

Поспелова И.Г., Возмищев И.В., Шувалова Л.А., Широбокова Т.А., Михеева Е.А., Титов И.В.,  
Малахов М.И. Роботизация процессов в сфере агропромышленного комплекса на примере  
обеззараживания поверхностей ИК-излучением

.....  
**Электронный научно-производственный журнал  
«АгроЭкоИнфо»**  
=====

УДК 621.384.3:631.22

**Роботизация процессов в сфере агропромышленного комплекса на  
примере обеззараживания поверхностей ИК-излучением**

*Поспелова И.Г.<sup>1</sup>, Возмищев И.В.<sup>2</sup>, Шувалова Л.А.<sup>1</sup>, Широбокова Т.А.<sup>3</sup>, Михеева Е.А.<sup>1</sup>,  
Титов И.В.<sup>1</sup>, Малахов М.И.<sup>4</sup>*

*<sup>1</sup>Удмуртский государственный аграрный университет*

*<sup>2</sup>Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова*

*<sup>3</sup>Государственный аграрный университет Северного Зауралья*

*<sup>4</sup>МАОУ СОШ №65 Города Тюмени*

**Аннотация**

*Россия сегодня настроена на ускоренную роботизацию и цифровизацию АПК в обозримом будущем. Разрабатывается ряд федеральных программ, направленных на поддержку сельскохозяйственного производства и сельского населения страны. В настоящее время на рынке появляются роботы-дезинфекторы для обеззараживания помещений для содержания сельскохозяйственных животных и птицы, которые уничтожают различные виды патогенных микроорганизмов и бактерии. Показан общий вид роботизированной тележки для обеззараживания поверхностей ИК-излучением, которая предназначена для обработки поверхностей различного целевого назначения – поверхности в помещениях для содержания животных (птицы), зерно- и овощехранилищах, тепличных хозяйствах и т.д.*

**Ключевые слова:** РОБОТИЗАЦИЯ, ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ, ИК-ИЗЛУЧЕНИЕ, НАГРЕВ, ПОВЕРХНОСТЬ, ПРОГРАММНОЕ УПРАВЛЕНИЕ, ЖИВОТНОВОДЧЕСКИЕ ПОМЕЩЕНИЯ, АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС, БОЛЕЗНЕТВОРНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ, ИНФЕКЦИИ

---

Россия сегодня настроена на ускоренную роботизацию и цифровизацию АПК в обозримом будущем. Разрабатывается ряд федеральных программ, направленных на

Поспелова И.Г., Возмищев И.В., Шувалова Л.А., Широбокова Т.А., Михеева Е.А., Титов И.В., Малахов М.И. Роботизация процессов в сфере агропромышленного комплекса на примере обеззараживания поверхностей ИК-излучением

.....  
**Электронный научно-производственный журнал**  
**«АгроЭкоИнфо»**  
=====

поддержку сельскохозяйственного производства и сельского населения страны. Например, Министерство сельского хозяйства разработало федеральную научно-техническую программу до 2025 г. В ходе реализации этой программы предполагается увеличить на 50 % лицензионные соглашения сельхозпроизводителей с научными организациями. А доля высокотехнологичных предприятий сельского хозяйства должна вырасти до 30 %. Данные изменения должны привести к увеличению сельскохозяйственного производства на 25 % к 2025 г. Выделяются три основных инновационных направления в сельском хозяйстве: роботизация производства, информатизация, селекция и генетика. К 2030 г., по экспертным прогнозам, суммарный эффект от этих трех трендов достигнет 10 трлн рублей. 60 % будет приходиться на информатизацию, 30 % – на роботизацию, 10 % – на селекцию и генетику [1, 2].

В настоящее время на рынке появляются роботы-дезинфекторы для обеззараживания помещений, которые уничтожают различные виды патогенных микроорганизмов и бактерии. Не исключением является необходимость обеззараживания помещений для содержания сельскохозяйственных животных и птицы.

Животноводческие объекты зачастую являются источниками патогенной микрофлоры, являющейся опасной не только для животных, но и человека. Патогенная микрофлора может присутствовать как в сырье, так и в готовой продукции. Чтобы обеспечить благополучие животных, в том числе и птицы, не только по инфекционным заболеваниям, повышение их продуктивности и сохранности обеззараживание воздуха и рабочих поверхностей на животноводческих объектах занимает одно из важных мест. Поэтому, в настоящее время пристальное внимание уделяется изысканию новых высокоэффективных методов и средств, обеспечивающих защиту не только животных и птицы, но и внешней среды от загрязнения вредными аэрозолями (пыль, газы, микроорганизмы).

При разведении животных и птицы стараются не допускать возникновения очаговой инфекции, для этого используется профилактическая дезинфекция. Суть профилактической дезинфекции заключается в уничтожении болезнетворных микроорганизмов, которые образуются и развиваются в животноводческих помещениях.

В животноводческих и птицеводческих помещениях для обеззараживания воздуха и поверхностей используют различные методы обеззараживания, такие как:

электрофизические, электрохимические, электролитические и т. д.

Наиболее распространенными способами дезинфекции являются фильтрация, УФ-облучение, озонирование, ионизация, аэрозольная санация.

Большее количество обеззараживающих методов используют в отсутствие животных и человека, так как они оказывают негативное воздействие на организм последних, но эффективны в отношении патогенной микрофлоры. Эффективность таких методов снижается за счет дополнительных затрат на перемещение животных и использование СИЗ для работников [3, 4].

Фильтрация воздуха как метод обеззараживания имеет следующие недостатки: механические частицы и микроорганизмы размером 0,3 мкм проходят через мембрану фильтра; во время фильтрации не происходит инактивации задержанных частиц; фильтр имеет ограниченный ресурс.

УФ-облучение открытого типа чаще используют при отсутствии людей и животных, а если во время их присутствия, то только при наличии специальных технологических решений. Данный метод дезинфекции имеет следующие недостатки: используется только одна спектральная линия, поэтому инактивация происходит только тех микроорганизмов, чувствительность которых совпадает или близка к спектральной линии излучения лампы. Данный спектр ультрафиолета практически не оказывает влияния на плесневые и дрожжевые грибы, а также опасно для глаз при прямом воздействии.

Озонирование как метод обеззараживания используется только в отсутствие людей, животных и птиц, так как оказывает негативное воздействие на органы дыхания. Использование озона при больших концентрациях зарекомендовало себя как одно из самых результативных способов для дезинфекции помещений. Он эффективен в отношении практически всех патогенных микроорганизмов. Рентабельность данного метода, опять же, будет зависеть от затрат на перемещение и временное содержание животных и птицы, а также затрат на использование соответствующей защиты для человека. При малых концентрациях озона эффективность как метода дезинфекции мала.

Методы химической дезинфекции воздуха и поверхностей мелкодисперсным распыливанием дезинфицирующего средства используются только в отсутствие людей и требуют длительного проветривания помещений.

Поспелова И.Г., Возмищев И.В., Шувалова Л.А., Ширококова Т.А., Михеева Е.А., Титов И.В., Малахов М.И. Роботизация процессов в сфере агропромышленного комплекса на примере обеззараживания поверхностей ИК-излучением

.....  
**Электронный научно-производственный журнал**  
**«АгроЭкоИнфо»**  
=====

Эффективность ионизирующего излучения, как дезинфектанта, будет зависеть от дозы облучения, т.е. необходим постоянный контроль за гамма-излучением. Недостатками данного метода является негативное воздействие излучения в виде покраснения кожи, выпадения волос и т.д. [5, 6].

Использование ИК-излучения для обеззараживания в животноводческих помещениях позволит не только оптимизировать микробный фон, но и снизить влажность воздуха, особенно в зимний период.

**Цель исследования** – разработка роботизированной тележки для обеззараживания поверхностей ИК-излучением.

#### **Материалы и методы**

На рис. 1 показан общий вид роботизированной тележки для обеззараживания поверхностей ИК-излучением и рама для регулирования ИК-горелок по высоте.

Данная тележка предназначена для обработки поверхностей различного целевого назначения – поверхности в помещениях для содержания животных (птицы), зерно- и овощехранилищах, тепличных хозяйствах и т. д., относится к сельскому хозяйству. Техническим результатом, достигаемым при реализации данного устройства, является автоматизация процесса обеззараживания, что позволит расширить спектр использования устройства на различных поверхностях, с любыми вредителями, а контролирование температуры позволит использовать установку энергоэффективнее.

#### **Результаты и обсуждение**

Разработанная роботизированная тележка работает следующим образом. Газ из баллона подается на редуктор, где посредством распределительной гребенки расходится по резиновым армированным газовым шлангам и поступает в ИК-горелки. Газ, сгорая в горелках нагревает керамические элементы, которые излучают ИК-лучи. ИК-горелки на раме крепятся в ряд (или несколько рядов) по несколько штук, в зависимости от площади одновременного нагрева и масштабов производства, к раме крепятся болтовым соединением.

Для удобства перемещения рамы на нее установлена ручка и четыре мотор-колеса.

Поспелова И.Г., Возмищев И.В., Шувалова Л.А., Широбокова Т.А., Михеева Е.А., Титов И.В.,  
Малахов М.И. Роботизация процессов в сфере агропромышленного комплекса на примере  
обеззараживания поверхностей ИК-излучением

.....  
*Электронный научно-производственный журнал*  
**«АгроЭкоИнфо»**  
=====

Для удобства эксплуатации и мобильности установки газовый баллон крепят на платформе к раме. Температура нагрева поверхности зависит от следующих факторов: вида материала, шероховатости, влажности, загрязненности поверхности, времени нагрева, высоты рамы с ИК-горелками над землей, температуры поверхности, температуры окружающего воздуха и мощности ИК-горелок [7, 8].

Замеры влажности, температура поверхности, температура воздуха измеряются непосредственно перед началом выполнения работ. Редуктором газа устанавливается мощность ИК-горелок в пределах 10...15 кВт. Время нагрева регулируется скоростью перемещения устройства. Рама с ИК-горелками выполнена с возможностью регулирования высоты посредством изменения наклона кулис, приводимых в движение приводом воздушной заслонки, после получения команды от программируемого реле на изменение положения. Регулирование высоты рамы с ИК-горелками позволяет, во-первых, регулировать мощность нагрева поверхности, а во-вторых, преодолевать небольшие препятствия роботизированной тележкой.

На ручке для перемещения рамы расположен программируемый реле с дисплеем, куда будет записано 2 программы для ЭВМ.

Первая программа будет управлять процессом обеззараживания – анализировать начальные параметры (температуру, вид материала, шероховатость, влажность и загрязненность поверхности) задаваемые оператором перед началом обеззараживания, а затем задавать необходимую температуру и время обработки на одном месте для данной поверхности. Для контролирования температуры к нижней поверхности рамы устройства прикреплен датчик температуры. Программа выполнена с возможностью расчета и задачи по начальным параметрам задавать необходимую высоту рамы и время воздействия ИК-горелок на одном месте. На дисплее отражается информация для оператора о времени воздействия ИК-горелок на поверхность на одном месте.

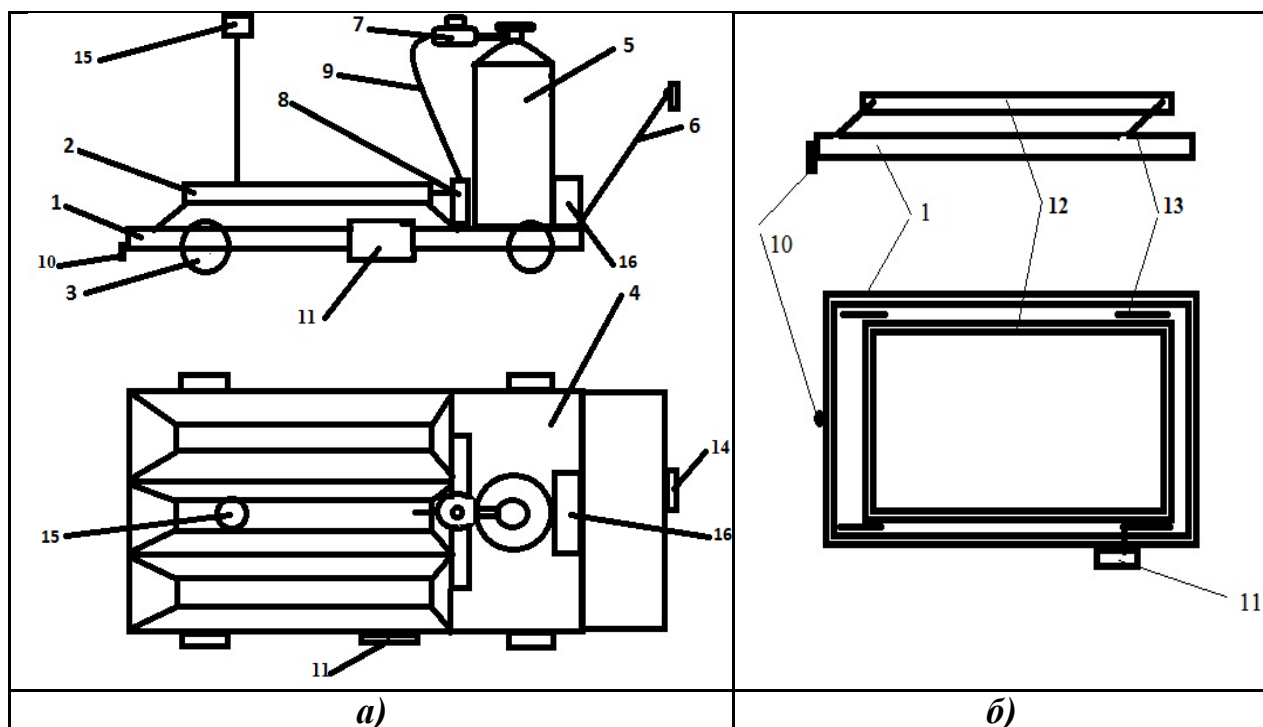


Рис. 1. Роботизированная тележка для обеззараживания поверхностей ИК-излучением  
Примечание: а – общий вид установки; б – рама для регулирования ИК-горелок по высоте: 1 – рама; 2 – ИК-горелки; 3 – электрические мотор-колеса; 4 – платформа; 5 – газовый баллон; 6 – ручка для перемещения устройства; 7 – редуктор; 8 – распределительная гребенка; 9 – резиновые армированные газовые шланги; 10 – датчик температуры; 11 – привод воздушной заслонки; 12 – рама для крепления ИК-горелок; 13 – поворотные кулисы; 14 – программируемое реле с дисплеем; 15 – лидар; 16 – аккумуляторная батарея.

Вторая программа по заданному алгоритму будет управлять за передвижением роботизированной тележки в пространстве (подобие робота-пылесоса). Алгоритм перемещения роботизированной тележки задается таким образом, чтобы не оставалось пропусков для обеззараживания поверхности, то есть с небольшим перекрытием. Положение роботизированной тележки в пространстве осуществляется посредством лидара. С его помощью тележка ориентируется в пространстве, постоянно сравнивая свои координаты со схемой перемещения, заложенные в алгоритме программы [9, 10].

Привод роботизированной тележки осуществляется от электрических мотор-колес, приводимых в движение аккумуляторной батареей. Скорость перемещения тележки регулируется первой программой, которая в зависимости от начальных параметров (температуры, вид материала, шероховатость, влажность и загрязненность поверхности) задаваемые оператором перед началом обеззараживания и получаемых данных с датчика температуры даёт команду на привод мотор-колес.

## **Выводы**

Применение ИК-излучения, как альтернативного источника энергии, для обеззараживания поверхностей помещений различного целевого назначения, например для животноводческих и птицеводческих помещений, подтверждается научными работами и специалистами в данной области. Роботизация процесса обеззараживания позволяет достичь высокой энергоэффективности за счет программного регулирования, учитывая оптимальные режимы и контролирование температуры обработки.

## **Список использованных источников:**

1. Загазежева О.З., Бербекова М.М. Основные тренды развития роботизированных технологий в сельском хозяйстве // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. - 2021. - № 5 (103). - С. 11–20. DOI: [10.35330/1991-6639-2021-5-103-11-20](https://doi.org/10.35330/1991-6639-2021-5-103-11-20).

2. Довлатов И.М. Способы обеззараживания воздуха от патогенной микрофлоры в птицеводческих помещениях / И.М. Довлатов, Л.Ю. Юферев // Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса: Коллективная монография / Под редакцией В.В. Окоркова. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Верхневолжский федеральный аграрный научный центр", 2019. – С. 305–308.

3. Поспелова И.Г., Возмищев И.В., Ниязов А.М. К вопросу о способах обеззараживания почвы в защищенном грунте // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. - 2020. - Т. 67. - N3(40). - С. 45–49.

4. Широбокова Т.А., Поспелова И.Г., Набатчикова М.А. и др. Разработка энерго-ресурсосберегающих осветительных установок для АПК // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. - 2020. - Т. 67. - N3(40). - С. 95–102.

5. Поспелова И.Г. Разработка энерго- ресурсосберегающих установок для обеззараживания почвы и субстрата / И.Г. Поспелова, И.В. Возмищев, И.Р. Владыкин // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2021. – Т. 68. – № 4(45). – С. 3-8. – DOI: [10.22314/2658-4859-2021-68-4-3-8](https://doi.org/10.22314/2658-4859-2021-68-4-3-8).

6. Поспелова И.Г. Расчет газовых ИК-горелок для обеззараживания почвы и субстрата в защищенном грунте / И.Г. Поспелова, И.В. Возмищев, И.Р. Владыкин // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2021. – Т. 68. – № 4(45). – С. 143–147. – DOI: [10.22314/2658-4859-2021-68-4-143-147](https://doi.org/10.22314/2658-4859-2021-68-4-143-147).

7. Обеззараживание почвы и субстрата ИК-излучением с автономной системой электроснабжения / И.Г. Поспелова, И.В. Возмищев, А.М. Ниязов [и др.] // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2022. – Т. 69, № 1(46). – С. 79-83. – DOI: [10.22314/2658-4859-2022-69-1-79-83](https://doi.org/10.22314/2658-4859-2022-69-1-79-83). – EDN LELGVK.

Поспелова И.Г., Возмищев И.В., Шувалова Л.А., Широбокова Т.А., Михеева Е.А., Титов И.В., Малахов М.И. Роботизация процессов в сфере агропромышленного комплекса на примере обеззараживания поверхностей ИК-излучением

.....  
**Электронный научно-производственный журнал  
«АгроЭкоИнфо»**  
=====

8. Автономная система электроснабжения установки для обеззараживания поверхностей ИК-излучением в защищенном грунте / И.Г. Поспелова, И.В. Возмищев, А.М. Ниязов [и др.] // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2022. – Т. 69, № 2(47). – С. 20-24. – DOI: [10.22314/2658-4859-2022-69-2-20-24](https://doi.org/10.22314/2658-4859-2022-69-2-20-24). – EDN QOTCGP.

9. Kabaloev T.Kh., Bekuzarova S.A., Nurmetov R.D., et al. The disinfestation of soil in greenhouses. Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. - 2019. - Vol. 6. Iss. 7. 13761-13765.

10. Guo H., Zhao X., Di Gioia F., et al. Optimizing anaerobic soil disinfestation for fresh market tomato production: nematode and weed control, yield, and fruit quality. Scientia Horticulturae. - 2017. - Vol. 218. 105–116.

=====

**Цитирование:**

Поспелова И.Г., Возмищев И.В., Шувалова Л.А., Широбокова Т.А., Михеева Е.А., Титов И.В., Малахов М.И. Роботизация процессов в сфере агропромышленного комплекса на примере обеззараживания поверхностей ИК-излучением [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2024. – № 1. – Режим доступа: [http://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/1/st\\_122.pdf](http://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/1/st_122.pdf) DOI: <https://doi.org/10.51419/202141122>.