

СТАТЬИ

УДК 614.842/.847:631.145/.147

**ОБ ИНТЕГРАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ НАУКОЕМКИХ  
АГРО-ПОЖАРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**<sup>1</sup>Белозеров В.В., <sup>1</sup>Катин О.И., <sup>2</sup>Никулин М.А.**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,  
Ростов-на-Дону, e-mail: safeting@mail.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»,  
Тюмень, e-mail: pojar\_2003@mail.ru

Статья посвящена проблемам развития наукоемких технологий в сельском хозяйстве и противопожарной защите сельхозугодий и лесных массивов. Описаны примеры наиболее современных решений в области мониторинга состояния сельскохозяйственных культур и лесов с помощью беспилотных летательных аппаратов и мотодельтапланов, малой авиации и вертолетов. Приводятся результаты сравнительного анализа затрат и производительности по обработке сельхозугодий, включая решения, применяемые для тушения степных и лесных пожаров в России. Описываются последние достижения в разработке дирижаблей для этих целей, включая запатентованный авторами способ использования гибридных дирижаблей при патрулировании труднодоступных и удаленных территорий, для обнаружения и борьбы с пожарами с применением нанотехнологии газоразделения для замены основного огнетушащего средства (воды) на атмосферный азот. В этом случае исключается основной недостаток современной противопожарной авиации – необходимость возврата к водоему или аэродрому для пополнения запасов воды, при этом кардинально снижаются затраты по тушению пожаров на больших площадях, а также появляется возможность «беспарашютного десантирования» спасателей или специалистов с противопожарной или сельскохозяйственной техникой. Представлены результаты синтеза модели интеграции противопожарных функций и агротехнологий точного земледелия в агропожарном дирижабле.

**Keywords:** агротехнологии, беспилотные летательные аппараты, сельскохозяйственная авиация, противопожарная авиация, мембранные и терромагнитные нанотехнологии, интеграция технологий безопасности и агротехнологий, гибридные дирижабли

**ABOUT INTEGRATION OF MODERN SCIENTIFIC  
AGRO-FIRE TECHNOLOGIES**

**<sup>1</sup>Belozеров V.V., <sup>1</sup>Katin O.I., <sup>2</sup>Nikulin M.A.**

<sup>1</sup>Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: safeting@mail.ru;

<sup>2</sup>State Agrar University of the Northern Trans-Urals, Tyumen, e-mail: pojar\_2003@mail.ru

The article is devoted to the problems of the development of science-intensive technologies in agriculture and fire protection of agricultural lands and forests. Examples of the most modern solutions in the field of monitoring the state of agricultural crops and forests using unmanned aerial vehicles and motor hang-glanders, small aircraft and helicopters are described. The article presents the results of a comparative analysis of the costs and productivity of processing farmland, including solutions used to extinguish steppe and forest fires in Russia. The latest advances in the development of airships for these purposes are described, including the patented method of using hybrid airships when patrolling hard-to-reach and remote areas, for detecting and fighting fires using gas separation nanotechnology to replace the main extinguishing agent (water) by atmospheric nitrogen. In this case, the main drawback of modern fire-fighting aviation is eliminated – the need to return to a reservoir or an airfield to replenish water supplies, while the costs of extinguishing fires in large areas are dramatically reduced, and there is also the possibility of «parachute-free landing» of rescuers or specialists with fire-fighting or agricultural equipment. The results of the synthesis of a model for the integration of fire-fighting functions and agricultural technologies of precision farming in an agro-fire airship are presented.

**Keywords:** agricultural technologies, unmanned aerial vehicles, agricultural aviation, anti-fire aviation, membrane and thermomagnetic nanotechnologies, integration of safety and agricultural technologies, hybrid airships

Современное направление развития сельского хозяйства связано с внедрением агротехнологий точного земледелия, основы которого были заложены в середине прошлого века академиком ВАСХНИЛ И. С. Шатиловым [1].

Однако в системе современного отечественного растениеводства, которое «отошло» и от органического земледелия 19-го века [2], и от «природоподобных технологий» академика И.С. Шатилова 20-го века,

очевидно, из-за «потребительских экономических моделей» и «устаревшей» концепции продовольственной и водной безопасности ФАО [3], российские чиновники «забыли» о том, что почва является «живой» и требует особого отношения, для сохранения плодородия [2,4].

В настоящее время в мире на значительных площадях уже используются так называемые альтернативные системы земледелия, например, биодинамическое

земледелие и способы землепользования без обработки почвы, позволяющие получать не только достаточно высокие и рентабельные урожаи, но и восстанавливающие состав и структуру почвы, чтобы будущие поколения имели почву с более высоким уровнем плодородия [2,5].

Однако, не менее сложной и важной задачей является сохранение урожая от природных и техногенных событий [5,6], в том числе от пожаров сельхозугодий, лесов и торфяников, которые не только уничтожают урожаи полей и садов, но делают непригодным для посевов на долгое время верхний слой почвы [6,7].

Цель исследования – нахождение условий самоорганизации агротехнологий и технологий противопожарной защиты сельхозугодий. Дело в том, что в настоящее время и для агротехнологий точного земледелия, и для контроля состояния почв, и для раннего обнаружения загораний разрабатываются и применяются различные системы мониторинга полей, садов и лесов, начиная от малой авиации и дельтапланов (рис. 1), и заканчивая беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) и спутниками [8-11], но все это, по мнению авторов, делается бессистемно [3,12,13].

### Результаты исследования и их обсуждение

У малой авиации большая дальность полета и грузоподъемность, что позволяет не только контролировать, но и обрабатывать большие территории, однако затраты на их эксплуатацию достаточно велики. [9].

Легкие летательные аппараты, такие как «Бекас», «СУ-38», «Спектр», «НАРП» (рис. 1 «в») пользуются большим спросом и способны обрабатывать более 1000 гектаров в день [9]. Для обработки меньших территорий активно применяются мотодельтапланы (рис. 1 «б»), оснащенные специальными распыляющими установками, среди которых наиболее распространены: «Агротруль-04», «Горизонт» и др. При этом производительность таких аппаратов достигает 500 гектаров в день [13]. Для распыления химикатов применяются и вертолеты (рис.1 «г»), отличительной особенностью которых является более точная обработка сельхозугодий, чем у мотодельтапланов и самолетов, а воздействие на распыляемое вещество потоков воздуха от винта обеспечивает его более равномерное распределение. Однако затраты при этом колеблются около 40 тысяч рублей за один летный час [10].



а)



б)



в)



г)

Рис. 1. БПЛА (а), мотодельтаплан (б), малая авиация (в) и вертолеты в агротехнологиях

Развитие технологий спутниковой и оптической навигации привело к бурному росту числа БПЛА (рис.1 «а»), применяемых в различных областях деятельности человека [8], в том числе в агропромышленном комплексе. Указанные возможности навигации обеспечивают точное позиционирование над сельхозугодиями, обеспечивая возможность распознавания распространения болезней и вредителей, в том числе для последующей обработки территории различными химсоставами. В качестве примеров таких многофункциональных дронов можно привести модели P4 Multispecial и Agras T16, которые применяются для мониторинга, благодаря современной системе камер различного спектра и программным алгоритмам обработки данных (рис. 2 «а»). Однако полетное время P4 Multispecial составляет до 28 минут и радиус передачи сигнала до 7 км, а дрон Agras T16 обеспечивает управление на расстоянии до 5 км и обработку площади до 10 гектаров в час [8,13].

Малая грузоподъемность и небольшое время работы на аккумуляторах делает невозможным применение БПЛА на больших площадях, в удаленных или труднодоступных местах. Поэтому решением проблемы могут стать дирижабли, в том числе – гибридные (рис.2 «б»), сочетающих в себе свойства самолетов, дирижаблей и вертолетов [13-16].

Главное преимущество дирижаблей – минимальные затраты энергии на поддержание высоты, т.к. путем регулирования подъемной силы, они способны зависать на определенной высоте за счет аэростатического эффекта, не изменяя своей грузоподъемности. Благодаря этому, эксплуатационные затраты дирижабля при-

близительно в 1000 раз ниже эксплуатационных затрат вертолета [13,14], а стоимость производства в 10 раз меньше стоимости производства вертолета [14-16].

Принципиальным преимуществом является тот факт, что для посадки и взлета дирижаблям не требуются специально оборудованные установки и аэродромы, откуда следует их высокая эффективность в решении задач «точного земледелия», т.к. дирижабль, имея грузоподъемность, измеряемую десятками тонн, может быть оснащен любой современной навигационной аппаратурой, измерительными приборами и агротехнологическим оборудованием, в том числе для полива, внесения удобрений и т.д., как на больших площадях сельхозугодий, так и на отдельных участках полей [13,16].

В тоже время в весенне-летне-осенние сезоны, т.е. в периоды интенсификации агротехнических процессов земледелия, растениеводства, садоводства и лесоводства, в т.ч. из-за «человеческого фактора» и высокой температуры воздуха, повышается вероятность возникновения пожаров сельхозугодий и лесных массивов [11].

Авиалесоохрана и МЧС России обладает крупным и укомплектованным парком пожарных самолетов и вертолетов. В их числе самый большой в мире вертолет МИ-26, а также Ми-8 (рис. 3 «в») и «г»), и самолеты Ил-76ТД и БЕ-200 (рис. 3 «а») и «б»). Ил-76ТД оснащен резервуарами объемом 42 тонны и способен опустошить их за 8 секунд, однако, для наполнения резервуаров ему требуется возвращаться на аэродром, как и вертолетам – до ближайшего водоема. БЕ-200 заполняет свои резервуары водой в течение 16-ти секунд в режиме глиссирования по поверхности водоемов [11-12].



Рис. 2. Сканирование сельхозугодий с БПЛА (а) и дирижабль (б)



Рис. 3. Самолеты ИЛ-76Т (а) и БЕ-200 (б), вертолеты Ми-8 (в) и Ми-26 (г)

Пожарные вертолеты МИ-8МТВ-1 и МИ-26Т выполняют задачу тушения пожара с большей точностью, для чего оснащаются специальными внешними подвесными водосливными устройствами (ВСУ). К МИ-8 подвешивается ВСУ-5 емкостью на 4 тонны воды, а МИ-26Т оснащается ВСУ-15 емкостью до 15 тонн. При этом вертолеты могут перевозить личный состав к месту пожара или выполнять эвакуацию, а также осуществлять эффективное тушение на местности со сложным рельефом, доступ к которой для самолетов невозможен [17].

Тем не менее, существенными недостатками применения вертолетов и самолетов являются,

во-первых, отсутствие, как правило, водоемов и аэродромов вблизи мест загораний и пожаров, что приводит к «паузам» в туше-

нии пожаров, из-за необходимости перемещения между водоемами и очагами горения для дозаправки водой, а также для заправки топливом, в результате чего пожар успева-

ет распространиться, во-вторых, значительные затраты, как на эксплуатацию в пожароопасный период, так и на обслуживание авиационной техники и «простой персонала» в зимние периоды.

Для устранения главных недостатков – ограниченности огнетушащего состава (ОТС) и непроизводительного «пережога топлива» на перелеты к водоемам, при дозаправке водой, для вертолета Ми-26 [18] и для вертолета Ми-8 [19] были разработаны способы тушения лесных и степных пожаров атмосферным азотом, защищенные патентами РФ.

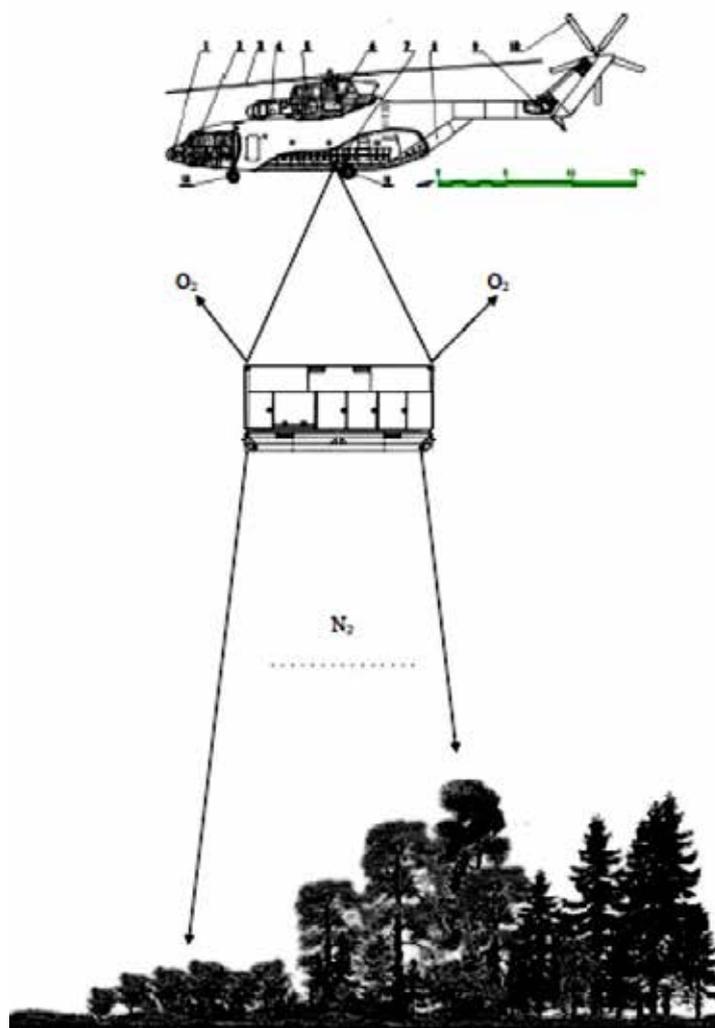


Рис.4. Тушение лесного пожара вертолетом Ми-26 с азотной мембранной станцией

Сущность способа обнаружения, предотвращения распространения и тушения лесных пожаров атмосферным азотом с помощью вертолета Ми-26 заключается в том, что к узлу его внешней подвески (рис. 4), вместо водосливных устройств подвешивается контейнерная мембранная азотная станция, выделяющая из окружающего воздуха азот и сжимающего его от 5 до 400 атмосфер (в зависимости от высоты зависания станции над очагом пожара), для подачи через нижний ресивер-охладитель-распылитель контейнера потока атмосферного азота, как флегматизатора и охладителя, выдавливающего воздух с продуктами горения из зоны горения леса, подавляя, таким образом, горение и распространение огня, путем охлаждения сжатого азота, в ресивере-охладителе-распылителе с помощью вихревых модули Азарова, а для создания конуса распыления охлажденного азота в зону горе-

ния, установлены сопла Лавалья, создающие необходимый поток охлажденного азота. При этом отделяемый мембранной азотной станцией кислород с остальными газами через верхний ресивер-распылитель контейнера по её периметру подается через сопла Лавалья под определенным углом в сторону вертолета, компенсируя, таким образом, реактивную составляющую потока охлажденного азота, и защищая двигатель от «помпажа», а интенсивность подачи охлажденного азота регулируется в зависимости от высоты зависания станции над очагом пожара, с помощью изменения давления (от 5 до 400 атмосфер), в т. ч. по результатам расчета предполагаемых температур и концентраций кислорода в очаге пожара, прекращающих горение и возможность его повторного возникновения, по стандартным параметрам процессов: охлаждения, флегматизации и ингибирования [18].



Рис.5. Схема тушения ландшафтных пожаров вертолетом Ми-8 с ТМСВ

Сущность способа обнаружения и тушения вертолетом Ми-8 ландшафтных пожаров инертными атмосферными газами, заключается в том, что вместо его узла внешней подвески для водосливных устройств, монтируется устройство, состоящее из группы термомагнитных сепараторов воздуха (ТМСВ), располагаемых по диаметру винта (рис. 5), которые преобразуют поток окружающего воздуха от винта вертолета в поток инертных газов, путем удаления из него кислорода, и подавления с помощью флегматизации, ингибирования и охлаждения таким потоком, обнаруженного при патрулировании пожара – зависанием и последующим барражированием площади горения. При этом для обеспечения охлаждения получаемого потока инертного газа, на выходе каждого ТМСВ используются вихревые модули Азарова, а отделяемый ТМСВ кислород выводится по периметру устройства из группы ТМСВ под определенным углом в сторону винта вертолета, для предотвращения помпажа двигателя из-за продуктов горения [19].

Охлаждение «диамагнетиков» на выходе ТМСВ может достигать отрицательных температур летом и осуществляется вихревыми модулями Азарова тем же потоком воздуха от винта, что позволит пожарному вертолету не только локализовать природный пожар, но и ликвидировать его полностью, так как поток «диамагнетиков» при зависании вертолета над очагом пожара не только потушит пламя, отсекая горящую растительность от кислорода воздуха, но и охладит периметр пожара, позволив,

тем самым, применить обваловочную технику, отсекая пожар от остального массива [18,19].

Естественно, возникает идея использовать главные преимущества дирижаблей – грузоподъемность и минимальные затраты энергии на поддержание высоты и передвижение, чтобы создать агро-пожарный дирижабль, позволяющий реализовывать одновременно и экономно, необходимые агротехнологии и противопожарную защиту сельхозугодий, виноградников, садов и лесных массивов. И такая модель была разработана (рис.6), путем комплексирования «бесконечного источника огнетушащего состава» (БИОТС), которым является контейнерная азотная станция с мембранным сепаратором воздуха, выпускаемая ООО Краснодарский компрессорный завод» [20].

В отличие от способа обнаружения и тушения пожаров сельхозугодий, степных и лесных массивов атмосферным азотом с помощью вертолета Ми-26 [18], контейнер азотной мембранной установки (АМУ) и вспомогательный контейнер для агротехнологий являются «1-м этажом» комплекса жесткой подвески дирижабля, которые в силу своих массогабаритных характеристик (габариты контейнерной АМУ – 6,0×2,5×3,6 м., масса – 11500 кг; габариты контейнера для агротехнологий такие же, а максимальная масса до 22000 кг.) заменяют необходимые «причальные устройства», а на «2-м этаже» монтируется кабина пилота с необходимыми отсеками (рис.6), для реализации технологических и вспомогательных функций [20].

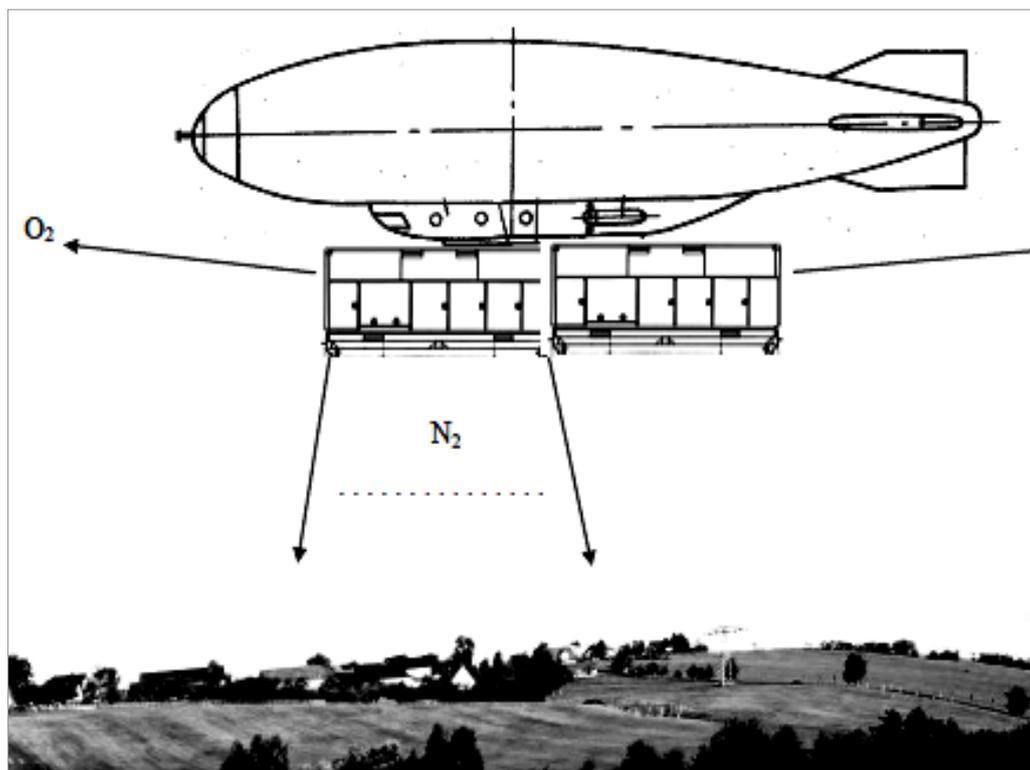


Рис. 6. Агро-пожарный дирижабль

Таким образом, сущность интеграции агротехнологий и противопожарной защиты сельхозугодий и лесных массивов с помощью дирижабля заключается в том, что, для мониторинга состояния сельхозугодий и лесных массивов, а также для выполнения указанных агротехнологий в них, используется дирижабль, оснащенный соответствующими приборами, оборудованием и веществами для этих целей, который осуществляет патрулирование, сельхозугодий, торфяников, степных и лесных массивов, а для тушения обнаруженных пожаров используют контейнерную мембранную азотную станцию, которая, выделяя из окружающего воздуха азот, подает его под давлением в зону горения через нижний ресивер-охладитель-распылитель контейнера, выполняющий флегматизацию, ингибирование и охлаждение очагов пожара, путем выдавливания воздуха из зоны горения потоком охлажденного азота, что обеспечивается вихревыми модулями Азарова и соплами Лаваля. При этом контроллер контейнерной мембранной азотной станции рассчитывает и управляет не только интенсивностью подачи охлажденного азота, но и «конусом подачи» указанного потока азота, подавляющими процессы горения, в зависимости от высоты зависания дирижабля над очагом

пожара, а отделяемый мембранной азотной станцией кислород с остальными газами через верхний ресивер-распылитель контейнера с соплами по его периметру подается по горизонтали, сбивая конвективные потоки и дым, которые мешают управлению дирижаблем при тушении пожара, при этом приборы и оборудование для агротехнологий расположены в отсеках кабины пилота, а необходимые вещества (например, вода, удобрения и т.д.), включая устройства их подачи – во вспомогательном контейнере, закрепленном к несущему корпусу и кабине пилота [20].

Принципиальным отличием является так же тот факт, что контейнерная мембранная азотная станция закреплена к несущему корпусу, кабине пилота и к вспомогательному контейнеру упомянутого дирижабля, что, благодаря весу и конструкции стандартных контейнеров, обеспечивает приземление и стоянку дирижабля без причальных конструкций, а в случае необходимости во вспомогательном контейнере, закрепленном к несущему корпусу и кабине пилота, может располагаться специальная техника с пожарными-спасателями и/или агроспециалистами, легко десантируемые в требуемое место (без парашютов), для организации противопожарной обороны и/или

выполнения агротехнологий точного земледелия, включая специальную технику [13].

Если в процессе круглосуточного патрулирования дирижабля, в т.ч. при интенсивном расходе горючего контейнерной мембранной азотной станцией при тушении пожаров, необходима заправка топливом, то дозаправку можно осуществить в воздухе с помощью транспортного дирижабля, либо с помощью вертолета, не останавливая процесса тушения пожара и/или патрулирования по маршруту [20].

### Выводы

Предлагаемая интеграция создает основу для взаимодействия Агропрома и МЧС РФ и обеспечивает:

во-первых, возможность оснащения дирижаблей любой аппаратурой диагностики, реализующей мониторинг окружающей среды и подстилающей поверхности, которую невозможно поставить на БПЛА, и трудно адаптировать в бортовые варианты для вертолетов и самолетов;

во-вторых, экономичность передвижения и простоту «зависания и приземления» дирижабля по необходимости при патрулировании по маршруту, в т.ч. без применения «причальных строительных конструкций», включая полив, распыление удобрений и химикатов защиты, а также пожаротушение;

в-третьих, реализуемость безопасного и удобного (без парашютного) «десантирования» агро-специалистов и/или пожарных-спасателей с необходимыми техническими средствами в любом месте маршрута патрулирования дирижабля, что невозможно не только для БПЛА, но и для самолетов, а также для всех вертолетов, кроме МИ-26,

в-четвертых, возможность круглосуточного патрулирования и реагирования на чрезвычайные ситуации по оптимальным маршрутам территорий всех регионов России, включая горные районы, что недоступно ни существующим средствам, ни отдельными службам (МЧС, Рослес, Агропром) из-за ограниченности материальных и людских ресурсов,

в-пятых, точность и эффективность в создании и ведении, в т.ч. в реальном масштабе времени, единой базы данных сельхозугодий, степных и лесных массивов для всех служб и Администраций регионов России (МЧС, Рослес, Агропром и др.),

в-шестых, сокращение затрат на тушение пожаров сельхозугодий, степных и лесных пожаров и ущерба от них, и осуществление регулярного наблюдения за степными и лесными массивами не только в зонах их активной охраны, в т.ч. за сельхозугодиями,

но и для выполнения на них агротехнологий точного земледелия,

в-седьмых, эмерджентность такой интеграции для России с её территориями земледелия, степями и лесными массивами.

Принимая во внимание, что эксплуатационные затраты на передвижение дирижабля и его зависание над любым местом региона охраны и/или точного земледелия на несколько порядков ниже затрат других авиационных средств [13], а азотная мембранная станция является «бесконечным источником огнетушащего состава» из атмосферы [21,22], что не требует доставки к очагу пожара воды или других огнетушащих средств, реализация предлагаемого подхода создает не только научно-технологический приоритет РФ в технологии тушения ландшафтных пожаров [19,20,23], но и обладает неконкурируемым качеством, за счет предлагаемой интеграции способов.

### Список литературы

1. Шатилев И.С., Чудновский А.Ф. Агрофизические, агрометеорологические и агротехнические основы программирования урожая: Принципы АСУ ТП в земледелии Л.: Гидрометеоиздат, 1980. 320 с.
2. Алекс Подолинский. Введение в биодинамическое земледелие. М.: Духовное познание, 2003. 212 с.
3. Белозеров В.В., Долаков Т.Б. О синергетическом подходе к решению проблем водной и продовольственной безопасности // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса: сборник трудов XII Международной научно-практической конференции «Интерагро-маш-2019». Ростов н/Д: ДГТУ, АНЦ «Донской», 2019. С. 572-577.
4. Ученые предупреждают: инерционный путь развития АПК ведет в тупик // Инфопроекты «EduRUS» [Электронный ресурс]. URL: [http://www.edurus.ru/edunauka/selskochozyaistvo/334820.htm#.YK\\_PXNqzbIU](http://www.edurus.ru/edunauka/selskochozyaistvo/334820.htm#.YK_PXNqzbIU) (дата обращения: 28.05.2021).
5. Аль Майди, Али Аббас Хашим. Пути увеличения и повышения эффективности производства зерна // Молодой ученый. 2015. № 4 (84). URL: <https://moluch.ru/archive/84/15787/> (дата обращения: 28.05.2021).
6. Можейко О. Комплексная система защиты зерновых культур // Глав. Агроном. 2021. № 1379. [Электронный ресурс]. URL: <https://glavagronom.ru/articles/kompleksnaya-sistema-zashchity-zernovykh-kultur> (дата обращения: 28.05.2021).
7. Пожары и пожарная безопасность в 2019 году: Статистический сборник / Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2020. 80 с.
8. Шевченко А.В., Мигачев А.Н. Обзор состояния мирового рынка беспилотных летательных аппаратов и их применения в сельском хозяйстве // Робототехника и техническая кибернетика. 2019. Т. 7. №3. С. 183-195. DOI: 10.31776/RTSJ.7303.
9. Перспективы применения малой и беспилотной авиации в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. URL: <https://agrostory.com/info-centre/agronomists/perspektivy-primeneniya-maloy-aviatsii-v-selskom-khozyaystve> (дата обращения: 27.05.2021).
10. Вертолеты на службе у сельского хозяйства [Электронный ресурс]. URL: <https://helico-russia.ru/blog/vertolety-na-sluzhbe-u-selskogo-khozyaystva> (дата обращения: 27.05.2021).

11. Россия тушит мир: на что способны отечественные пожарные самолёты [Электронный ресурс]. URL: <https://life.ru/p/945443> (дата обращения: 27.05.2021).
12. Самолет-амфибия Бе-200ЧС [Электронный ресурс]. URL: <http://www.beriev.com/rus/be-200/Be-200ES.html> (дата обращения: 27.05.2021).
13. Белозеров В.В., Катин О.И., Никулин М.А. Обоснование применения противопожарного дирижабля в сельском и лесном хозяйстве // Перспективные разработки и прорывные технологии в АПК: сборник материалов национальной научно-практической конференции, (Тюмень, 21-23 октября 2020 г.). Тюмень: издательство Государственного аграрного университета Северного Зауралья, 2020. С. 4-10.
14. Семичастный О.В. Авиационные системы: экспресс-информация. США (по материалам зарубежной печати // ЭИ. 2015. № 49. [Электронный ресурс]. URL: [http://tlib.gosniias.ru/get\\_issue.php?id=33275](http://tlib.gosniias.ru/get_issue.php?id=33275) (дата обращения: 31.05.2021).
15. Au-12 Двухместный дирижабль [Электронный ресурс]. URL: <http://rosaerosystems.ru/airships/obj10> (дата обращения: 28.05.2021).
16. Многоцелевой дирижабль Au-30 [Электронный ресурс]. URL: <http://rosaerosystems.ru/airships/obj676> (дата обращения: 28.05.2021).
17. МЧС России – Авиация – Техника [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mchs.gov.ru/ministerstvo/uchrezhdeniya-mchs-rossii/spasatelnye-podrazdeleniya/aviaciya/tehnika> (дата обращения: 27.05.2021).
18. Белозеров В.В., Ворошилов И.В., Зимовнов О.В., Никулин М.А., Обухов П.С., Белозеров Вл. В. Способ обнаружения, предотвращения распространения огня и тушения лесных пожаров атмосферным азотом с помощью вертолета // Патент РФ № 2730906. Патентообладатели: ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», ООО «Краснодарский Компрессорный Завод». 2020. Бюл. № 24.
19. Абросимов Д.В., Белозеров В.В., Зимовнов О.В., Никулин М.А., Филимонов М.Н., Белозеров Вл. В. Способ обнаружения и тушения вертолетом ландшафтных пожаров инертными атмосферными газами // Патент РФ № 2732748. Патентообладатели: ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», АО «НТП АВИАТЕСТ». 2020. Бюл. № 27.
20. Белозеров В. В., Денисов А. Н., Катин О. И., Никулин М. А., Белозеров Вл. В. Способ реализации агротехнологий и противопожарной защиты сельхозугодий и лесных массивов с помощью дирижабля // Заявка на изобретение № 2020137914. Патентообладатели: ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», ФГБОУ ВО «Академия государственной противопожарной службы», ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья». 2021. Решение о выдаче патента от 20.05.2021 № 2020137914/11(070015).
21. Ворошилов И.В., Мальцев Г.И., Кошаков А.Ю. Генератор азота // Патент РФ на изобретение № 02450857 Патентообладатель: ООО «Тегас», Опубликовано: 20.05.2012, Бюл. № 14.
22. Передвижные азотные компрессорные станции ТГА – оперативное обеспечение труднодоступных объектов сжатым азотом // Бурение и нефть. 2012. №5. С. 64-65.
23. BelozeroV V., Nikulin M., Topolsky N. Nanotechnology for the suppression of fires in agricultural land and forests / XIII International Scientific and Practical Conference «State and Prospects for the Development of Agribusiness – INTER-AGROMASH 2020». E3S Web Conf. 2020. V. 175. 12007. DOI: 10.1051/e3sconf/202017512007.