

# ОПРЫСКИВАЮЩИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ МУЛЬТИКОПТЕРА

## MULTICOPTER SPRAYING MODULE

**С.Н. БЫКОВ**, к.т.н.

Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, Кемерово, Россия, agro-kem@rambler.ru

**S.N. BYKOV**, PhD in Engineering

Kuzbass State Agricultural Academy, Kemerovo, Russia, agro-kem@rambler.ru

Предлагается конструкция устройства, устанавливаемого на мультикоптер для реализации технологии точечного опрыскивания растений. При поражении отдельных небольших участков поля обработка всего поля с экологической и экономической точки зрения не целесообразна. Выезд в поле трактора, оснащенного опрыскивателем, зачастую невозможен по причине отсутствия технологической колеи и неэффективен при слишком малой площади проблемного участка. Одним из перспективных направлений решения указанной проблемы является использование беспилотных летательных аппаратов. Целью выполненных работ является разработка конструкции опрыскивающего модуля для установки его на мультикоптер. Предлагаемая нами технология точечной обработки полей с помощью мультикоптера содержит этапы аэрофотосъемки растений, составления и анализа электронных карт полей, настройки мультикоптера и навесного оборудования на выполнение запланированных работ, обработки точечных объектов опрыскиванием, оценки результатов обработки объектов. Существующие технологии опрыскивания полей предусматривают использование мультикоптеров грузоподъемностью около десяти литров рабочей жидкости. Основными ограничениями при этом являются высокая стоимость мультикоптера и невозможность точечного опрыскивания объектов малой площади. Для предлагаемой технологии возможно использование недорогих компактных мультикоптеров грузоподъемностью около двух килограммов. Разработан опрыскивающий модуль емкостью около одного литра рабочего раствора. Давление жидкости на выходе форсунки создается за счет энергии сжатого воздуха, подаваемого из специального резервуара через пневморедуктор.

Применение опрыскивающего модуля позволяет расширить ассортимент машин для защиты растений и повысить качество их опрыскивания на труднодоступных участках, на полях небольшой площади и сложной конфигурации, в условиях повышенной влажности почвы и отсутствия технологической колеи. Изготовление предлагаемой конструкции не требует сложного оборудования и инструментов. Использовать устройство целесообразно в небольших хозяйствах.

*Ключевые слова:* защита растений, опрыскиватель, беспилотный летательный аппарат, цифровые технологии, модуль.

A design of a device mounted on a multicopter for implementing the technology of spot spraying of plants is proposed. When individual small areas of the field are damaged from an environmental and economic point of view, the processing of the entire field is not advisable. The use of tractor equipped with a sprayer is often impossible due to the lack of wheeltrack and is not effective when the problem area is too small. One of the promising directions for solving this problem is the use of unmanned aerial vehicles. The aim of the work is to develop the design of the spraying module for further installation of it on a multicopter. The technology for spot processing of fields using a multicopter contains the steps of aerial photography of plants, compilation and analysis of electronic field maps, setting up a multicopter and attachments to carry out planned work, spraying point objects, and evaluating object processing results. Existing field spraying technologies involve the use of multicopter with a carrying capacity of about ten liters of working fluid. The main limitations are the high cost of the multicopter and the impossibility of spot spraying objects of small area. For the proposed technology, it is possible to use inexpensive compact multicopter with a carrying capacity of about two kilograms. A spray module of about one liter of working fluid was developed. The liquid pressure at the nozzle exit is created due to the energy of compressed air supplied from a special reservoir through a pneumatic reducing unit. The use of a spraying module allows to expand the range of machines for plant protection and improve the quality of their spraying in hard-to-reach areas, in fields of small area and of complex configuration, in conditions of increased soil moisture and lack of wheeltrack. The production of the proposed design does not require sophisticated equipment and tools. The use of the device is advisable in small farms.

*Keywords:* plant protection, sprayer, unmanned aerial vehicle, digital technology, module.

## Введение

Серьезной проблемой при возделывании сельскохозяйственных культур является засорение полей сорняками, поражение растений болезнями и насекомыми. Выбор технических средств для защиты растений методом опрыскивания обычно осуществляется на основе анализа их технических и экономических характеристик. Актуально также использовать показатели опрыскивателей, учитывающие экологические аспекты [1] и уровень использования цифровых технологий [2].

Довольно часто происходит поражение не всего поля, а только отдельных небольших участков. С экологической и экономической точки зрения обработка всего поля в этом случае не целесообразна. Выезд в поле трактора, оснащенного опрыскивателем, зачастую невозможен по причине отсутствия технологической колеи и неэффективен при слишком малой площади проблемного участка.

Одним из перспективных направлений решения указанной проблемы является использование беспилотных летательных аппаратов. С учетом специфики выполняемых задач оптимальным вариантом представляется применение летательных аппаратов вертолетного типа – мультикоптеров, обладающих высокой маневренностью, компактностью и малой энергоемкостью [3]. Использование цифровых технологий для обработки данных с видеокamеры мультикоптера позволяет получить достоверную информацию об индексе вегетации NDVI на полях и обнаружить наиболее проблемные участки, подлежащие обработке.

## Цель исследований

Разработка конструкции опрыскивающего модуля для установки его на мультикоптер.

## Материалы и методы

Предлагаемая нами технология точечной обработки полей с помощью мультикоптера содержит 5 этапов (рис. 1).

Существующие технологии опрыскивания полей предусматривают использование мультикоптеров грузоподъемностью около 10 литров рабочей жидкости [4]. Основными ограничениями при этом являются высокая стоимость мультикоптера и невозможность точечного опрыскивания объектов малой площади.

Для нашей технологии предлагаем использовать недорогие компактные мультикоптеры грузоподъемностью 1–2 кг.

Нами были определены оптимальные характеристики для таких мультикоптеров и на основе показателей конкурентоспособности выбраны оптимальные модели в нижнем и верхнем ценовом диапазоне [5].

Кроме этого, возможен вариант разработки и изготовления собственными силами специального мультикоптера для реализации предлагаемой технологии.

## Результаты и обсуждение

Главным звеном технологии является навесное оборудование для опрыскивания.

Разработан опрыскивающий модуль массой около 0,5 кг без загрузки, вмещающий около 1 литра рабочего раствора. На рис. 2 показана



Рис. 1. Этапы точечной обработки полей опрыскиванием

конструкция устройства (в разрезе), на рис. 3 показан вид спереди.

Опрыскивающий модуль состоит из кольца 5, в котором устанавливается проставка 6 с втулкой 14. В нижней части модуля устанавливается корпус 11. С левой стороны корпуса 11 устанавливается угловой штуцер 13 с форсункой 12. С правой стороны корпуса 11 устанавливается дистанционный соленоид 7 с запорным стержнем 10. Закрытое состояние канала обеспечивается пружиной 9, которая

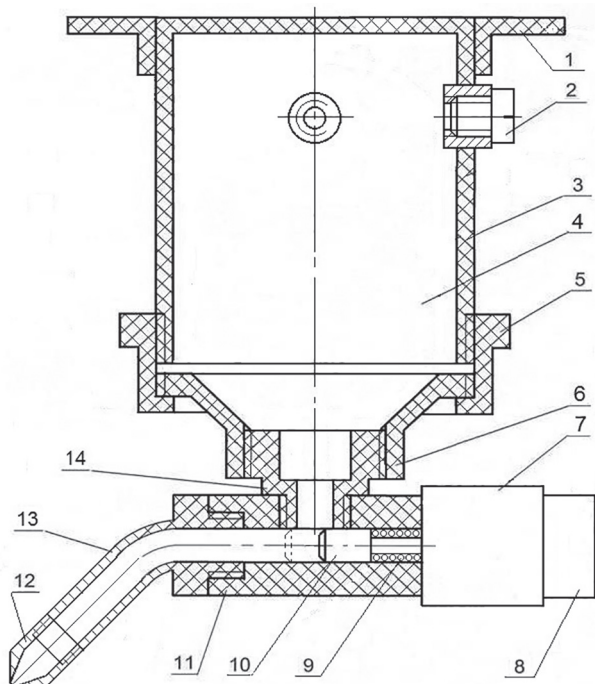


Рис. 2. Опрыскивающий модуль (продольный разрез)

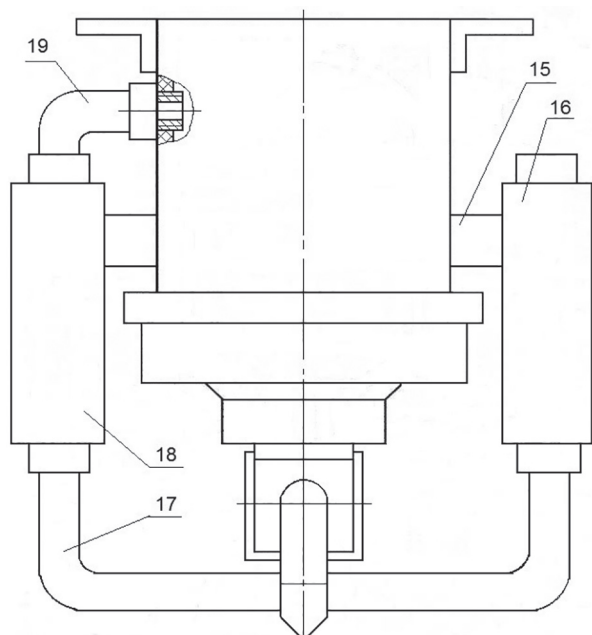


Рис. 3. Опрыскивающий модуль (вид спереди)

перемещает стержень 10 в левое положение. Открытие канала происходит при перемещении стержня 10 вправо при подаче напряжения на соленоид 7 от дистанционно управляемого реле 8.

Сверху в кольцо 5 устанавливается стакан 3 для заливания рабочей жидкости в полость 4. На стакане 3 с помощью держателя 15 закреплен резервуар высокого давления 16. Последний соединен нижним патрубком 17 (на рис. 2 не показан) с пневморедуктором 18, который через верхний патрубок 19 создает избыточное давление (10–20 атм) воздуха в верхней части полости 4 стакана 3.

Вся конструкция подвешивается на мультикоптер с помощью кронштейнов 1. Для питания дистанционного соленоида 7 и подачи на него управляющего сигнала его контакты соединяются с соответствующими клеммами на мультикоптере.

На рис. 4 схематично показан мультикоптер 20 с видеокамерой 22 и подвешенным опрыскивающим модулем 21.

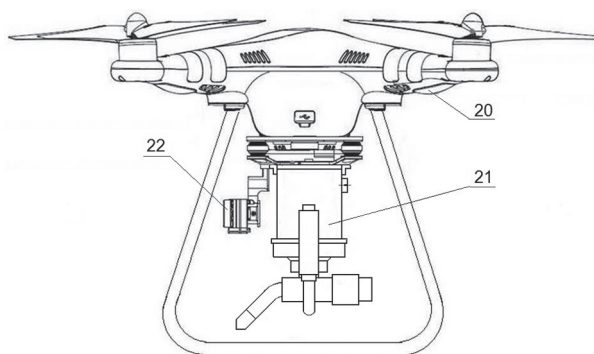


Рис. 4. Мультикоптер с опрыскивающим модулем

Устройство работает следующим образом. Рабочая жидкость объемом около 0,5 литра заливается в полость 4, и заливочное отверстие закрывается пробкой 2. На резервуаре 16 открывают клапан и воздух через пневморедуктор 19 поступает в верхнюю часть полости 4.

Далее производят пробный распыл рабочего раствора, который будет осуществляться из выходного отверстия форсунки 12. Открытие и закрытие выходного отверстия происходит за счет возвратно-поступательного движения запорного стержня 10 в диапазоне около 20 мм.

Если подтверждается необходимое качество пробного распыла, то мультикоптер можно отправлять для обработки кустарников, де-

ревьев или проблемного участка поля. Контроль процесса обработки осуществляется через видеокамеру 22. Когда рабочий раствор в емкости модуля закончится, мультикоптер возвращают, и технологический процесс опрыскивания повторяют для необработанных объектов. При снижении давления в резервуаре 16 ниже допустимого уровня его заменяют запрограммированным.

Основные технические характеристики модуля:

- ширина обрабатываемой полосы – 1–1,2 м;
- рабочая скорость мультикоптера – 6–8 км/ч;
- производительность устройства – 1,7–2,6 м<sup>2</sup>/с;
- время работы устройства до опорожнения емкости – 5–7 мин;
- обрабатываемая площадь за один вылет – 500–900 м<sup>2</sup>
- радиус действия мультикоптера – 1–1,5 км.

### Выводы

Применение опрыскивающего модуля позволит расширить ассортимент машин для защиты растений и повысить качество их опрыскивания на труднодоступных участках, на полях небольшой площади и сложной конфигурации, в условиях повышенной влажности почвы и отсутствия технологической колеи, при обработке кустарников и отдельно стоящих деревьев.

Изготовление предлагаемой конструкции не требует сложного оборудования и инструментов. Использовать устройство целесообразно в небольших хозяйствах.

### Литература

1. Быков С.Н. Экологический показатель конкурентоспособности наукоемкой машиностроительной продукции // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2017. № 1. С. 55–60.
2. Быков С.Н. Показатель «значимость информационной технологии конкурентоспособности наукоемкой машиностроительной продукции // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 12. С. 25–30.
3. Будущее АПК за беспилотниками // Российские беспилотники. Russian Drones. URL: [https://russiandrone.ru/news/budushchee\\_apk\\_zabespilotnikami/?sphrase\\_id=2686](https://russiandrone.ru/news/budushchee_apk_zabespilotnikami/?sphrase_id=2686) (дата обращения 22.09.2019).
4. Опрыскивание растений с беспилотников // RoboTrends [сайт]. URL: <http://robotrends.ru/robopedia/opryskivanie-rasteniy-s-bespilotnikov> (дата обращения 22.02.2019).
5. Быков С.Н., Бережнов Н.Н. Выбор беспилотного авиационного средства для решения задач дистанционного зондирования и восстановления агроландшафтов // АгроЭкоИнфо. 2019. № 2. С. 210–221.

### References

1. Bykov S.N. Environmental indicator of the competitiveness of high technology engineering products. *Ispol'zovanie i ohrana prirodnih resursov v Rossii*. 2017. No 1, pp. 55–60 (in Russ.).
2. Bykov S.N. The indicator “importance of information technology” competitiveness of high technology engineering products. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*. 2018. No 12, pp. 25–30 (in Russ.).
3. Budushchee APK za bespilotnikami [Elektronnyj resurs] [The future of agriculture is in drones]. *Rossijskie bespilotniki. Russian Drones [sajt]*. URL: [https://russiandrone.ru/news/budushchee\\_apk\\_zabespilotnikami/?sphrase\\_id=2686](https://russiandrone.ru/news/budushchee_apk_zabespilotnikami/?sphrase_id=2686) (data obrashcheniya 22.09.2019).
4. Opyskivanie rastenij s bespilotnikov [Elektronnyj resurs] [Spraying of plants from drones]. *RoboTrends [sajt]*. URL: <http://robotrends.ru/robopedia/opryskivanie-rasteniy-s-bespilotnikov> (data obrashcheniya 22.02.2019).
5. Bykov S.N., Berezhnov N.N. The choice of unmanned aircraft for solving remote sensing and restoration of agrolandscapes. *AgroEkoInfo*. 2019. No 2, pp. 210–221 (in Russ.).