

УДК 63:54:632.95

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЭКОНОМИКИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ В АГРОЭКОСИСТЕМАХ РОССИИ

© 2021 г. В. А. Захаренко

*Федеральный исследовательский центр “Немчиновка”*

*143026 Московская обл., Одинцовский р-н, р.п. Новоивановское, ул. Агрохимиков, 6, Россия*

*E-mail: zwa@mosniish.ru*

Поступила в редакцию 27.07.2020 г.

После доработки 20.08.2020 г.

Принята к публикации 11.02.2021 г.

Выполнен анализ развития агроэкосистем России в условиях реформирования аграрного сектора страны после распада СССР (в течении 25-летнего периода развития рыночной экономики), созданного и развивающегося нового многоукладного аграрного сектора страны на основе показателей динамики площадей агроэкосистем, продуктивности культур и их фитосанитарного состояния. Определены экономические и экологические преимущества технологий химической защиты зерновых и технических культур при использовании прогрессивной опрыскивающей техники, обеспечивающей реализацию элементов информационных технологий (ИТ) при обработке 20% посевов страны в сравнении с применением традиционных технологий на 80% площадей (2016–2020 гг.), возможные перспективы использования прогрессивных технологий в связи с решением продовольственной программы России.

*Ключевые слова:* зерновые и технические культуры, химическая защита растений, агроэкосистемы, опрыскивающая техника, технологии защиты растений, информационные технологии, экономическая эффективность, цены.

**DOI:** 10.31857/S0002188121050148

### ВВЕДЕНИЕ

За последнее десятилетие научно-технический прогресс (НТП) в мировом аграрном секторе получил развитие по следующим направлениям: информационные технологии (ИТ), цифровизация, глобальные позиционные системы GPS, географические позиционные системы ГИС, высокопроизводительные компьютерные системы, интернет, облачное хранение информации, электронное документирование, сенсорные станции, техника и технологии высокоточного внесения удобрений и химических средств защиты растений. Они создают возможности использования достижений биотехнологии, генетики, селекции в реализации генетического потенциала продуктивности новых высокоурожайных сортов культурных растений при прогрессивных сортовых технологиях их защиты.

В России НТП в период перехода к рыночной экономике (в последние 25 лет) на начальном этапе проявлялся в восстановлении разрушенного производства отечественной техники, а также применении зарубежной техники, закупаемой и поступающей в аграрный сектор.

Основу технической базы защиты растений составляла отечественная техника, оставшаяся после реорганизации крупных социалистических предприятий (колхозов и совхозов) с государственной собственностью на землю, при формировании многоукладного сектора сельских товаропроизводителей. Новый сектор получил развитие на основе вновь созданных сельскохозяйственных предприятий, крестьянских (фермерских) хозяйств и личных подсобных хозяйств населения с частной формой собственности на землю. Недостаточное обеспечение материально-техническими средствами сельских товаропроизводителей в многоукладном секторе снижало возможности ведения безубыточного рентабельного производства на значительных площадях пахотных земель при низком уровне земледелия. Следствием явилось сокращение посевных площадей (с убыточным производством) и переводом их в разряд бросовых земель. Значительные площади пашни оказались невостребованными для производства сельскохозяйственной продукции.

При низком уровне развития материально-технической базы в аграрном секторе сохрани-

лась опасность снижения культуры земледелия на оставшихся площадях в хозяйствах при дефиците техники для защиты растений и внесения удобрений. Однако уже на первом этапе реформирования было обращено внимание на важность развития научного обеспечения технологий защиты растений. Под руководством РАСХН была разработана и начала развиваться программа производства прогрессивной техники и технологий фитосанитарии, отмеченная Государственной премией развития материально-технической базы интегрированной защиты растений, разработанная коллективом ученых и руководителей предприятий (группой в составе 12 человек), под руководством автора настоящей статьи.

По существу этот этап успешно выполняли, он представлял базу для дальнейшего развития второго этапа НТП, связанного с научным и техническим развитием достижений ИТ в уже созданной новой технике для защиты растений, с использованием комплектующих (оборудования и приборов), обеспечивающих реализацию элементов ИТ в качестве технологических этапов точного земледелия и одного из важнейших его направлений (GPS в комплексах оборудования для РТК (терминал, автопилот и антенна на тракторе), бортовые компьютеры). Их производство начинали осваивать в последние годы на отечественных предприятиях, производящих технику для защиты растений, обеспечивающую применение прогрессивных технологий.

Системы GPS с элементами ИТ создают возможности выполнения техникой в сельскохозяйственных предприятиях и крестьянских (фермерских) хозяйствах мониторинга состояния развития растений и вредных организмов с использованием глобальных навигационных спутниковых систем. Также элементы ИТ устанавливаемого навигационно-связанного оборудования на опрыскивающей технике с внешними приемниками GPS помогают механизаторам в управлении самоходными и тракторными агрегатами с прицепными или навесными опрыскивателями, осуществляя контроль за перемещением работающих агрегатов на поле, следуя параллельным и равноудаленным линиям прямолинейного или криволинейного маршрутов. Техническими средствами также контролируется в опрыскивающей технике подача жидкости из баков опрыскивателя рабочего раствора для нормирования его расхода, дозированного распределения и индивидуальной подачи в разбрызгиватели на штангах опрыскивателей. Выполнение указанных функций позволяет в автоматическом режиме (без трудовых затрат механизатора) обеспечивать равномерное рас-

пределение пестицидов по обрабатываемой площади, снижая до минимума (на 10–20%) расход препаратов, обеспечивая экономию средств защиты растений и снижение опасности загрязнения агроэкосистем и окружающей среды.

Цель работы – анализ и экономическая оценка исходного первого этапа и начала нового этапа НТП в области ИТ в прогрессивных технологиях химической защиты растений в Российской Федерации в новых экономических условиях перехода к рыночной экономике (при развитии многоукладного сельскохозяйственного производства с частной собственностью на землю), при недостаточном обеспечении аграрного сектора материально-техническими ресурсами.

Предусмотрен учет возможности эффективной реализации научно-технического прогресса в фитосанитарии с использованием пестицидов отечественного производства (на действующих веществах зарубежных химических концернов) и освоении прогрессивной техники, отвечающей мировым достижениям, при применении комплектующих деталей и приборов в условиях открытого мирового рынка с экономическими санкциями и с ростом цен на технику и пестициды.

#### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе были использованы: монографическое описание характеристик агроэкосистем на уровне страны по показателям площадей и продуктивности культур в сельскохозяйственных предприятиях, крестьянских (фермерских) хозяйствах и личных подсобных хозяйствах населения, описательная статистика динамики фитосанитарного состояния и рисков потерь урожая от групп вредных организмов, расчеты с использованием компьютерного пакета программ Excell, оригинальные методы оценки экономической эффективности защитных мероприятий (сбор информации и статистическая обработка исходной информации) [1].

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В РФ после распада СССР сохранился природный потенциал, и страна остается одной из крупнейших в мире по земельным ресурсам, занимая 4-е место по площади пашни и многолетних насаждений (125 млн га из 1534 млн га в мире, или 8.1%), после США (170 млн га), Китая (154 млн га), Индии (170 млн га). Россия обеспечена трудовыми ресурсами (при общей численности населения на начало 2018 г. 146 млн человек, в том числе сельского – 37.6 млн человек при обеспеченности

земельными ресурсами 0.87 га/человека [2]. В среднем в мире этот показатель составляет 0.25, в США — 0.59, в Индии — 0.16 и в Китае — 0.11 га/человека. Россия в целом остается страной с высоким потенциалом самообеспечения продукцией растениеводства, обладая благоприятными климатическими и почвенными условиями для ведения сельского хозяйства в агроэкосистемах от южных регионов (субтропиков) до центральных и северных регионов, позволяющих выращивать зерновые, зернобобовые, технические культуры (сахарную свеклу, подсолнечник, лен-долгунец и масличный лен, сою, рапс), картофель, овощные, плодово-ягодные, цитрусовые культуры и чай.

Однако, как показывает опыт реформирования аграрного сектора экономики страны, максимальная продуктивность культурных растений в оптимальных почвенно-климатических условиях при многоукладном аграрном секторе России не может реализоваться. Этому мешает использование не в полной мере природных ресурсов, т.к. нет должного обеспечения материально-техническими ресурсами (техникой, энергетическими ресурсами, удобрениями, средствами защиты растений) центральной сельскохозяйственной сферы АПК, производящей сельскохозяйственную продукцию, для обеспечения населения продовольствием, сельскохозяйственной отрасли животноводства — кормами, промышленности — сырьем, а также запросов в сельскохозяйственной продукции международного рынка.

В период экономической реформы аграрного сектора при недостаточном обеспечении материально-техническими ресурсами сельских товаропроизводителей, которые лишились возможности обрабатывать ранее засеваемые площади пашни, из оборота посевных площадей было выведено более 40 млн га засеваемых земель (33.6% к общей засеваемой площади в начале реформ в 1992 г.). При этом был потерян потенциал производства растениеводческой продукции порядка 100 млн т зерновых единиц (з.е.) на сумму около 900 млрд руб. при средней цене зерна зерновых и зернобобовых культур в 2016–2019 гг. 8762 руб./т, в т.ч. в 2019 г. — 10329 руб./т [3]. Бросовые земли не только не дают продукцию, но и превращаются в резервации сорных растений, вредителей и возбудителей болезней культурных растений, тем самым усиливая неблагоприятную фитосанитарную обстановку на оставшихся пахотных землях сельских товаропроизводителей, из которых лишь 25–30% ведут рентабельное производство (расширенное воспроизводство) при окупаемости материально-технических затрат в растение-

водстве. Известно, что естественное плодородие пахотных земель в России при нормальной технологии позволяет выращивать продукции растениеводства 14–16 ц з.е./га в среднем ежегодно, что явно недостаточно для обеспечения продовольственной безопасности страны.

Стабилизация высокого экономического плодородия почв и их благоприятного фитосанитарного состояния на основе достижений НТП представляет важное направление интенсификации земледелия и в сочетании с введением в оборот бросовых земель — важным резервом в решении задач дальнейшего роста валового производства продукции растениеводства на основе сбалансированного применения удобрений и улучшения фитосанитарного состояния агроэкосистем. До настоящего времени эти резервы не реализуются в качестве основных направлений стабилизации и дальнейшего повышения экономического плодородия почв. Продолжается на протяжении более чем четверти столетия ускоряющееся истощение плодородия высокоплодородных черноземов и окультуренных других менее плодородных почв, без восполнения питательных веществ на основе применения удобрений, при сложившейся тенденции к усилению отрицательного баланса элементов питания в агроэкосистемах с рисками выноса питательных веществ сорной растительностью и с низким их усвоением культурными растениями, повреждаемыми вредителями и возбудителями болезней.

Возможные резервы НТП, в частности, технического обеспечения на основе новейшей техники, в особенности в сфере защиты растений, проявляются в разной степени в работе предприятий, созданных и функционирующих в анализируемом периоде 2017–2019 гг. в многоукладном сельскохозяйственном производстве с частной собственностью на землю. Уже в настоящее время в освоении достижений НТП большие возможности имеют крупные 36054 сельскохозяйственные организации различных организационных форм с общей земельной площадью 290781 тыс. га, со средней площадью 2813.5 га. Из них 24.2% крупных предприятий имеют площадь 3000–40000 га и более, с оптимальными посевными площадями свыше 2500 га. В РФ работают 978 агрохолдингов (с 2552 сельскохозяйственными организациями), которые при поддержке государства имеют возможность использования достижений НТП [4]. В число хозяйств с возможностью использования достижений НТП, прежде всего ИТ, входит группа землевладельцев “ТОП-100”, включающая крупных землевладельцев и холдинги, финансово благополучная и обеспеченная материально-тех-

ническими ресурсами, имеющая возможности для инновационного освоения прогрессивных технологий производства продукции. Использование защитных технологий в этих хозяйствах позволило достичь более высокой урожайности (зерновых – 37.7 ц/га, подсолнечника – 17.9, сахарной свеклы – 388, картофеля – 284 и овощных культур – 362 ц/га в 2013–2015 гг. [5].

Возможности реализации НТП практически отсутствуют у 149 038 крестьянских (фермерских) хозяйств и предпринимателей с общей площадью 43 312 тыс. га и со средней земельной площадью 286.2 га, а также у 26 236 личных подсобных хозяйств (ЛПХ) с земельной площадью 13 118 тыс. га, со средней земельной площадью 0.5 га [3].

Группы российских производителей пестицидов, объединяющих 10 российских предприятий с годовой мощностью, превышающей 270 тыс. т препаратов в год (Фирма “Август” – 38.8% оборота, АО “Щелково Агрохим” – 27, ООО “Агро Эксперт Групп” – 19, АО “ФМРус” – 5.5, ТПК “Техноэкспорт” – 3.2, ООО “Кирово-Чепецкий завод “Агрохимикат” – 3.2, ООО “Листера” – 2.0, “Агрорус и Ко” – 1.7, ООО “Бисолби Интер” – 0.4, “Дюпон Химром” – 0.1% [6]), активно участвующие в сельскохозяйственном производстве принадлежащих компаниям сельскохозяйственных предприятий, также обеспечивают их прогрессивной техникой и осуществляют передовые технологии с элементами точной защиты растений с использованием выпускаемых пестицидов. Земельный банк, например, компании “Август” имеет такие возможности для 100 тыс. га земель [7].

Следует также отметить, что в сфере точного земледелия пока наиболее популярными являются системы параллельного вождения вручную 75% пользователей. Рейтинг регионов, использующих элементы точного земледелия, по количеству хозяйств представлен по областям: Липецкая – 812 хозяйств, Орловская – 108, Смоленская – 75, Курганская – 55, Воронежская – 54, Нижегородская – 50, Краснодарский край – 44, Тамбовская обл. – 41, Оренбургская – 31, Тюменская – 31 и Республика Крым – 30 хозяйств [8].

В меньшей степени, чем сельскохозяйственные предприятия, крестьянские (фермерские) хозяйства имеют возможность приобретать и использовать прогрессивную технику при недостаточном обеспечении финансовыми ресурсами и получении от государства льготных кредитов. Например, на 2017 г. Минсельхозом было принято решение о включении в реестр лишь небольшого числа (3117 из ранее указанного количества) заемщиков (из 3930 поступивших заявок), попадав-

ших под категорию малых форм хозяйствования. Общая сумма краткосрочных кредитов, планируемых для получения указанной группой заемщиков, составляла 16.54 млрд руб. [9].

Многообразие организационных форм сельскохозяйственных предприятий определяет особенности технологий производства продукции растениеводства, связанные с обеспечением трудовыми, финансовыми, материально-техническими и земельными ресурсами, и при многообразии почвенно-климатических условий обеспечивает в конечном итоге общий уровень продовольственной безопасности страны в части продукции растениеводства. Динамика обеспечения потребностей страны в продукции основных сельскохозяйственных культур характеризуется за период реформирования показателями, представленными в табл. 1.

Следует отметить, что показатели роста урожайности зерновых, технических культур, картофеля, овощных и плодово-ягодных культур по сравнению с базовым периодом последних 2-х пятилеток связаны с уровнем увеличения материально-технических ресурсов на существенно уменьшившейся площади пахотных засеваемых земель.

В соответствии с представленными данными определена площадь земель в крупных сельскохозяйственных предприятиях и крестьянских (фермерских) хозяйствах со специализацией зернового производства и производства технических культур – порядка 20% от общей уборочной площади, на которых осуществляют защитные мероприятия при применении прогрессивной техники с использованием элементов информационных технологий. Остальные 80% площадей обрабатывают традиционной техникой без использования ИТ.

В большинстве хозяйств на площади 80% в настоящее время используют технику с комплектующими деталями отечественного и зарубежного производства, приобретаемую зарубежную, а также технику, выпускаемую переоборудованными цехами отечественных машиностроительных предприятий или вновь созданными на первом этапе развития рыночной экономики специализированными предприятиями промышленного производства техники (Подольский электромеханический завод, Агро-Тех, Агроприцеп-Камаз, Казань-сельхозмаш, НПФ “Гута”, ООО “Заря”, Пегас-Агро и др.) без или с частичным использованием зарубежных комплектующих. Увеличивается доля техники для защиты растений на основе комплектующих деталей зарубежных компаний и оригинальной зарубежной техники (AGCO, Ama-

**Таблица 1.** Общие показатели развития растениеводства за период реформирования агропромышленного комплекса России с 1986–1990 по 2016–2018 гг.

Культура	Площадь, тыс. га	Урожайность, т/га	Площадь, тыс. га	Урожайность, т/га	Площадь, тыс. га	Урожайность, т/га
Годы	1986–1990		2011–2015		2016–2018	
Зерновые*	65644	1.59	45340	2.05	45685	2.70
Сахарная свекла	1475	22.5	1056	38.5	1114	43.5
Подсолнечник	3668	1.11	7065	1.25	7499	1.52
Соя**	—	—	—	—	2067	1.74
Рапс**	—	—	—	—	925	1.62
Лен-долгунец	481	0.25	54	0.78	43	0.91
Картофель	3313	10.8	2168	14.5	1360	16.3
Овощные	669	15.4	685	21.9	537	25.1
Плодово-ягодные и виноград	867	3.95	580	5.17	414	8.76
Кормовые	43308	2	17390	0.96	16121	2.26
Площадь, всего	1194225		74338		76665	

\*Зерновые культуры, включая зернобобовые. То же в табл. 2–11.

\*\*Прочерк – отсутствие данных.

zone, Berthoud, Hardi, LemkenJacto, John Deer, Montana, Technoma и др.). Предусмотрено развитие производства малогабаритной техники для защиты растений в небольших по площади крестьянских (фермерских) хозяйствах и ЛПХ: например, опрыскивателей, производимых АО “Инвестэлектро” [10].

Основная техника отечественного производства для проведения опрыскивания в сельскохозяйственных предприятиях без использования ИТ включает штанговые опрыскиватели ОПШ-15-01 с емкостью бака 1200 л, шириной захвата 16.2 м, производительностью 8–15 га/ч, в агрегатах с тракторами МТЗ-60/52; ОП-2000-2-01 с соответствующими показателями 2000 л, 18.5–22.5 м, производительностью 18.4–22.3 га/ч; ОМ-630-2 – 630 л, 16.2 м и 13.5–16.5 га/ч; дистанционные вентиляторные опрыскиватели ПОМ 630, ОПВ-100 и ОПВ-2000. Основные агрегаты для приготовления рабочей жидкости представлены АПЖ-12 с емкостью бака 3200 л и производительностью до 15 т/ч, СКТ-5Б – соответственно 4080 и 6.3 т/ч, с обслуживающим персоналом в количестве 2-х человек; заправщики ЗЖВ-1,8 с емкостью 1800 л и производительностью 9–27 т-км/ч, ЗЖВ-3.2 – соответственно 3200 л и 38 т-км/ч [10].

В настоящее время перечень предприятий, осуществляющих выпуск техники для защиты растений в России, существенно расширился до 63 предприятий с относительно небольшими объемами производства [11, 12]. Тем не менее, по

данным ассоциация “Росспецмаш”, на внутреннем рынке более половины поступающей техники (63% от общего количества) поставляют сельским товаропроизводителям зарубежные компании. Общий перечень выпускаемой техники первого периода создал базу для принципиально качественно нового этапа развития технической базы, совершенствующейся для освоения информационных технологий и поступающей сельским товаропроизводителям.

Кроме наземной опрыскивающей техники происходит прогресс в использовании отечественной авиационной техники для малообъемного опрыскивания сельскохозяйственного назначения (самолеты АН-2, АН-2М и вертолеты Ми-2 и Ка-26), пилотируемых сверхлегких летательных аппаратов, которые вытесняются беспилотными аппаратами. В перспективе предусматривалось использование для защиты растений сверхлегкого самолета “Авиатика-МАИ-890СХ с полезной нагрузкой 100 кг и АН-3Т – до 1700 кг, представляющего глубокую модернизацию АН-2, и новых вертолетов Ка 226 грузоподъемностью до 1350 кг и Аиста – до 1650 кг. Ведутся работы по модернизации опрыскивателей для АН-2 ОС-1М и для Ми-2 4202.0691.0000. [13]. Авиационное опрыскивание связано с использованием техники при трудностях выполнения наземного опрыскивания в горных условиях, с обработкой небольших площадей и со случаями выполнения срочных работ по защите растений. Для проведения

протравливания (в основном зерновых культур и клубней картофеля) используют на первом этапе относительно менее сложную протравливающую технику [14].

#### НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС, СВЯЗАННЫЙ С СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ ТЕХНИКИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ ЗЕРНОВЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ КУЛЬТУР

Новый этап совершенствования техники за последнее десятилетие получил развитие в связи с достижениями НТП, прежде всего зарубежных высокоразвитых стран в области информационных технологий, позволяющих принципиально изменять технологии защиты растений. В результате использования систем ИТ, глобальных позиционных систем (GPS), географических информационных систем (ГИС), компьютерных технологий и интернета существенно повышается качественный уровень техники. В России, с новой зарубежной и отечественной техникой с зарубежными комплектующими информационными системами, поступающими в аграрный сектор, происходит развитие технологий защиты растений. Например, система GPS позволяет выполнить в сельскохозяйственных предприятиях и крестьянских (фермерских) хозяйствах мониторинг развития растений с использованием глобальных навигационных спутниковых систем. Устанавливаемое навигационно-связанное оборудование на опрыскивающей технике с внешними приемниками GPS помогает механизаторам в управлении самоходными и тракторными агрегатами с прицепными или навесными опрыскивателями и автоматически контролирует перемещение по полю по параллельным и равноудаленным линиям прямолинейного или криволинейных маршрутов (без рабочей колеи и без использования слепоуказателей). Технические средства также контролируют в опрыскивающей технике работу подачи из баков опрыскивателя, расход, дозированное распределение и индивидуальную подачу рабочего раствора в разбрызгиватели на штангах опрыскивателей. Выполнение указанных функций позволяет в автоматическом режиме (без трудовых затрат механизатора) обеспечить равномерное распределение пестицидов по обрабатываемой площади, снижая до минимума опасность загрязнения агроэкосистем и окружающей среды.

Примером успешного использования зарубежных комплектующих при выпуске техники является отечественное предприятие Казаньсель-

хозмаш. Предприятие выпускает крупногабаритную технику для выполнения защитных мероприятий в крупных сельскохозяйственных предприятиях, специализирующихся на производстве зерна. Техника представлена самоходными опрыскивателями ОС-3000 Барс со штангой 24 м, емкостью бака 3000 л, производительностью 35–45 га/ч, ОС-3000-М Барс, прицепными ОП-3000 Барс и ОП-4000 Барс, ОП-2000 Руслан и ОП-2000 Агро. Выпускаемую отечественную технику по заказам пользователей можно оснащать бортовым компьютером, обеспечивающим контроль основных параметров работы опрыскивателей, GPS-навигатором Commander – для параллельного вождения и автоматического отключения секций опрыскивателя в зонах перекрытия, выполнения ночного режима работ с целью продления длительности работы и повышения качества опрыскивания [15]. В настоящее время техника, выпускаемая отечественной промышленностью с зарубежными комплектующими, не уступает зарубежной, позволяет повышать эффективность защиты растений (при рентабельном использовании за счет роста производительности и производства продукции растениеводства до уровня, окупающего затраты и приносящего прибыль в крупных хозяйствах с высокой культурой земледелия).

При существующей кредитной политике и государственной поддержке производства новая техника доступна для относительно небольшого количества финансово обеспеченных хозяйств. Современный механизм научно-технологического развития АПК недостаточно эффективен в проведении инвестиционной политики, учитывая, что инвестиции сконцентрировались в отраслях с быстрой окупаемостью, способных обеспечить залоги для 23% сельскохозяйственных организаций (из общего числа 20733 предприятий) и 93% прибыли. Остальные 77% организаций, для которых прибыль равна 7%, не могут брать кредиты, лишены возможности применения достижений НТП в сфере защиты растений. В настоящее время обоснована целесообразность создания фонда инноваций, обеспечиваемого государством и частными промышленными предприятиями [5].

Использование высокопроизводительных опрыскивателей, оснащенных зарубежными комплектующими (в целом или с частичным использованием инновационных достижений на основе информационных технологий) в соответствии с проведенным анализом в 2016–2018 гг. было зафиксировано на 20% засеваемых площадей, без оснащения зарубежными комплектующими – на 80% площадей.

Для оценки возможностей и перспектив экономической целесообразности приобретения сельскими товаропроизводителями техники в соответствии с ее агротехническими и стоимостными показателями проанализирована техника, выпускаемая группой компаний «Агротех-Гарант» [16]. Показатели опрыскивающей техники дифференцированы по уровню оснащения для выполнения отдельных технологических операций информационных технологий, а также систем и комплексов операций в работе опрыскивателей разных категорий, которые различаются ценами, действующими с 10.12.2018 г.

Проведен анализ результатов оценки инноваций информационного обеспечения опрыскивающей техники на основании сравнительных показателей прицепных штанговых опрыскивателей с зарубежными комплектующими и без них. Сопоставимость обеспечена выпуском в одинаковых условиях группой компаний Агротех-Гарант техники различного формата «Гварта» (без и с оснащением средствами реализации информационных технологий), по комплексу агротехнических и стоимостных показателей техники для защиты растений.

Учтены традиционные опрыскиватели, типичные для обеспечения защиты растений в стране (без использования зарубежных комплектующих), соответствующие опрыскивателям серии «Гварта-2»: опрыскиватель ОПГ-2000/18М с емкостью бака для рабочего раствора 2000 л и штангой с шириной полосы опрыскивания 18 м, цена — 525000 руб.; ОПГ-2000/21М с емкостью бака 2000 л, штангой с шириной полосы опрыскивания 21 м, цена — 545000 руб.; серии «Гварта-3»: ОПГ-2500/18МД — 21М с емкостью бака 2500 л и штангой с шириной полосы опрыскивания 18 м, цена — 675000 руб.; ОПГ-2500/21МК с емкостью бака 2500 л и штангой с шириной полосы опрыскивания 21 м, цена — 850000 руб.; серии «Гварта-4»: ОПГ-2500/24МК с емкостью бака 2500 л и штангой с шириной полосы опрыскивания 24 м, цена — 1150000 руб. Указанные цены использованы в расчетах, при условии их соответствия стоимости опрыскивателей других фирм, сопоставимых по показателям емкости баков, ширине захвата и производительности обработки площади в га/ч.

В расчетах учтены цены отечественных традиционных опрыскивателей в объемах общей техники, обеспечивающей защитные мероприятия на 80% посевных площадей, без использования зарубежных комплектующих деталей и приборов.

Отечественная техника с комплектующими деталями и приборами для реализации информа-

ционных технологий представлена сериями опрыскивателей: серия «Гварта-5» ОПГ-3000/24МК с емкостью бака 3000 л, шириной захвата штанги 24 м, с компьютером BRAVO 180 (для контроля распыления), цена 1295 тыс. руб., с компьютером BRAVO 400 (для контроля распыления и автоматического отключения секций штанги + встроенный GPS-навигатор), цена 1530 тыс. руб.; серия «Гварта-7» ОПГ-4000/27МК с компьютером BRAVO 180 (для контроля распыления), цена 1665 тыс. руб., с компьютером BRAVO 400 (для контроля распыления и автоматического отключения секций штанги + встроенный GPS-навигатор), цена 1905 тыс. руб.; серия «Гварта-8» ОПГ-3700/27МК с компьютером BRAVO 180 (для контроля распыления), цена 1685 тыс. руб., с компьютером BRAVO 400 (для контроля распыления и автоматического отключения секций штанги + встроенный GPS-навигатор), цена 1925 тыс. руб., с компьютером BRAVO 400 + SELETRON (с электронной системой контроля и управления распылением каждой отдельной форсунки + встроенный GPS-навигатор), цена 2225 тыс. руб. Таким образом, традиционная опрыскивающая техника без комплектующих, позволяющих выполнять функции элементов ИТ-технологий, имеет цену от 525 тыс. руб. до 1150 тыс. руб. за опрыскиватель, с комплектующими — от 1295 тыс. до 2225 тыс. руб.

Техника Агротех-Гарант с комплектующими имеет гораздо более высокие технологические параметры, что требует более высоких затрат для ее приобретения, но при этом обеспечивает возможности повышения интенсификации производства, на основе увеличения прибыльности, окупаемости и снижения себестоимости продукции растениеводства в результате повышения урожайности культур при применении прогрессивных технологий защиты растений при минимальной опасности загрязнения пестицидами окружающей среды.

Сельскохозяйственные организации и фермерские (крестьянские) хозяйства с 2500 га посевной площади используют традиционную технику (опрыскиватели) с емкостью баков до 2000–2500 л и шириной захвата штанг 6–12 м, 18–24 м, выпущенные в первом периоде и в настоящее время. Наименьшие возможности использования научно-технических достижений в области защиты растений имеют производители сельскохозяйственной продукции в ЛПХ, которые применяют ограниченный ассортимент химических средств для защиты картофеля, овощных, плодовых культур, кустарников и декоративных растений по специальным регламентам и технологиям при небольших затратах на технику с ограниченным на-

бором препаратов в мелкой расфасовке для обработки площадей, исчисляемых сотками (долями 1 га). Личные подсобные хозяйства населения используют обычно ранцевые опрыскиватели и перемещающиеся опрыскиватели-гидроагрегаты) ценой от 544 (8 л) до 1675 руб.

#### МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ НТП, СВЯЗАННОГО С ИНФОРМАЦИОННЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ В ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ ЗЕРНОВЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ КУЛЬТУР РОССИИ

Экономическая эффективность прогрессивной техники и соответственно технологий характеризуется показателями чистого дохода в стоимостной оценке в виде разницы сохраняемой продукции и затрат на проведение защитных мероприятий. Расчеты проведены в соответствии с официальной методикой оценки технологий механизации производства продукции растениеводства. В расчетах учитывали затраты, связанные с освоением новых технических средств, отдельных и полного комплекса операций, соответствующих новым возможностям и достижениям информационных технологий [17, 18]. Затраты на дополнительное оборудование, связанное с информационными технологиями в технологических процессах обработки посевов сельскохозяйственных культур, рассматривали в составе материальных, технических и трудовых ресурсов (в виде дополнительных общих затрат или издержек).

При этом также учитывали технические, технологические, агротехнические характеристики и регламенты безопасности использованных пестицидов (для механизаторов, полезной фауны и флоры в агроэкосистемах и в целом для окружающей среды). Показатели представлены в Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации [19].

Общие затраты на защитные мероприятия включали 2 группы показателей (постоянные и переменные издержки). Постоянные издержки на приобретение техники (трактора, техника для транспортировки пестицидов, воды, для приготовления рабочих растворов, опрыскиватели) переносят свою стоимость на защищаемую продукцию растениеводства в течение нескольких лет при выполнении отдельных технологических процессов в виде нормативных процентов ежегодных амортизационных отчислений от стоимости техники. Переменные текущие издержки на техническое обслуживание и ремонт техники, из-

расходованное горючее и смазочные материалы, на зарплату и прочие затраты, которые учитываются в натуральных показателях (в часах работы, показателях выполненных работ (ед. выполненных работ/га и в их стоимостной оценке)) учитывали в виде затрат на защиту растений за год. Перечень учтенных затрат на общий технологический процесс представлен для отдельных операций в защите растений.

В расчетах затрат на выполнение защитных мероприятий учитывали общие прямые эксплуатационные затраты денежных средств (И) на единицу наработки (1 га) по формуле:

$$И = З + Г + Р + А + П,$$

где З – затраты средств на оплату труда обслуживающего персонала, руб./ед. наработки (на 1 га), Г – затраты средств на горюче-смазочные материалы работающей техники (руб./га), Р – затраты средств на ремонт и техническое обслуживание (руб./га), А – затраты средств на амортизацию (руб./га), П – прочие прямые затраты средств на основные и вспомогательные материалы (руб./га). Нормативные показатели издержек представлены в табл. 2.

#### ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЙ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ ПРОГРЕССИВНОЙ ТЕХНИКОЙ, ОСНАЩЕННОЙ КОМПЛЕКТУЮЩИМ ОБОРУДОВАНИЕМ И ПРИБОРАМИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

При оценке технологий применения пестицидов прогрессивной техникой, оснащенной оборудованием и приборами для выполнения элементов информационных технологий, использовали принцип оценки окупаемости затрат продукцией, сохраняемым урожаем в результате проведения защитных мероприятий. Затраты на использование технических средств при проведении защитных мероприятий оценивали в соответствии с представленной методикой и с нормативными показателями на отдельные элементы проведенных обработок [17].

На основании расчетов (с учетом нормативных показателей издержек на проведение защитных мероприятий традиционной и прогрессивной техникой) установлены затраты на обработку посевов пестицидами традиционной техникой: ОП-2000 – 348.59 руб./га, с учетом проведения фитомониторинга, накладных и прочих расходов (25%) – 435.74 руб./га, Грата 2 – соответственно 366.86 и 458.58 руб./га, опрыскивающей техникой, обеспечивающей элементы информацион-



**Таблица 2.** Нормативные показатели издержек на проведение защитных мероприятий [25, 26]

Показатель	Цена без НДС, тыс. руб.	Загрузка техники, ч/год	Выра-ботка, га/ч	Зарплата, руб./га	Аморти-зация	ТО и ремонт	Прочие затраты
Трактор М ТЗ-82	1240	1035	350	0.26	15	11	10
Орудие 2ПТС-2	42	130	800	0.12	14.2	13	10
Емкость для жидкости ОПМ-3,5; ЗЖВ-1,8	200	200	50	18.46	14.2	13	10
Пункт приготовления рабочего раствора	740	200	22	9.23	20	13	10
Опрыскиватель “Гварта -2”	545	200	22	18.46	20	12	10
Опрыскиватель “Гварта 4” ОП Г-2500	1165	200	22	18.46	20	13	10
Опрыскиватель серии “Гварта-8” ОПГ- 3700/27МК с системой управления	2250	200	33		20	13	10
Опрыскиватель вентилятор-ный ОПВ-2000	580	200	11		20	13	10

ных технологий (оборудование и приборы) опрыскивателей Грата 4 – 482.97 и 603.71 руб./га, Грата 8 – 471.68 и 589.60 руб./га.

В среднем на 1 га при обработке площади зерновых технических культур затраты составляли 596.655 руб. (~597 руб./га), традиционной техникой – 417.87 руб. (~418 руб./га) или 143% к затратам обработки посевов традиционной техникой.

Вторую группу затрат на защиту растений определяли стоимостные показатели приобретения пестицидов. Результаты расчетов эффективности использования техники, оснащенной оборудованием и приборами информационной технологии, при прогрессивной технологии защиты сельскохозяйственных культур препаратами представлены по группам наиболее применяемых пестицидов в 2016–2018 гг. Группа инсектицидов: Препарат 30 Плюс, ММЕ, БИ-58 Новый, КЭ, Каратэ Зеон, МКС, Эфория, КС, Борей СК, Кинфос КЭ, Рогор-С, КЭ, Брейк, МЭ, Фаскорд, МЭ, Цепеллин, КЭ, группа фунгицидов: Фалькон, КЭ, Колосаль Про, КНЭ, Абакус Ультра, СЭ, Альто Супер, КЭ, Солигор, КЭ, Рекс Дуо, КС, Альто Турбо, КЭ, Феразим, КС, Абакус, СЭ, Бенорад, СП, группа гербицидов: Балерина, СЭ, Торнадо 500, ВР, Прима, СЭ, Ураган Форте, ВР, Бетанал 22, КЭ, Глидер, ВР, Рап, ВР, Бетанал Эксперт ОФ, КЭ, Тотал, ВР. Затраты на приобретение препаратов (руб./га) рассчитаны как произведение величин средней арифметической нормы расхода препарата (л(кг)/га) и цены с НДС 1 л(кг) препарата [19].

Затраты на приобретение инсектицидов для защиты зерновых культур от вредителей составили 671.17 руб./га, сахарной свеклы – 882.26, подсолнечника – 525.60, сои – 530.49, рапса – 459.37, льна-долгунца – 502.58 руб./га; фунгицидов против возбудителей болезней растений соответственно 1325.09, 1298.38, 1164.48, 1699.17, 1580.00, 1142.80 руб./га; гербицидов против сорных растений – 1838.19, 2028.36, 2056.83, 2262.45, 3825.81, 1744.47 руб./га. Показатели затрат на 1 га на приобретение пестицидов и на проведение обработок использованы для определения общих затрат на уровне страны с учетом площадей обработок и групп культур.

Общие показатели на применение пестицидов представляют сумму 2-х средних показателей на приобретение пестицидов и на их внесение. Показатели использованы на завершающем этапе экономической оценки эффективности применения пестицидов – определении окупаемости затрат сохраненным урожаем для групп вредных организмов на 1 га и на уборочную площадь культур с учетом величины площадей обработанных культур группами пестицидов.

Оценка показателей сохраняемого урожая на уровне страны предусматривала поэтапный расчет для зерновых и технических культур и групп вредных организмов:

– расчет показателей продуктивности сельскохозяйственных культур на уровне страны в среднем на 1 га и в целом на всю площадь культуры, выращенной по прогрессивным технологиям

**Таблица 3.** Показатели продуктивности агроэкосистем сельскохозяйственных предприятий с прогрессивными технологиями, включающими элементы информационных технологий, при возделывании зерновых и масличных культур в России (2016–2018 гг.)

	Площадь, тыс. га	Урожайность, ц/га	Валовой сбор, тыс. т	Цена, руб./т	Валовой сбор, млн руб.
Зерновые и зернобобовые	9137.0	44.61	40760	8762	357140
Сахарная свекла	222.8	550	12254	2276	27890
Подсолнечник	1499.8	19.2	2886	17633	50882
Соя	413.4	22.0	910	21942	19974
Рапс	185.0	20.5	379	20990	7964
Лен-долгунец	8.6	13.0	11	25590	286
	11466.6				464136

с использованием для защиты растений техники, реализующей элементы информационных технологий;

– расчет показателей снижения урожайности культуры в результате распространения основных групп вредных организмов;

– расчет потенциала защитных мероприятий с учетом агротехнической эффективности по величине сохраняемого урожая в натуральных показателях (в т/га) и в стоимостной оценке (в руб./га).

Показатели производства продукции растениеводства представлены для выделенной группы сельских товаропроизводителей, финансово обеспеченных, с высокими показателями культуры земледелия, с наличием  $\geq 2500$  га засеваемых пахотных земель с высоким уровнем плодородия, возможностями приобретения и использования техники с элементами новейших информационных технологий защиты растений (табл. 3).

При экономической оценке фитосанитарного состояния агроэкосистем с высокопродуктивными интенсивными технологиями в связи со сложившимися условиями, определяющими нежелательные процессы формирования монокультурного земледелия (тенденции к повышению в структуре посевных площадей доли зернового клина и технических культур в сельскохозяйственных предприятиях и в крестьянских (фермерских) хозяйствах и одновременно концентрации производства картофеля, овощебахчевых и плодово-ягодных культур в мелких личных подсобных хозяйствах населения), необходимо учитывать распространение по соответствующим растениеводческим отраслям специализированных вредных организмов, а также дополнительно нестабильность погодных условий, связанную с производственной деятельностью человека.

Примерами нестабильности погодных условий является влияние на них теплопереноса течениями в океанах. Западные территории РФ, по мнению ученых, подвержены изменениям погодных условий, связанных в настоящее время с трансформацией теплого течения Гольфстрим. Океанское течение Гольфстрим, перестало в должной степени выполнять функции “печки” Европы и восточного побережья США и Канады. В пограничных регионах с Атлантическим океаном за последние 13 лет похолодало на  $7^{\circ}\text{C}$ , в России при этом во многих районах температура повысилась на  $7\text{--}8^{\circ}\text{C}$ .

В результате потепления (отступления заморозков на недели, без дождливого теплого периода, благоприятного для уборки и осеннего посева озимых культур) существенно повысилась урожайность зерновых культур. В странах Западной Европы и США проявляются отрицательные изменения климата, снижающие урожайность зерновых культур [20].

В агроэкосистемах России при сложившемся потеплении погодных условий, наряду с их положительным влиянием на повышение продуктивного потенциала отраслей растениеводства, отмечены негативные процессы, связанные с увеличением рисков опасности перемещения вредных организмов с юга на север практически во всех агроэкосистемах. Примером может служить Краснодарский край, занимающий первые места по производству зерна пшеницы, ячменя, кукурузы, подсолнечника, сои, сахарной свеклы и овощей. Теплые зимы с дефицитом влаги оказывают стимулирующее влияние на развитие насекомых, создавая условия для массового размножения прямокрылых, чешуекрылых и полужесткокрылых вредителей. Отмечено усиление вредоносности хлопковой совки на кукурузе,

**Таблица 4.** Потенциальные риски потерь урожая, вызываемые в высокопродуктивных агроэкосистемах группами вредных организмов в стоимостных показателях (средние 2017–2019 гг.)

	Площадь тыс. га	Валовой сбор		Риски потерь урожая, вызываемые вредными организмами, млн руб.			
		тыс. т	млн руб.	вредители	болезни	сорняки	итого
Зерновые	9137	40760	357140	29893	46035	55178	131106
Сахарная свекла	222.8	12254	27890	2421	2736	6409	11566
Подсолнечник	1499.8	2886	50882	5231	5276	8390	18898
Соя	413.4	910	19974	1854	2271	3294	7418
Рапс	185	379	7964	898	746	1313	2958
Лен-долгунец	8.6	11	286	21	26	60	108
Всего	11466.6		464136	40317	57092	74645	172054
%			100	8.69	12.3	16.1	37.1

подсолнечнике, сое, нуте и томате, а также опасности видов чешуекрылых (лугового и стеблевого мотыльков, подгрызающих совок, совки-гаммы, капустной и хлопковой совок, хлебных жуков и личинок жуков-щелкунов – проволочников). На Кубани следует учитывать повышение опасности капустной моли не только на яровых капустных культурах, но и на озимом рапсе. Нарастает опасность трудно поддающегося прогнозированию лугового мотылька, перехода хлопкового и огородного клопов на томаты, возросшую угрозу коричнево-мраморного клопа, способного поражать плодово-ягодные культуры, виноград, бахчевые культуры, бобовые и кукурузу [21].

В системе растениеводства в целом в стране с вычленением высокопродуктивных агроэкосистем учитывали 3 уровня рисков распространения и опасности вредных организмов (низкий, средний и высокий), характеризующиеся плотностью популяций групп вредных организмов (вредителей, возбудителей болезней и сорных растений) для отдельных сельскохозяйственных культур. Использовали показатели рисков опасности потерь урожая от вредных организмов, полученные на основании обобщения многолетних опытных данных, и оценки площадей распространения вредных организмов с 3-мя уровнями плотности популяций, включая результаты учета государственной службой «Россельхозцентр» за 2017–2019 гг. [18, 22].

Потенциальные потери продуктивности агроэкосистем России в среднем ежегодно от вредителей зерновых культур составляли 8.37, от болезней – 12.9, сорной растительности – 15.5%; сахарной свеклы – соответственно 8.68, 9.81, 23.0%; подсолнечника – 10.3, 10.4, 16.5%; сои – 9.28, 11.4, 16.5%; рапса – 11.3, 9.37, 16.5%; льна-долгунца – 7.30, 9.23, 21.1%. Потенциальные риски по-

терь урожая, вызванные в высокопродуктивных агроэкосистемах группами вредных организмов (в среднем за 2017–2019 гг.), представлены в стоимостных показателях (табл. 4).

Валовой сбор урожая культур на площади 11.467 млн га оценен суммой 464.136 млрд руб., потенциальные потери от вредных организмов – 172.054 млрд руб. (37.1%). Потери урожая от распространения сорняков в агроэкосистемах составили 16.1, от возбудителей болезней – 12.3 и от вредителей растений – 8.69%.

Показатели агротехнической эффективности химической защиты растений на основе прогрессивных технологий, включая химическую защиту растений, реализующую преимущества информационных технологий на 20% площадей (от общих площадей в России), в сравнении с традиционной технологией на 80% площадей в среднем за год за период 2016–2018 гг. представлены в табл. 5.

При анализе показателей урожайности зерновых культур на общей площади 45685 тыс. га и валовом сборе зерна 123157 тыс. т, показана средняя урожайность 2.7 т/га в 2016–2018 гг. При этом на 20% площади при применении прогрессивных технологий химической защиты растений была обеспечена урожайность зерна 4.461 т/га, на 80% остальных площадей, без реализации в химической защите растений элементов информационных технологий урожайность составила 2.282 т/га (соотношение величин урожайности = 1.95). Аналогичную тенденцию преимуществ прогрессивных технологий с защитой растений, реализующих достижения ИТ-технологий, отметили и для технических культур. При выращивании сахарной свеклы на 20% посевных площадей по прогрессивным технологиям ее урожайность достигла 55.0 т/га, на 80% площадей при традиционных

**Таблица 5.** Урожайность культур в зависимости от прогрессивных технологий, включающих защиту растений, реализующих достижения информационных технологий (20% площади), и традиционных технологий на 80% остальной площади в РФ (2016–2018 гг.)

Культуры	Площадь тыс. га	Валовой сбор тыс. т	Урожайность на площади		
			100%	20%	80%
Зерновые	45685	123157	2.70	4.46	2.28
Сахарная свекла	1114	48435	43.5	55.0	40.6
Подсолнечник	7499	11417	1.52	1.92	1.41
Соя	2067	3597	1.74	2.20	1.62
Рапс	925	1500	1.62	2.05	1.50
Лен-долгунец	43	39	0.91	1.30	0.75

**Таблица 6.** Сохраняемый урожай в результате применения химических средств защиты растений на площади с высокой продуктивностью зерновых и технических культур, обрабатываемых пестицидами с использованием техники, укомплектованной средствами информационных технологий

Культура	Урожайность, ц/га	Сохраняемый урожай при обработке пестицидами					
		%			руб./га		
		инсек- тициды	фунгициды	гербициды	инсек- тициды	фунгициды	гербициды
Зерновые	44.6	6.7	10.3	12.4	2617	4031	4831
Сахарная свекла	550	6.9	7.8	18.4	8692	9824	23013
Подсолнечник	19.2	8.2	8.3	13.2	2790	2814	4476
Соя	22.0	7.4	9.1	13.2	3587	4395	6374
Рапс	20.5	9.0	7.5	13.2	3885	3227	5679
Лен-долгунец	13.0	5.8	7.4	16.9	1941	2455	5611

технологиях – 40.6 т/га (соотношение величин урожайности = 1.35), подсолнечника – соответственно 1.924 и 1.414 т/га (соотношение = 1.36), сои – 2.202 и 1.620 т/га (соотношение = 1.36), рапса – 2.051 и 1.502 т/га (соотношение = 1.37), льна-долгунца – 1.299 и 0.751 т/га (соотношение = 1.73).

Данные оценки экономической эффективности прогрессивных технологий, включающих химическую защиту растений, реализующую достижения информационных технологий, на площади 20% от общей уборочной площади зерновых и технических культур, как и показатели более высокой урожайности подтвердили целесообразность использования прогрессивной техники и технологий химической защиты растений.

При оценке экономической эффективности использования химических средств защиты растений учтены показатели агротехнической (биологической) эффективности (предотвращения потерь урожая при использовании химических средств защиты растений), которая в 2017 г. в среднем на территории РФ составила 87.0% для инсектицидов, 83.4% – для фунгицидов и 85.7% –

для гербицидов. В наших расчетах принята эффективность 80% и соответствующие показатели величин сохраняемого урожая на 1 га в натуральных и стоимостных показателях (с учетом уровня урожайности и показателей предотвращаемых потерь урожая, в % для групп использованных пестицидов) за 2016–2018 гг. (табл. 6). При использовании показателей применения средств защиты на 1 га и величины обрабатываемых площадей определены показатели сохраняемого урожая в стоимостной оценке (в руб.) в сельскохозяйственных предприятиях и хозяйствах, использующих химические средства защиты растений традиционной, укомплектованной средствами информационных технологий (табл. 7) [23].

На площади, занимаемой зерновыми культурами, выращиваемыми по прогрессивным технологиям (9213 тыс. га), при обработке пестицидами посевов зерновых культур при помощи техники, укомплектованной средствами информационных технологий, сохраненный от вредных организмов урожай оценили в среднем ежегодно в 2016–2018 гг. суммой 37451 млн руб., сахарной свеклы на пло-

**Таблица 7.** Урожай, сохраненный в посевах культур, обрабатываемых пестицидами в России (средние в 2016–2018 гг.)

	Площадь обработки пестицидами, тыс. га			Сохраненный урожай, млн руб.		
	инсектициды	фунгициды	гербициды	инсектициды	фунгициды	гербициды
Зерновые	2526	1832	4855	6611	7384	23455
Сахарная свекла	61 (92)	44 (66)	118 (177)	530	432	2716
Подсолнечник	413	299	793	1152	842	3549
Соя	114	83	219	409	365	1396
Рапс	51	37	98	198	119	557
Лен-долгунец	2	2	5	4	5	28
Итого	3167	2297	6088	8904	9148	31700

Примечание. В скобках – полуторные обработки пестицидами. То же в табл. 9.

**Таблица 8.** Экономическая эффективность применения инсектицидов опрыскивающими агрегатами, оснащенными ИТ-комплектуемыми (средние в 2016–2018 гг.)

Культура	Площадь обработки, тыс. га	Сохраненный урожай	Затраты на препараты	Затраты на внесение	Затраты, всего	Чистый доход	Рентабельность, %
Зерновые	2526	6611	1695	1508	3203	3408	106
Сахарная свекла	61	530	81	54	135	395	293
Подсолнечник	413	1152	217	247	464	688	148
Соя	114	409	60	68	129	280	218
Рапс	51	198	23	30	54	144	268
Лен-долгунец	2	4	1	1	2	2	81.9

щади 223 тыс. га (с полуторакратной обработкой – 335 тыс. га) – 3678 млн руб., подсолнечника (1505 тыс. га) – 5543 млн руб., сои (416 тыс. га) – 2170 млн руб. рапса (186 тыс. га) – 874 млн руб., льна-долгунца (9 тыс. га) – 37 млн руб. Общий показатель предотвращенных потерь на обработанной пестицидами площади 11552 тыс. га составил 49.751 млрд руб. при потенциальных рисках потерь урожая 204.375 млрд руб. (29.3%). Эти показатели отражают агротехническую эффективность реализации защитных мероприятий.

#### ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОТЕРЬ УРОЖАЯ ЗЕРНОВЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ КУЛЬТУР В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ ОПРЫСКИВАЮЩИМИ АГРЕГАТАМИ, ОСНАЩЕННЫМИ КОМПЛЕКТУЮЩИМИ ИТ

На основании обобщенных данных о площадях посевов культур, обработанных пестицидами, сохраненного урожая культур, затрат на приобретение инсектицидов, их внесение опрыскивающими

агрегатами, оснащенными комплектуемыми ИТ-технологиями, определены экономические показатели эффективности защиты растений от вредителей сельскохозяйственных культур в РФ: чистый доход (разница сохраненного урожая и общих затрат (суммы затрат на приобретение и внесение препаратов) и уровень рентабельности (отношение чистого дохода и затрат, %) (табл. 8). Более высокие экономические показатели эффективности применения инсектицидов опрыскивающими агрегатами, оснащенными ИТ-комплектуемыми, отмечены при обработке технических культур (показатели рентабельности от 81.9 до 293%), менее высокие – при обработке зерновых культур (106%) при меньших показателях валовых сборов в стоимостной оценке на 1 га.

Также показаны аналогичные соотношения показателей эффективности при применении фунгицидов: более высокая эффективность при обработке технических культур, чем зерновых (табл. 9). Экономические показатели применения фунгицидов опрыскивающими агрегатами, оснащенными ИТ-комплектуемыми, при обра-

**Таблица 9.** Экономическая эффективность применения фунгицидов опрыскивающими агрегатами, оснащенными ИТ-комплектующими, в России (средние в 2016–2018 гг.)

Культура	Площадь обработки, тыс. га	Сохраненный урожай	Затраты на препараты	Затраты на внесение	Всего затрат	Доход	Рентабельность, %
Зерновые	1832	7384	2428	1094	3521	3863	109
Сахарная свекла	44	432	57 (86)	26 (39)	83 (125)	307	246
Подсолнечник	299	842	348	179	527	625	119
Соя	83	365	141	50	191	218	114
Рапс	37	119	58	22	80	117	146
Лен-долгунец	2	5	2	1	3	2	67

**Таблица 10.** Экономическая эффективность применения гербицидов опрыскивающими агрегатами, оснащенными ИТ-комплектующими, в России (средние в 2016–2018 гг.)

Культура	Площадь обработок, тыс. га	Сохраненный урожай	Затраты на препараты	Затраты на внесение	Всего затрат	Доход	Рентабельность, %
Зерновые	4855	23455	8924	2898	11823	11632	98.4
Сахарная свекла	118	2716	358	105	463	2253	487
Подсолнечник	793	3549	1631	473	2104	1445	68.6
Соя	219	1396	495	131	626	770	123
Рапс	98	557	243	59	302	255	84.4
Лен-долгунец	5	28	9	3	12	16	139

ботке технических культур были более высокими по уровню рентабельности (от 66.7 до 246%) по сравнению с зерновыми культурами (уровень рентабельности 110%). Как и в случае с инсектицидами более высокими были показатели валовых сборов урожая технических культур по сравнению с зерновыми на 1 га в стоимостной оценке.

Экономические показатели применения гербицидов опрыскивающими агрегатами, оснащенными ИТ-комплектующими, были обусловлены особенностями более интенсивного использования техники для защиты сельскохозяйственных культур при уничтожении сорных растений, но при этом одновременном сокращении трудоемких ручных прополок (табл. 10). Экономическая эффективность применения гербицидов опрыскивающими агрегатами, оснащенными ИТ-комплектующими, в России в среднем ежегодно в 2016–2018 гг. характеризовалась менее высокими показателями рентабельности в группе технических культур по сравнению с инсектицидами и фунгицидами, значение которых всегда больше при защите подсолнечника (фунгициды) и рапса (инсектициды).

Экономическая эффективность пестицидов, характеризующая экономическую эффектив-

ность комплексных систем химической защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, возбудителей болезней и сорной растительности, представлена в табл. 11. Экономические показатели при применении пестицидов в комплексной защите растений при проведении обработок тремя группами пестицидов опрыскивающими агрегатами, оснащенными ИТ-комплектующими, в посевах технических культур (с изменениями уровня рентабельности от 80.2 до 409%) были выше, чем в посевах зерновых культур (102%).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В перспективе важным направлением в решении задач увеличения производства продукции растениеводства является рост использования прогрессивных технологий химической защиты растений, реализующих элементы информационных технологий на основе организационно-хозяйственных государственных мероприятий по увеличению доли хозяйств и площадей культур с высоким потенциалом продуктивности применения прогрессивной защиты растений с 20 до 50%. Обоснованность мероприятий подтверждена показателями высокой экономической эффектив-

**Таблица 11.** Экономическая эффективность комплексных систем химической защиты растений (применения сочетания химических средств – инсектицидов, фунгицидов и гербицидов) опрыскивающими агрегатами, оснащенными ИТ-комплектующими, в России (средние в 2016–2018 гг.)

Культура	Площадь обработки, тыс. га	Сохраненный урожай	Затраты на препараты	Затраты на внесение	Всего затрат	Доход	Рентабельность, %
Зерновые	9213	37450	1956	5500	18548	18902	102
Сахарная свекла	223	3678	525	198	723	2955	409
Подсолнечник	1505	5543	2196	899	3095	2482	80
Соя	416	2170	696	249	946	1268	134
Рапс	186	874	324	111	436	516	118
Лен-долгунец	9	37	12	5	17	20	118

ности защитных мероприятий на основе прогрессивных технических средств, реализующих элементы информационных технологий.

Расширение объемов производства продукции растениеводства также предполагает дополнительное обеспечение хозяйств государством и бизнесом соответствующей техникой и инновационными технологиями. Важным в решении развития НТП является увеличение кадрового обеспечения, учитывая, что в России в 2 раза меньше ИТ-специалистов, работающих в сельском хозяйстве, по сравнению со странами с традиционно развитым АПК. Российскому сектору сельского хозяйства при имеющихся 113 тыс. специалистов требуется дополнительно еще 90 тыс. [24].

Представлены результаты исследований, характеризующие динамику развития технического прогресса в химической защите растений в РФ в высокопродуктивных агроэкосистемах зерновых и технических культур в группе сельскохозяйственных предприятий, холдингов и крестьянских (фермерских) хозяйств с благополучным финансовым состоянием и с высоким уровнем развития земледелия на 20% посевов зерновых и технических культур в России. По состоянию на 2016–2018 гг. показаны затраты на приобретение техники для обработки зерновых и технических культур химическими средствами защиты растений с использованием прогрессивной опрыскивающей техники, обеспечивающей реализацию элементов интегрированной технологии: от 1295 тыс. до 2225 тыс. руб. за опрыскиватель при обработке химическими средствами защиты растений (в среднем 597 руб./га). Аналогичная традиционная опрыскивающая техника без комплектующих имела меньшую цену: от 525 тыс. до 1150 тыс. руб., затраты на обработку посева равнялись 417 руб./га. При химической защите 20% посевов зерновых и технических культур в хозяйствах с высокой куль-

турой земледелия, включая и возможности использования в комплексных системах химической защиты растений прогрессивной техники, при средней урожайности зерновых культур 4.461 т/га (на остальных 80% площадей в стране с применением традиционной техники – 2.282 т/га), было сохранено 29.4% урожая зерновых культур с уровнем рентабельности 102%, а также 32.6% урожая технических культур (например, максимальные показатели для сахарной свеклы были следующими: урожай – 55 т/га, уровень рентабельности – 409%).

Обоснована организационно-экономическая целесообразность использования прогрессивной техники, оснащенной комплектующими ИТ при расширении площадей комплексной химической защиты зерновых и технических культур до 50% от общей площади в стране. Условиями для выполнения этих задач являются обеспечение доступности сельским товаропроизводителям государственных кредитов, создание инновационного фонда с участием государства и частных структур, расширение подготовки кадров в области ИТ-технологий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захаренко В.А., Сударинов Г.В., Хардинов Ю.С., Захаренко А.В. Оптимизация фитосанитарного состояния сельскохозяйственных угодий с использованием программ для ПЭВМ. Вып. 4. М.: РАСХН, 2001. 80 с.
2. Министерство сельского хозяйства РФ. Агропромышленный комплекс России в 2015 году. М., 2016. 703 с.
3. Федеральная служба государственной статистики. Российский статистический ежегодник. М., 2018. 693 с.
4. Узун В.Д. Чья в России земля // Аргументы и факты (газета). 2020. № 6. С. 19.

5. *Петриков А.В.* Нужен фонд для инноваций. Информ. бюл. 2016. № 11. С. 31–33.
6. *Алгинин В.И.* На Российском рынке пестицидов должно присутствовать не менее 70% препаратов отечественных компаний // Защита и карантин раст. 2020. № 5. С. 3–4.
7. ПС/НСХ. Новое сельское хозяйство. От ста и выше // Новое сел. хоз-во. 2020. № 3. С. 8.
8. *Козубенко И.С.* Вводим цифровые технологии // Информ. бюл. 2018. № 7. С. 13–16.
9. Фермерам – льготные кредиты // Информ. бюл. 2017. № 6. С. 1.
10. Фитосанитарный щит для продовольствия России / Под ред. Захаренко В.А., Новожилова К.В. М.: ЗАО “Интрейдкорпорейшн”, 1998. 140 с.
11. *Котова В.В., Котикова Г.Ш., Гришечкина Л.Д.* Мероприятия по защите растений от болезней для зональных технологий выращивания сельскохозяйственных культур. Ежегодник. 2004. СПб., 2004. 32 с.
12. Машины и оборудование для внесения удобрений и средств защиты растений. М.: Росинформагротех, 2012. 96 с.
13. *Асовский В.П.* Актуальные вопросы авиационной защиты растений // Защита и карантин раст. 2008. № 3. С. 3–6.
14. *Захаренко В.А.* Прогрессивные технологии применения химических средств защиты растений с целью упреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, вызываемых вредными организмами. Вып. 2. М.: РАСХН, 2010. 72 с.
15. Казаньсельхозмаш. Техника для защиты растений. 18 с. www.kazansm.ru
16. Группа компаний “Агротех-Гарант”, прайс-лист. ООО “Агротех Инвест”. www.gvarta.com
17. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Национальный ГОСТ Р-53056-2008. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. М.: Стандартинформ, 2009. 19 с.
18. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2019 году и прогноз развития вредных организмов в 2020 г. М.: МСХ РФ, Россельхозцентр, 2020. 512 с.
19. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных для применения на территории Российской Федерации. 2020 г. Справ. изд-е // Защита и карантин раст. 2020. 832 с.
20. Министерство сельского хозяйства и продовольствия. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. Ч. 2. Нормативно-справочный материал. М., 1998. 251 с.
21. *Орлов В.Н., Зеленский О.М.* Изменение климата требует перемен и в технологиях защиты растений // Защита и карантин раст. 2020. № 5. С. 5–8
22. Министерство сельского хозяйства и продовольствия. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. Ч. 2. Нормативно-справочный материал. М., 1998. 251 с.
23. Прайс-лист 2018 на средства защиты растений. <http://vankina-agro.ru/ceni/>
24. *Пронин В.М., Прокопенко В.И.* Испытания технологий: проблемы и решения. Описание технологии растениеводства. М.: Агро-информ, 2014. С. 10–13.

## Current State and Prospects of the Economy of the Use of Pesticides in Agroecosystems of Russia

V. A. Zakharenko

*Federal Research Center “Nemchinovka”*

*ul. Agrokhimikov 6, Moscow region, Odintsovsky district, r.p. Novoivanovskoe 143026, Russia*

*E-mail: zwa@mosniish.ru*

The analysis of the development of the agro-ecosystems of Russia in the conditions of reforming the agricultural sector after the collapse of the Soviet Union (within a 25-year period of development of the market economy) was completed, developed and developing new mixed agricultural sector on the basis of the measurement of the areas of agro-ecosystems, productivity of crops and their phytosanitary status. It was defined the economic and environmental advantages of chemical protection technologies for cereals and industrial crops with the use of advanced spraying equipment that ensures the implementation of information technology (IT) elements in the processing of 20% of the country’s crops in comparison with the use of traditional technologies on 80% of the area (2016–2020), possible prospects for the use of advanced technologies in connection with the decision of the food program of Russia.

*Key words:* grain and industrial crops, chemical plant protection, agroecosystems, spraying equipment, plant protection technologies, information technologies, economic efficiency, prices.