

МЕХАΝІЗАЦЫЯ І ЭНЕРГЕТЫКА

УДК 632.982.4:631.348.075.7(476)

П. П. КАЗАКЕВИЧ¹, А. В. ЛЕНСКИЙ², А. С. САЙГАНОВ³

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МАЛОЙ АВИАЦИИ ДЛЯ ХИМИЧЕСКИХ ОБРАБОТОК В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

¹Национальная академия наук Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: agro-vesti@mail.ru

²Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, Минск, Беларусь

³Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Одним из ключевых элементов успешной реализации современных интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур является своевременное и качественное выполнение комплекса операций по химической обработке посевов. В предлагаемой статье рассмотрена возможность использования в технологическом процессе производства средств малой авиации для проведения химобработок, оценены преимущества и недостатки данного метода. Обоснованы параметры эффективной эксплуатации специализированных самолетов «Фермер-3», выполнена их экономическая оценка по сравнению с классическими средствами механизации, применяемыми в хозяйствах Республики Беларусь.

Ключевые слова: малая авиация, сельское хозяйство, химическая обработка, самолеты «Фермер-3».

P. P. KAZAKEVICH¹, A. V. LENSKY², A. S. SAYGANOV³

EFFICIENCY OF THE USE OF SMALL AIRCRAFT FOR CHEMICAL TREATMENT IN BELARUS

¹National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus, e-mail: agro-vesti@mail.ru

²Scientific and Practical Center for Agriculture Mechanization, Minsk, Belarus

³Institute of System Researches in Agrarian and Industrial Complex of NAN of Belarus, Minsk, Belarus

One of the key elements of a successful use of modern intensive technologies of crop cultivation is a timely and high quality chemical treatment of young crops. The paper considers the possibility of the use of small aircraft means for chemical treatment, describes the advantages and disadvantages of this method. The parameters of the effective use of specialized planes "Fermier-3" have been substantiated, and their economic evaluation has been carried out.

Keywords: small aircraft, agriculture, chemical treatment, planes "Fermier-3".

Своевременная и качественная химическая обработка посевов сельскохозяйственных культур является важным элементом интенсивных аграрных технологий и гарантом получения высоких и стабильных урожаев. В настоящее время в мировой практике применяется как классический способ выполнения таких технологических операций (с использованием надземных технических средств), так и обработка с применением малой авиации.

Наибольший эффект защитные мероприятия дают при их проведении в максимально сжатые агротехнические сроки – в течение 2–3 дней, что не всегда возможно обеспечить классическим способом, особенно в условиях недостаточной технической оснащенности и готовности машинно-тракторного парка, а также по причине возможной низкой несущей способности почв в сезон выполнения работ.

Обеспеченность хозяйств республики средствами механизации для химической защиты растений не превышает 50 %. На начало 2015 г. в них имелось 5188 машин данного назначения, в том числе навесных и прицепных опрыскивателей – 4250 ед. (из них самоходных – 256 ед.),

специализированных машин ОПШ-110 «Роса» (для условий низкой несущей способности почв) – 938 ед.

Одним из вариантов решения проблемы может быть применение малой сельскохозяйственной авиации. Следует отметить, что география использования летательных аппаратов весьма широка и имеет тенденцию к увеличению. Например, в США с помощью авиации обрабатывается до 100 млн га, или около 56 % общей посевной площади (табл. 1). В Республике Беларусь в 2006–2013 гг. ежегодно обрабатывалось таким способом в среднем 78,6 тыс. га при общей площади пашни в сельхозорганизациях более 4,5 млн га, или около 1,7 %.

Т а б л и ц а 1. **Мировые тенденции применения сельскохозяйственной авиации**

Страна	Объемы авиаработ, млн га	Посевная площадь, млн га	Удельный вес площадей, обрабатываемых авиацией, %
США	До 100	179	До 56,0
Китай	5,0	170	2,9
Бразилия	72,2	124,3	58,1
Франция	0,5	11,4	4,4
Япония	3,0	5,0	60
Россия	До 10	130,3	7,7
Австралия	До 20	48,6	До 41,1

По опыту применения авиахимобработки можно отметить, что она имеет ряд неоспоримых преимуществ [1]. Во-первых, высокую производительность, которая может превышать производительность наземных средств до 10 раз, реально достигая показателей свыше 500 га в смену. Своевременность выполнения работ позволяет контролировать численность вредителей, предотвращать появление болезней и эффективно бороться с сорняками, что приводит к повышению урожайности на 15–35 %.

Кроме того, практические оценки подтверждают возможность снижения норм внесения рабочего раствора до 30 % за счет реализации на летательных аппаратах технологии ультрамалообъемного опрыскивания, что позволяет, сохраняя биологическую эффективность обработки, обеспечивать экономию денежных средств при покупке дорогостоящих средств защиты.

Проведение обработок на малых высотах (2–3 м) обеспечивает попадание раствора не только на верхние, но и на нижние части листа за счет турбулентного потока от винта летательного аппарата.

В то же время наряду с преимуществами рассматриваемому способу обработки посевов присущи и серьезные недостатки (табл. 2) [2], например, особые требования, предъявляемые к квалификации и ответственности персонала, поскольку обработка ведется на малых высотах при наличии препятствий (особенности рельефа, лесозащитные полосы, линии электропередач).

Т а б л и ц а 2. **Преимущества и недостатки авиационной обработки посевов**

Преимущества	Недостатки
Высокая скорость обработки Исключение технологической колени и потерь от повреждения посевов ходовыми системами тракторов* Возможность внесения препаратов ранней весной или поздней осенью Уменьшение нормы внесения за счет технологии ультрамалообъемного опрыскивания	Возможный снос препаратов на соседние полевые участки Узкий спектр препаратов, разрешенных для авиационного внесения** Зависимость от метео- и природно-производственных условий Высокие требования к производственному персоналу

* Рост урожайности по практическому опыту американских фермеров может составлять 10–15 % (в большинстве случаев 5–10 %).

** В Республике Беларусь в настоящее время для авиаобработки разрешены фунгицидные препараты для кукурузы, а также фунгицидные и инсектицидные препараты для рапса.

В этой связи вывод о целесообразности применения сельскохозяйственной авиации в условиях крупных товарных производств можно сделать на основании детального рассмотрения процесса организации и выполнения работ.

Актуальность реализации такого проекта рассмотрим на конкретном примере. Одним из наиболее проработанных проектов является проект российской компании «МВЕН» с использованием специализированного самолета «Фермер-3». По его технико-экономическому обоснованию производительность авиационного средства составляет порядка 600 га в смену, а годовая наработка – свыше 120 000 га. Такие показатели, на наш взгляд, достижимы лишь в идеальных условиях эксплуатации и не в полной мере соответствуют реалиям Республики Беларусь. В этой связи выполнен расчет эксплуатационных и экономических параметров применения самолета на основании первичных данных, представленных компанией.

Продолжительность полета включает в себя шесть основных компонентов: время взлета, время перелета до обрабатываемого участка, время обработки участка, время разворотов, время обратного перелета, время посадки. Также к основному полетному времени нами отнесено наземное обслуживание между полетами [3]. Помимо этого следует учитывать дополнительные затраты времени, являющиеся весомыми компонентами времени смены: подготовка самолета, перелет с места стоянки и обратно, послеполетное обслуживание, время на отдых [4].

Применение такого компонента, как затраты времени на перелеты с/на место стоянки, обусловлено логичным предположением, что обработка площадей с помощью сельскохозяйственной авиации будет проводиться не в масштабах одного предприятия. В этой связи в расчетах производительности нами дополнительно приняты перелеты с места базирования к месту старта (10 км).

Таким образом, затраты времени, не связанные с основными полетами, составят:

- 1) получение задания и подготовка самолета – 10 мин;
- 2) перелет с базы на стартовую позицию (10 км), включая время на руление, взлет и посадку (1,5 мин) – 6,1 мин (при скорости полета 130 км/ч);
- 3) перелет со стартовой площадки на базу (10 км) – 7,6 мин;
- 4) послеполетное обслуживание – 10 мин;
- 5) время на отдых – 60 мин.

Таким образом, суммарные затраты времени, не связанные с основными полетами, составят 1,54 ч.

Особенностью выполнения расчета является прямая связь возможного времени полета с объемом топливного бака и, соответственно, средним расходом топлива, а также учет нормы внесения препарата. Поскольку средний расход топлива составляет 40 л/ч, а объем топливного бака – 85 л, несложно вычислить, что максимальное время полета при одной заправке топливом составит 2 ч. Однако лимитирующим фактором выступит объем бункера для рабочего раствора (300 л), который ограничивает площадь обработки между его заправками до 60–70 га при норме внесения большинства препаратов до 5 л/га (рис. 1).

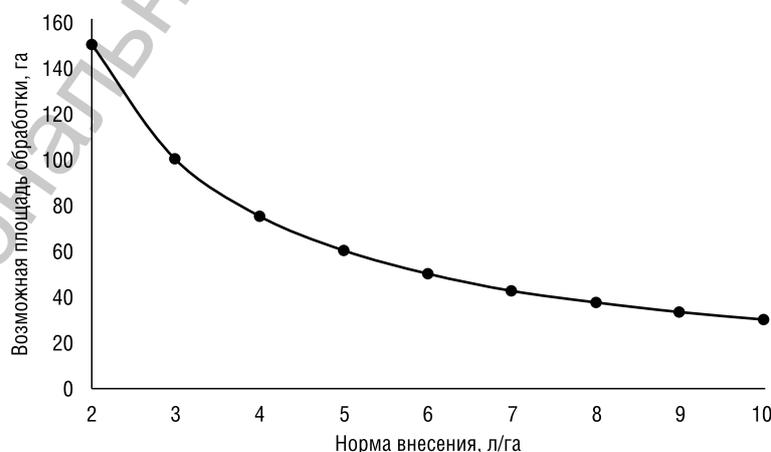


Рис. 1. Зависимость площади обработки посевов от нормы внесения препарата

Наиболее важным фактором, определяющим производительность летательного аппарата, является длина гона обрабатываемого участка (табл. 3) [5]. Средний контур поля в республике составляет от 12 до 20 га. Для расчетов производительности нами принято значение 16 га с вариацией длины гона от 400 до 2000 м (при этом средняя длина гона полей в Беларуси составляет 600 м).

Т а б л и ц а 3. Расчет производительности при обработке полей площадью 16 га

Параметр	Длина гона, м						
	400	600	800	1000	1200	1500	2000
Количество обработанных полей	4 (на одной заправке)						
Время на наземное обслуживание и заправку, мин	12,2						
Время на руление, взлет и посадку, мин	1,5						
Время на подлет к месту обработки, перелеты между полями и возврат (10 км), мин	4,6						
Количество разворотов (поле 16 га)	14	9	7	6	5	4	3
Время на развороты, мин	8,4	5,4	4,2	3,6	3	2,4	1,8
Время на обработку, мин	2,4	2,2	2,2	2,3	2,2	2,1	1,8
Время полета при одной заправке рабочим раствором, мин	49,3	36,6	31,8	29,7	27,0	24,0	20,7
Время одного цикла (полет и заправка), мин	61,5	48,8	44,0	41,9	39,2	36,2	32,9
Количество заправок за смену	6	7	8	9	9	10	11
Выработка за смену, га	384	448	512	576	576	640	704

Таким образом, для среднереспубликанских условий Беларуси сменная выработка самолета «Фермер-3» составит 450 га (рис. 2). Время полетов за смену составит 4,27 ч, что соответствует расходу топлива 170 л.

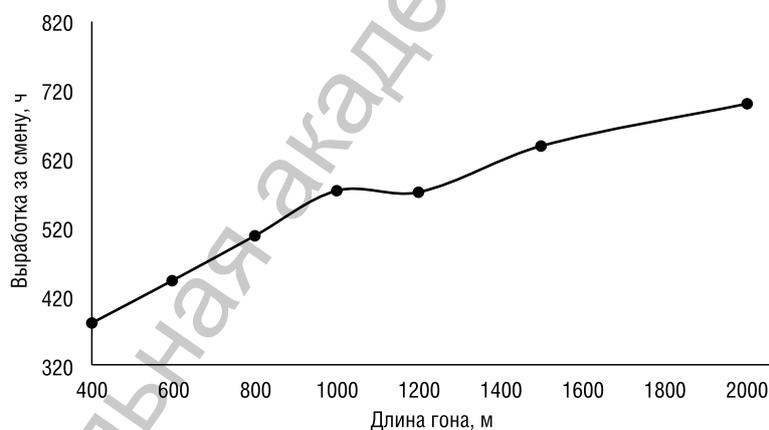


Рис. 2. Зависимость сменной выработки от длины гона

Расчет экономической эффективности применения авиации определим на основании наиболее распространенной в сельскохозяйственных предприятиях республики структуры посевных площадей, подлежащих химической обработке (для предприятия с площадью пашни 3500 га) [6]: озимые зерновые (пшеница, тритикале) – 25 % (875 га); яровые зерновые (ячмень, тритикале) – 25 % (875 га); кукуруза на зеленую массу – 15 % (525 га); озимый рапс – 7 % (245 га).

На основании пиковых потребностей в химической обработке, полученных путем анализа технологий возделывания рассматриваемых сельскохозяйственных культур, можно определить количество предприятий, которые потенциально будут обслужены одним самолетом (рис. 3).

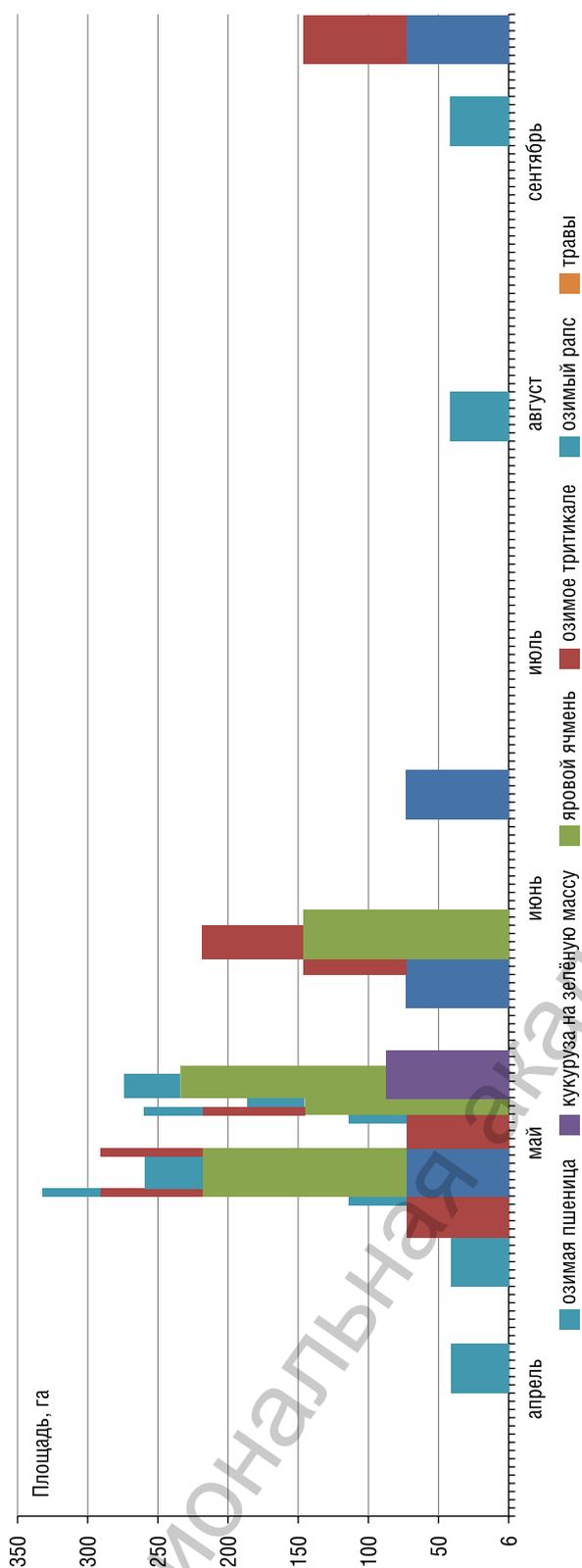


Рис. 3. План обработки в соответствии с типовой структурой посевных площадей

Таким образом, исходя из расчетной дневной выработки 450 га, один самолет сможет в пиковый весенний период проводить обработку посевов в двух хозяйствах, а в летний и осенний периоды обслуживать до 11 хозяйств. Потенциальный период работы за сезон составляет 71 день, а годовая наработка самолета за это время может составить 31 800 га. Учитывая вынужденные простои летательного аппарата из-за метеоусловий, поломок и неисправностей, расчетная годовая наработка его принята на уровне 75 % от потенциальной, или 24 000 га. При этом чистое время полетов за сезон составит около 230 ч, а расход топлива за сезон – 9144 л бензина АИ-98.

Структура затрат на эксплуатацию самолета «Фермер-3» будет представлена следующими статьями расходов (табл. 4).

Отметим, что стоимость авиаобработки фактически согласуется с ценами на аналогичные услуги, предоставляемые в Российской Федерации – 120–180 рос. руб. по состоянию на 2014 г. (в данном случае – 155 рос. руб. при пересчете по курсу Национального Банка Республики Беларусь на середину 2014 г. [1]).

Стоимостная оценка эффективности проведения авиационных химических обработок выполнена на основании расчета затрат на эксплуатацию полевых опрыскивателей типа Мекосан-2500-24 и ОПШ-110 «ROSA» в предприятии площадью 3500 га пашни с аналогичной структурой посевных площадей. При этом период одной обработки составляет от 2 до 3 дней. Пик работ приходится на периоды май – I декада июня и III декада сентября, когда ежедневно требуется обработка до 300 га посевов. Принимая во внимание фактическую производительность опрыскивателей по официальным протоколам ГУ «Белорусская МИС» (100 и 50 га/смену для Мекосан-2500-24 и ОПШ-110 соответственно), отметим, что для своевременного проведения работ необходимо наличие 3 ед. Мекосан-2500-24 и 1 ед. МЖТФ-11 либо 6 ед. ОПШ-110 «ROSA».

Структура затрат на эксплуатацию шлейфа техники для обработки посевных площадей в базовом сельскохозяйственном предприятии будет представлена следующими статьями расходов (табл. 5).

Т а б л и ц а 4. Расчет затрат на авиаобработку

Вид затрат	Сумма
Расходы на топливо за сезон* (бензин АИ-98), млн руб.	149,97
Расходы на 100-часовые ТО**, млн руб.	1,51
Расходы на 200-часовые ТО**, млн руб.	1,08
Расходы на продление сертификата летной годности, млн руб.	15,10
Основная зарплата летчика***, млн руб.	181,20
Основная зарплата техника***, млн руб.	113,25
Накладные расходы (100 % от основной заработной платы), млн руб.	294,45
Расходы на амортизацию****, млн руб.	283,13
Итого затрат, млн руб/год	1039,68
Стоимость обработки, руб/га	43 320

* Стоимость бензина АИ-98 – 16400 руб/л (по данным United Company).

** Количество 100- и 200-часовых ТО в заданных условиях при стоимости одного обслуживания 755 000 и 1 075 875 руб. соответственно.

*** Основная зарплата летчика и техника принята из расчета 1000 и 625 долл. США в месяц соответственно.

**** При стоимости самолета 2265 млн руб. и сроке использования 8 лет.

Т а б л и ц а 5. Расчет затрат на химическую обработку наземной техникой

Вид затрат	Беларус 820 + Мекосан-2500-24 (3 ед.)	Беларус 1523 + МЖТФ-11	ОПШ-110 «ROSA» (6 ед.)
Расходы на топливо за сезон*, млн руб.	70,8	43,4	47,0
Расходы на амортизацию**, млн руб.	93,9	33,8	161,3
Расходы на ТО и ремонты***, млн руб.	66,6	21,9	64,5
Расходы на оплату труда****, млн руб.	29,3	7,8	58,3
Накладные расходы (100 %), млн руб.	29,3	7,8	58,3
Итого затрат, млн руб/год	289,9	114,7	389,4
ИТОГО стоимость работ, тыс. руб/га	49 825		47 952

* Стоимость дизельного топлива – 14 500 руб/кг.

** Сроки эксплуатации машин по СТБ 1616–2011.

*** Расходы на ТО и ремонты приняты как процент от стоимости машин за период эксплуатации по рекомендациям ASAE (США).

**** Оплата труда на уровне 45 тыс. руб/ч на обработке и 36 тыс. руб/ч на транспортировке воды.

Таким образом, подводя итоги, можно отметить, что стоимость и скорость выполнения обработки посевов с помощью авиации не предоставляют ей существенных преимуществ по отношению к классическим методам опрыскивания – 43 против 50 тыс. руб. Однако, если учитывать реальную возможность получения дополнительного дохода от прибавки урожая за счет исключения технологической колей, то общий эффект будет иным.

Так, в 2014 г. в республике средняя урожайность зерновых культур составила 38,6 ц/га, рапса – 18,2 ц/га, кукурузы на силос – 250 ц/га. Средние закупочные цены на продукцию урожая составляли: зерновые культуры – 1500 тыс. руб/т (по пшенице), рапс – 3300 тыс. руб/т, кукуруза на силос – 250 тыс. руб/т (по данным сельскохозяйственных предприятий). При минимальном увеличении урожайности на 5 % дополнительный доход в расчете на среднестатистическое хозяйство может составить 800 млн руб. за сезон (табл. 6).

Т а б л и ц а 6. Расчет экономического эффекта от прибавки урожая

Культура	Площадь, га*	Урожайность, ц/га	Прибавка урожая, ц/га**	Дополнительный доход, млн руб.***
Зерновые	1750	38,6	2	524
Кукуруза	525	250	15	196
Рапс	245	18,2	1	80

* Для модельного предприятия с площадью пашни 3500 га.

** 5–6 % к уровню 2014 г.

*** Исходя из закупочных цен на продукцию урожая 2014 г.

Как отмечалось выше, сдерживающим фактором применения авиационных обработок является малое количество зарегистрированных химпрепаратов, которые могут быть рекомендованы для использования в технологии ультрамалообъемного опрыскивания. На основании данных РУП «Институт защиты растений», реальные объемы авиахимобработок в республике могут составить до 1 млн га. С учетом кратности обработок это соответствует примерно 80 типовым хозяйствам с площадью пашни 3500 га. В этом случае потребность в летательных аппаратах класса «Фермер-3» составит 40 ед.

Экономия денежных средств от использования авиации составит $(50 \text{ тыс. руб/га} - 43 \text{ тыс. руб/га}) \cdot 1 \text{ млн га} = 7 \text{ млрд руб.}$ за сезон; дополнительный доход на указанных площадях может составить $80 \cdot 0,8 = 64 \text{ млрд руб.}$ за сезон.

При затратах на приобретение самолетов «Фермер-3» в сумме 90,6 млрд руб. срок окупаемости абсолютных капитальных вложений в соответствии с ТКП 151–2008 «Методы экономической оценки. Порядок определения показателей» с учетом получения дополнительного дохода от исключения технологической колеи не превысит 1,3 года.

Выводы

1. Расчет экономического эффекта применения в республике самолетов «Фермер-3» с системой ультрамалообъемного опрыскивания на химобработке посевов свидетельствует о целесообразности этого способа ухода за рядом сельскохозяйственных культур. Однако при реализации данного проекта, расширении объемов применения малой авиации в сельском хозяйстве необходимо учитывать не только экономический аспект, но и экологические требования, производственные условия (конфигурацию полей, наличие препятствий в виде линий электропередач, лесопосадок и др.) в каждом конкретном хозяйстве.

2. Применение летательных аппаратов требует наличия соответствующего персонала высокой квалификации, подготовку которого необходимо будет организовать.

3. Перспективность применения авиахимобработок посевов в Республике Беларусь путем применения самолетов «Фермер-3» целесообразно определить по результатам проведения практической апробации этих летательных аппаратов в конкретных районах (областях) с учетом указанных ограничивающих факторов.

Список использованных источников

1. Коммерсант.ru / Деньги №2 (1010). Летучий подряд. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kommersant.ru/doc/908845>. – Дата доступа: 22.04.2015.
2. Огородников, П. И. Эффективность сельскохозяйственных авиационно-химических работ / П. И. Огородников, В. В. Усик, И. А. Лизнева // Вест. ОГУ. – 2006. – №2. «Гуманитарные науки». – С. 103–105.
3. Кутеев, Ф. С. Наставление по авиационному применению биологических и химических средств защиты леса от хвое- и листогрызущих насекомых / Ф. С. Кутеев, В. Ф. Кобзарь, В. В. Белозеров / Всерос. науч.-исслед. ин-т лесоводства и механизации лесного хозяйства. – Пушкино, 2015. – 38 с.
4. Никитин, И. В. Основные математические формулы и соотношения, использующиеся при оценке экономической эффективности авиационно-химических работ / И. В. Никитин, И. В. Хайнацкий // Моск. гос. техн. ун-т гражданской авиации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://if-mstuca.ru/site/images/Doc_Skachivan/confer/SED/Hainazky.pdf. – Дата доступа: 22.04.2015.
5. Федоренко, М. А. Исследование порога целесообразности применения самолета АН-2 на работах в аграрном секторе / М. А. Федоренко / Кубан. гос. аграр. ун-т. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2003/01/06/>. – Дата доступа: 22.04.2015.
6. Полухин, А. Малая авиация в сельском хозяйстве: дорого, но выгодно / А. Полухин // Аграрное обозрение. 2011. – №1. – С. 20–23.

Поступила в редакцию 22.04.2015