 2 – Combining the applied substances and operations using a Kuban-LK type sprinkler

Технологические операции	Возможность проведения
1. Поливы: влагозарядковые промывные	Да Да
2. Основное внесение удобрений: минеральные сухие жидкие микроудобрения навозная жижа сапрпель	Да Да Да Да
3. Пестициды:	
4. Химмелиоранты:	Да
1. Поливы: предпосевные посадочные	Да
2. Внесение удобрений: минеральные микроудобрения навозная жижа	Да Да
3. Пестициды:	
1. Поливы: вегетационные удобрительные освежительные противозаморозковые	Да Да Да
2. Подкормка удобрениями: минеральные микроудобрения органические	Да Да Да
3. Пестициды	Да
1. Дефолиация	
2. Десикация	Да

Результаты исследований. Целесообразность совмещения операций требует тщательно го анализа. Например, нормы влагозарядковых поливов большинства культур значительны, как и нормы основного внесения удобрений, и совмещение этих процессов целесообразно с технологической, экологической и экономической точки зрения.

Вегетационные поливы – основные виды поливов. В зависимости от климатической зоны, культуры и обеспеченности вегетационного периода осадками число поливов может назначаться от 2 до 10. Их рационально совмещать с внесением удобрений с применением дождевальных машин и гидрподкормщиков. При подборе оборудования ориентируются на коррозионностойкие материалы, наименее засоряемые конструкции дождевателей [4].

Совмещение же, допустим, с промывными поливами нецелесообразно, так как может привести к выносу удобрений вместе с промывной водой. Операцию промывки поливной техники можно совместить с внесением химмелиорантов. Например, раствор серной кислоты 0,8–1,0 % концентрации или раствор соляной кислоты 0,5% концентрации с поливной водой.

При возможности целесообразно проведение освежительных поливов с малыми нормами (меньше 100 м³/га). Широкозахватная дождевальная многоопорная техника обеспечивает его за счет прохода на большой скорости и укомплектовывается приспособлениями для аэрозольного или мелкодисперсного дождевания. Здесь важно обеспечение малой интенсивности полива. Это же оборудование можно использовать для внесения пестицидов опрыскиванием без подачи воды.



Подводя итог, совмещать можно следующие технологические операции:

1. Подготовительный этап:
 - промывка с внесением химмелиорантов;
 - влагозарядковый полив с основным внесением удобрений и внесением пестицидов.
2. Посев:
 - предпосевной полив с внесением удобрений и пестицидов.
3. Уход за посевами:
 - вегетационные, освежительные и противозаморозковые поливы;
 - удобрительные поливы с внесением пестицидов.
4. Уборка:
 - дефолиация,
 - десикация.

Комплектация дождевальной техники дополнительными устройствами позволяет осуществлять полив, внесение удобрений, химмелиорантов и пестицидов, т.е. осуществлять более одной операции используя один основной агрегат – широкозахватную дождевальную машину [4, 7].

При планировании совмещения операций, выбора средств и комплектования агрегатов важное значение имеет возможность растворения удобрений и воздействие химически агрессивных веществ на металлоконструкции.

Например, при азотных подкормках следует применять мочевину и аммиачную селитру, хорошо растворимые в воде. Растворы селитры более агрессивны к металлоконструкциям и растениям. Из фосфорных удобрений рекомендуется аммофос. Достоинством которого является то, что он хорошо растворяется и образует небольшое количество тонкодисперсного шлама. Аммофос содержит свободную кислоту, поэтому рекомендуется добавление мочевины, подщелачивающей раствор и нейтрализующей ее. Для калийных подкормок рекомендуется нейтральный хлористый калий, образующий минимум осадка.

При назначении режима полива следует учитывать также параметры гидроподкормщиков, технологические параметры дождевальных машин учитывая временные соотношения: полив без удобрений 70–75 %, затем 10–15 % с фертигацией и последующие 10–20 % чистой водой. Последний этап позволяет промыть оборудование и смыть химические составы с листьев.

Взаимодействие агрегатов и элементов системы управления осуществляется в соответствии со схемой на рисунке 2.

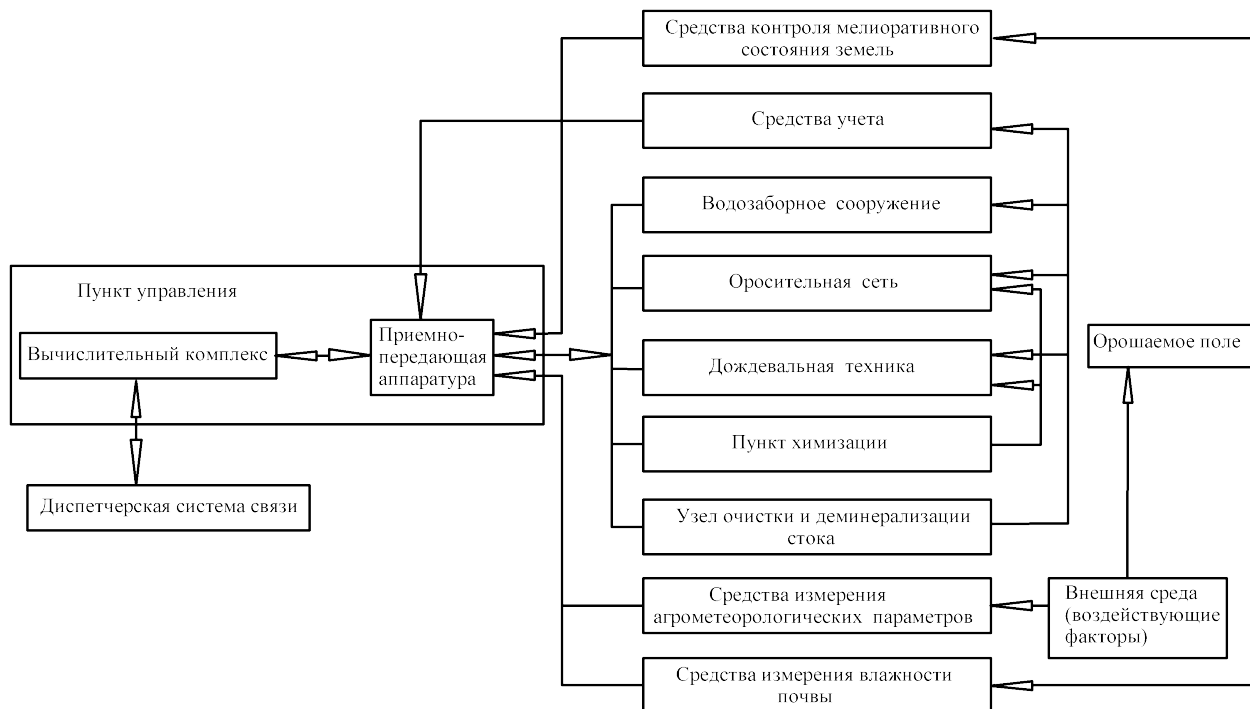


Рисунок 2- Взаимодействие агрегатов и элементов системы управления

Figure 2 – Interaction of aggregates and control system elements



Эффективность проведения почвенной химизации определяется видом применяемых препаратов, типом, состоянием и влажностью почвы, применяемой поливной техникой и другими факторами.

Заключение. Совмещение технологических операций при поливе многоопорными дождевальными машинами, т.е. одновременное с водой внесение минеральных и органических удобрений, микроэлементов, химмелиорантов, ростовых веществ и пестицидов позволяет в значительной степени повысить эффективность сельскохозяйственного производства, но требует проведения целого ряда исследований, разработки и внедрения новых агрегатов и совершенствования систем управления.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 25-26-00132).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аканова Н. И., Шильников И. А. Проблема химической мелиорации почв в земледелии Российской Федерации // *Плодородие*. 2018. № 2. С. 9–11.
2. Болотин А. Г. Стратегия развития оросительных мелиораций // *Орошаемое земледелие*. 2014. № 2. С. 9–11.
3. Губер К. В. Ресурсосберегающие технологии и конструкции оросительных систем при дождевании: дис. ... д-ра техн. наук: 06.01.02 – Сельскохозяйственная мелиорация. М., 2000.
4. Журавлева Л. А., Попков И. А., Магомедов М. С. Дождеватели широкозахватных дождевальных машин. М., 2022. 140 с.
5. Планирование водопользования при орошении сельскохозяйственных культур. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. 172 с.
6. Юрченко И. Ф. Специфика системы удобрения в орошаемом земледелии // *Агрохимический вестник*. 2018. № 3. С. 1–6.
7. Zhuravleva, L. A. The technology of fertilizing irrigation with differentiated norms using wide-reach sprinkler machines. *E3S Web of Conferences*. UESF-2024.

REFERENCES

1. Akanova N. I., Shilnikov I. A. The problem of chemical soil reclamation in agriculture of the Russian Federation. *Plodородie*. 2018;(2):9–11. (In Russ.).
2. Bolotin A. G. Strategy for the development of irrigation land reclamation. *Irrigated Agriculture*. 2014;(2):9–11. (In Russ.).
3. Guber K. V. Resource-saving technologies and designs of irrigation systems during sprinkling: dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences: 06.01.02 – agricultural land reclamation. Moscow, 2000. (In Russ.).
4. Zhuravleva L. A., Popkov I. A., Magomedov M.S. Sprinklers of wide-range sprinklers. Moscow, 2022. 140 p. (In Russ.).
5. Planning of water use in irrigation of agricultural crops. Moscow: FSBIU Rosinformagrotech, 2014. 172 p. (In Russ.).
6. Yurchenko I. F. Specifics of the fertilizer system in irrigated agriculture. *Agrochemical Bulletin*. 2018;(3):1–6. (In Russ.).
7. Zhuravleva L. A. The technology of fertilizing irrigation with differentiated norms using wide-reach sprinkler machines. *June 2024E3S Web of Conferences*. (2024)E3S Web of Conferences. UESF-2024.

*Статья поступила в редакцию 17.02.2025; одобрена после рецензирования 24.04.2025; принята к публикации 10.05.2025.
The article was submitted 17.02.2025; approved after reviewing 24.04.2025; accepted for publication 10.05.2025.*

