

Редакционная коллегия:

главный редактор – **Федоренко В.Ф.**,
д-р техн. наук, проф., академик РАН;
зам. главного редактора – **Мишуев Н.П.**,
канд. техн. наук.

Члены редколлегии:

Апатенко А.С., д-р техн. наук;
Виноградов А.В., д-р техн. наук;
Голубев И.Г., д-р техн. наук, проф.;
Ерохин М.Н., д-р техн. наук, проф., академик РАН;
Завражных А. И., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН;
Кузьмин В.Н., д-р экон. наук;
Левшин А.Г., д-р техн. наук, проф.;
Лобачевский Я.П., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН;
Морозов Н.М., д-р экон. наук, проф.,
академик РАН;
Папцов А.Г., д-р экон. наук, проф., академик РАН;
Полухин А.А., д-р экон. наук, проф. РАН;
Сторчевой В.Ф., д-р техн. наук, проф.;
Тихомиров Д.А., д-р техн. наук,
проф. РАН, чл.-корр. РАН;
Цой Ю.А., д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РАН;
Черноиванов В.И., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН;
Шогенов Ю.Х., д-р техн. наук,
академик РАН

Editorial Board:

Chief Editor – **Fedorenko V.F.**, Doctor of Technical
Science, professor, academician
of the Russian Academy of Sciences;
Deputy Editor – **Mishurov N.P.**, Candidate
of Technical Science.

Members of Editorial Board:

Apatenko A.S., Doctor of Technical Science;
Vinogradov A.V., Doctor of Technical Science;
Golubev I.G., Doctor of Technical Science, professor;
Erokhin M.N., Doctor of Technical Science,
professor, academician of the Russian Academy
of Sciences;
Zavrazhnyov A.I., Doctor of Technical Science,
professor, academician of the Russian
Academy of Sciences;
Kuzmin V.N., Doctor of Economics;
Levshin A.G.,
Doctor of Technical Science, professor;
Lobachevsky Ya.P., Doctor of Technical Science,
professor, academician
of the Russian Academy of Sciences;
Morozov N.M., Doctor of Economics, professor,
academician of the Russian Academy of Sciences;
Papstov A.G., Doctor of Economics, professor,
academician of the Russian Academy of Sciences;
Polukhin A.A., Doctor of Economics, professor
of the Russian Academy of Sciences;
Storchev V.F., Doctor of Technical Science,
professor;
Tikhomirov D.A., Doctor of Technical Science,
professor
of the Russian Academy of Sciences;
corresponding member of the Russian Academy
of Sciences;
Tsoi Yu.A., Doctor of Technical Science,
professor, corresponding member
of the Russian Academy of Sciences;
Chernoivanov V.I., Doctor of Technical Science,
professor, academician
of the Russian Academy of Sciences;
Shogenov Yu.H., Doctor of Technical Science,
academician
of the Russian Academy of Sciences
Отдел рекламы
Горбенко И.В.
Верстка
Речкина Т.П.
Художник Лапшина Т.Н.

ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА
MACHINERY AND EQUIPMENT FOR RURAL AREA

В НОМЕРЕ

Техническая политика в АПК

Черноиванов В.И., Толоконников Г.К. Функциональная схема биомашсистемы.. 2
Комаров В.А., Нуязин Е.А. Результаты освоения профессиональных компетенций на агроинженерных направлениях подготовки..... 6

Технико-технологическое оснащение АПК: проблемы и решения

Почему трактор RSM 2375 нравится аграриям..... 12
Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х., Старовойтов С.И., Шогенов А.Х. Многооперационная комбинированная машина 14

Технологии, машины и оборудование для АПК

Подольская Е.Е., Бондаренко Е.В., Таркинский В.Е., Свиридова С.А. Использование бункеров-перегрузчиков при уборке зерновых культур 18
Свинарев И.Ю., Третьякова О.Л., Кузьмина Т.Н. Особенности актуализации ИТС 41-2017 «Интенсивное разведение свиней» 21
Фадеев И.В., Успенский И.А., Юхин И.А., Степанова Е.И., Кулик С.Н., Мурог И.А. Исследование влияния компонентов загрязнения атмосферы животноводческих помещений на влагопоглощение противокоррозионной пленки ... 26
Катаев Ю.В., Герасимов В.С., Мордасова М.С. Стратегия формирования инженерной структуры системы утилизации сельскохозяйственной техники 31

Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение АПК

Тетерин В.С., Панферов Н.С., Пестряков Е.В. Разработка системы автоматизированного управления технологическими процессами при производстве гуминовых удобрений 35

Аграрная экономика

Королькова А.П., Ухалина О.В., Кузьмин В.Н., Горячева А.В. Государственная поддержка комплексных научно-технических проектов подпрограмм Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы 40
Свиридова С.А., Петухов Д.А., Подольская Е.Е., Таркинский В.Е. Методологические аспекты экономической оценки технологий растениеводства..... 45

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).
Входит в ядро РИНЦ и базу данных RSCI

Полные тексты статей размещаются на сайте электронной научной библиотеки eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru>

Журнал включен в международную базу данных AGRIS ФАО ООН, в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

Научные специальности и соответствующие им отрасли науки, по которым издание включено в Перечень ВАК:

- 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки);
4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса (технические науки);
5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки)

Редакция журнала:

141261, Московская обл., г.о. Пушкинский, рп. Правдинский, ул. Лесная, д. 60. Тел. (495) 993-44-04
fgnu@rosinformagrotech.ru; r_technica@mail.ru <https://rosinformagrotech.ru>



Перепечатка материалов, опубликованных в журнале,
допускается только с разрешения редакции.

© «Техника и оборудование для села», 2022
Отпечатано в ФГБНУ «Росинформгротех»
Подписано в печать 21.10.2022 Заказ 305

УДК 612.8; 519.71

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-10-2-5

Функциональная схема биомашсистемы

В.И. Черноиванов,

д-р техн. наук, акад. РАН,
vichernoivanov@mail.ru

Г.К. Толоконников,

канд. физ.-мат. наук,
admcit@mail.ru
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Предложена функциональная схема для биомашсистем, аналогичная типовой схеме функциональной системы поведенческого акта по П.К. Анохину. Подобные схемы являются определённым необходимым шагом на пути формализации и построения математических моделей для систем, а также конкретных практических систем. В теории биомашсистем предлагаемая функциональная схема играет ту же роль и служит удобным для восприятия неформальным описанием функционирования биомашсистемы.

Ключевые слова: биомашсистемы, функциональные и эргатические системы, продуктивное живое, решатели, афферентный синтез.

Постановка проблемы

В многочисленных системных подходах наиболее глубокой является теория функциональных систем П.К. Анохина [1]. В значительной степени она носит интуитивный характер, но достаточный для физиологии уровень формализации обеспечивается набором графических схем различных конкретных функциональных систем [2], в основе которых лежит известная общая схема функциональной системы поведенческого акта. Эта схема служит также методологической основой построения конкретных функциональных систем, закладывает методологию всей теории функциональных систем. Как известно, указанной теории недостаточно для аграрных систем, адекватным подходом здесь является теория биомашсистем [3].

Важнейшим для теории систем открытием П.К. Анохина стал системообразующий фактор, та сила, которая

собирает разрозненные части в виде подсистем в единую систему. Для биомашсистем также постулируется системообразующий фактор, но здесь ввиду указанной недостаточности теории функциональных систем для АПК приходится использовать существенное обобщение этого понятия. Тем не менее основное понятие функциональной системы, принятое в физиологии, в теории биомашсистем по необходимости используется, поскольку как блок «человек», так и блок «живое» являются объектами физиологии и теории функциональных систем.

Неотъемлемой частью аграрных систем является продуктивное живое (животные, растения, биомасса и др.), что оказывается настолько специфичным, что другие многочисленные виды систем, такие, например, как глубоко разработанные в теоретическом и прикладном плане эргатические системы «человек-машина» (человеческие факторы, инженерная психология и т.п.) [5], а также функциональные системы [1, 2], недостаточны для АПК. Как наиболее адекватные для описания аграрных систем были предложены биомашсистемы, опирающиеся на триаду «человек-машина-живое» [3].

Недостаточность функциональных и эргатических систем для АПК видна из того, что каждая из них «покрывает» только часть биомашсистемы: первым не свойственны подсистемы типа «машина», вторым – подсистемы продуктивного «живого». Более того, математическая категорная формализация общего вида систем [4] показала несводимость перечисленных видов систем друг к другу.

Имея ввиду важнейшую роль графических схем в теории функциональных систем, естественно поставить задачу разработки аналогичной основополагающей графической схемы и для теории биомашсистем, которая должна также служить общей методологии построения конкрет-

ных биомашсистем. Кроме того, она также является первым шагом формализации в теории биомашсистем, востребованной уже на принципиальном уровне, так как, в отличие от теории функциональных систем, расчеты и проектирование сельхозмашин и механизмов невозможны без математических моделей систем. В категорной теории систем [4], в частности, обобщившей теорию функциональных систем, обсуждаемые графические схемы доработаны до полноценных категорных диаграмм, которые, как известно, являются строгим математическим формализмом. Указанная схема затрагивает понятие системообразующего фактора биомашсистемы, который необходимо разработать, оттолкнувшись от этого понятия в теории функциональных систем, обобщив его.

Цель исследования – разработка функциональной схемы биомашсистемы.

Материалы и методы исследования

Методологической основой исследования являются математическое моделирование и системный подход в рамках теории функциональных систем, биомашсистем и категорной теории систем. Применяется метод построения схем, являющихся начальной формализацией различных теорий систем, в том числе теории функциональных систем и биомашсистем.

При этом приведена и обсуждается схема функциональной системы, необходимой для биомашсистем, так как в ней блоки «человек» и «живое» являются функциональными подсистемами. Учитывая, что биомашсистемы, эргатические и функциональные системы во всех деталях, по-видимому, неформализуемы, рассматриваются их схемы функционирования так, как это принято в теории функциональных систем.

Результаты исследований и обсуждение

Принципиальная схема функциональной системы по П.К. Анохину

Функциональная система (рис. 1) организма формируется [2] для удовлетворения возникшей у него потребности, которое называют результатом или системообразующим фактором. После достижения результата функциональная система тормозится или расформируется за ненадобностью.

Возникающая потребность организма (например, нехватка воды) вызывает мотивацию, ощущаемую в виде желания (жажда), которая мобилизует афферентный синтез поиска действий для решения проблемы; из выработанного и имеющегося в памяти блок принятия решения выбирает вариант, переносит параметры потребного результата в акцептор результата действия и мобилизует программу действия, которая отправляет к эффекторам сигналы на исполнение. Оказываемые эффекторами на среду действия приводят к некоторому результату, данные о нём поступают через рецепторы в акцептор результата действия. Если параметры достигнутого совпадают с ожидаемыми значениями параметров, то результат достигается (потребность удовлетворена) и функциональная система тормозится или расформируется. Если соответствия недостаточно, то цикл работы функциональной системы повторяется откорректированным способом. Описание проблематики теории функциональных систем и детали работы функциональных систем живых организмов, в том числе, относящиеся к продуктивным животным, можно найти в работе [5].

Принципиальная схема функционирования биомашсистемы

Блоки «человек» и «живое» в схеме (рис. 2) биомашсистемы – функциональные системы. Описание работы схемы биомашсистемы приводим так же условно, как это осуществляется в случае функциональных систем [2, 5].

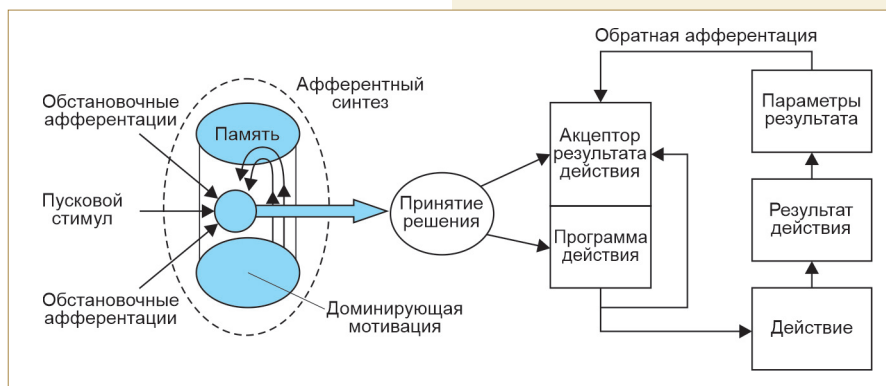


Рис. 1. Принципиальная схема функциональной системы по П.К. Анохину

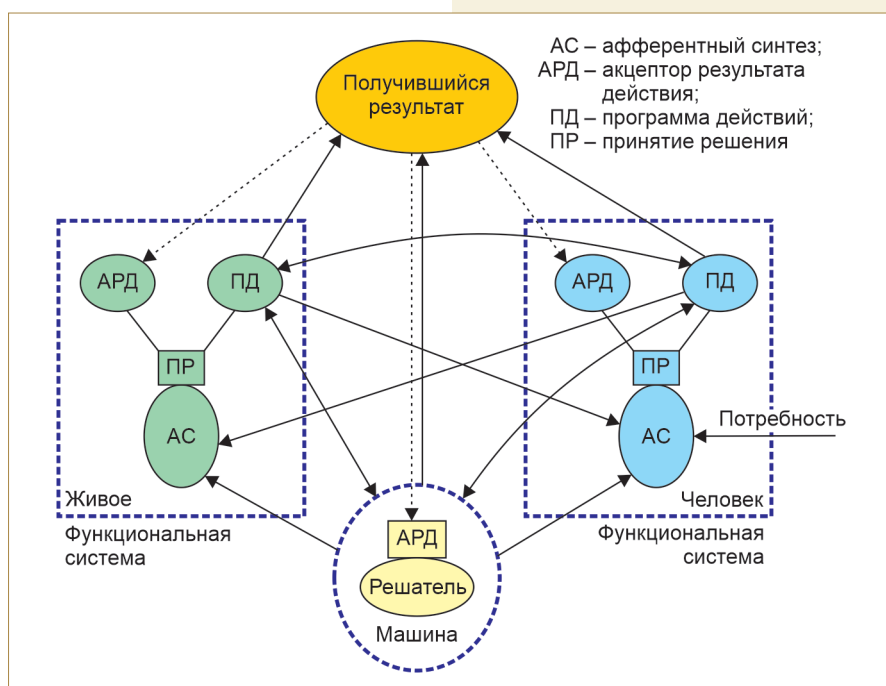


Рис. 2. Принципиальная схема функционирования биомашсистемы

Имеется человек и перед ним (в АПК) возникла проблема (стрелка на схеме с надписью «потребность»), которая является **потребностью** в терминологии физиологов, и эта потребность обрабатывается функциональной подсистемой «человек» (подсистема является сама системой), как и положено в теории функциональных систем. Потребность переходит в **мотивацию**, порождающую афферентный синтез (АС) функциональной системы «человек» для поиска вариантов действий по удовлетворению потребности. Процесс афферентного синтеза завершается работой блока принятия решения (ПР), который из найденных в афферентном син-

тезе вариантов действий выбирает один.

После выбора варианта функционирования блока «человек» для обеспечения получения результата **всей биомашсистемы** параметры этого потребного результата записываются в акцептор результата действия (АРД) функциональной системы «человек», одновременно формируется программа действия в программном блоке (ПД) функциональной системы «человек». Далее программа действий направляет управляющие сигналы на эффекторы самого человека, как обычно в функциональной системе, но кроме этого, проводит необходимые действия (указаны соответствующи-

ми стрелками на схеме): с машиной, отправляя в ее акцептор результата действия (АРД машины – вариант программно-аппаратной памяти) параметры того результата, который предназначен для его получения машиной; с живым, направляя необходимые сигналы и совершая действия для формирования у функциональной системы «живое» потребности (и мотивации), реализация удовлетворения которой необходима для достижения результата биомашсистемы в целом. Аfferентный синтез завершается принятием решения по потребному результату функциональной системы «живое», параметры которого вписываются в акцептор результата действия, формируется программа действия «живого».

При этом программа действия блока «живое» направляет сигналы, указанные соответствующими стрелками на схеме, блоку «машина» и программе действия блока «человек», получая в ответ сигналы от этих блоков, эффекторы совершают определенные действия с машиной, человеком и средой. Принципиальным моментом, не имеющим места в функциональных и эргатических системах, является по необходимости **интерактивный характер совместного функционирования программных блоков** всех подсистем биомашсистемы (человека, машины и живого). Как и в программировании, интерактивность означает, что каждый из программных блоков биомашсистемы учитывает и ожидает сигналы от других программных блоков, а не просто выполняет зафиксированные только в самом этом блоке алгоритмы.

Биомашсистема сформировалась и начинает функционировать, достигая результата (на схеме отмечен как «получившийся результат»), рецепторы человека и живого, а также сенсоры машины получают информацию о параметрах получившегося результата, эта информация по направлению обратной афферентации и обратной связи (для машины) направляется в акцепторы результата действия человека, живого и машины.

При совпадении параметров получившегося результата с параме-

трами потребного результата, заложенными в акцепторы результата действия, подсистема биомашсистемы фиксирует, что проблема, как у живого, так и у человека решена (потребность удовлетворена), все три подсистемы прекращают работать и биомашсистема расформируется за ненадобностью, аналогично тому, как это предусматривается в теории функциональных систем.

Различия систем

На данном этапе описания и формализации работы биомашсистемы имеются следующие отличия биомашсистемы от функциональной и эргатической систем.

В эргатической системе имеется лишь два блока: «человек» и «машина», к тому же отсутствует ведущая роль системообразующего фактора, проще говоря, из исследований в теории эргатических систем взаимодействия человека и машины выпадает ключевой для системного подхода блок, отвечающий на вопрос: для чего, для какого результата сформирована эргатическая система? Это важно для возможности определения самой эргатической системы исключительно из этого результата (результат должен определять все параметры системы, сформированной для его получения).

В функциональной системе описание неживого объекта «машина» не проводится, в том числе, потому, что потребностей у машины, а следовательно, и всего механизма работы функциональной системы в этом случае нет. Кроме отсутствия блока машина, в теории функциональных систем не изучаются связи между системами, которые специфичны для биомашсистем, в том числе, и потому, что невозможно учесть связи и человека, и живого с неживой машиной.

Необходимым атрибутом биомашсистемы является интерактивный характер, как это уже упомянуто, взаимодействия программных блоков (ПД), подобного качества ни эргатические, ни функциональные системы не имеют, и это еще одна

из причин невозможности ограничиваться функциональными и эргатическими системами в аграрных системах.

Отталкиваясь от описанной принципиальной схемы аналогично тому, как это делается в многочисленных конкретных схемах функциональных систем организма [2], можно формировать схемы функционирования конкретных биомашсистем. Отметим для примера один из шагов такого формирования.

В АПК часто имеется наличие не одного «живого» в системе, а многих (например, коров в стаде, отдельных растений для комбайна в поле, бактерий в биомассе и т.д.). В этой ситуации к общей схеме добавляется взаимодействие между отдельными живыми организмами, при этом их совокупность может не являться системой (рис. 3).

Сформулируем для дальнейшей разработки основ теории биомашсистем некоторые вопросы, которые данная схема инициирует.

Биомашсистемы содержат неживые подсистемы в виде блока «машина», в теории функциональных систем неживым объектам никакой функциональной системы не сопоставляется, поскольку признаётся (как это постулировал П.К. Анохин [1]) отсутствие системообразующего фактора, в частности, для механических систем типа аграрных машин и механизмов. Для теории биомашсистем подобное положение неприемлемо, поскольку не позволяет согласованно реализовать системный подход, так как один из равноправных блоков биомашсистемы «машина» лишён в таком случае полноценных системных атрибутов. Данный вопрос в действительности решается, если применить общий категорный подход к системам, развитый в работах [4, 6]. Для этого необходимо обобщить понятие системообразующего фактора, данного П.К. Анохиным в виде «полезного результата» для организма, которое неприменимо к «машине» в биомашсистеме. Систему (и системообразующий фактор) при таком обобщении следует осмыслить как переход от хаоса к порядку. В таком

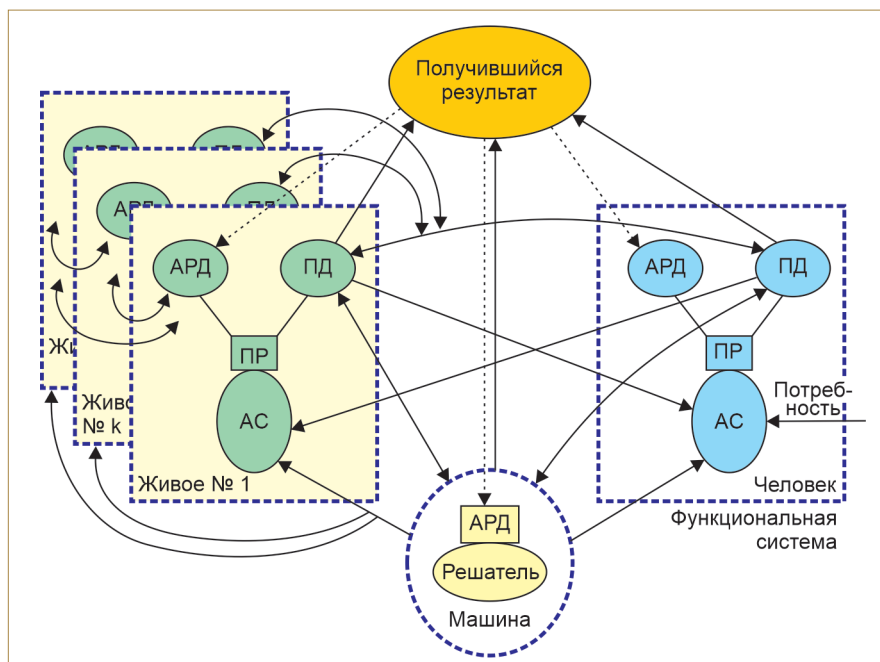


Рис. 3. Схема функционирования биомашсистемы с многими экземплярами «живого»

варианте понятие системы распространяется на физические, в частности, механические системы, такие как машины, согласно теоретической механике, на которой построена теория машин и механизмов, а также земледельческая механика академика В.П. Горячкина. В качестве системообразующего фактора механических систем следует взять принцип стационарного действия [6], лежащий в основе не только механики, но и других физических теорий (от квантовой механики до стандартной модели в теории элементарных частиц и теории струн).

Следующей задачей, решение которой необходимо для разработки основ теории биомашсистем, является проблема составных системообразующих факторов, например, в живых организмах (продуктивных животных и т.п.), кроме того, что они являются физическими системами и в системообразующий фактор входит принцип стационарного действия, с биологической точки зрения выполняется принцип выживания и другие, хотя и неформализованные, но имеющие место требования, которые следует включить в системообразующий фактор. При этом перечисленные

и другие составляющие системообразующего фактора биомашсистемы взаимодействуют между собой, не являются простым объединением. Отметим, что в теории функциональных систем эти вопросы еще не рассматривались, хотя физические законы выполняются для организма именно как системные законы.

Выводы

1. В работе предложена функциональная схема биомашсистемы, аналогичная известной классической схеме функциональной системы поведенческого акта по П.К. Анохину. Предложенная схема играет аналогичную роль в схеме функциональной системы, включая роль методологии для построения конкретных биомашсистем, что и указанная схема функциональной системы для физиологии.

2. Поставлены задачи обоснования и представления машин и механизмов аграрного профиля в качестве систем на основе выбора системообразующего фактора в виде принципа стационарного действия, лежащего в основе теоретической механики и теории машин и механизмов. Решение указанной задачи позволит согла-

сованно описывать все подсистемы биомашсистемы, как живые, так и неживые, входящие в блок «машина» биомашсистемы.

Список

использованных источников

1. Анохин П.К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем // Принципы системной организации функций. М.: Наука, 1973. С. 5-61.
2. Судаков К.В., Кузичев И.А., Николаев А.Б., Щелканов В.И. Эволюция терминологии и схем функциональных систем в научной школе П.К. Анохина. М.: ЕПС, 2010. 238 с.
3. Черноиванов В.И. Биомашсистемы: возникновение, развитие и перспективы // Биомашсистемы. 2017. Т. 1. № 1. С. 7-58.
4. Толоконников Г.К. Неформальная категорная теория систем // Биомашсистемы. 2018. Т. 2. № 4. С. 41-144.
5. Сергеев С.Ф. Введение в инженерную психологию и эргономику иммерсивных сред. СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. 258 с.
6. Толоконников Г.К. Категорные склейки, категорные системы и их приложения в алгебраической биологии // Биомашсистемы. 2021. Т. 5. № 1. С. 148-235.

Functional Scheme of the Biomachine System

V.I. Chernoiivanov,
G.K. Tolokonnikov
(VIM)

Summary. A functional scheme for biomachine systems is proposed, similar to the typical scheme of a functional system of a behavioral act according to P.K. Anokhin. Such schemes are a certain necessary step towards the formalization and construction of mathematical models for systems, as well as specific practical systems. In the theory of biomachine systems, the proposed functional scheme plays the same role and serves as an easy-to-perceive informal description of the functioning of a biomachine system.

Keywords: biomachine systems, functional and ergatic systems, productive life, solvers, afferent synthesis.

УДК 378.4

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-10-6-11

Результаты освоения профессиональных компетенций на агроинженерных направлениях подготовки

В.А. Комаров,

д-р техн. наук, проф.,
komarov.v.a2010@mail.ru

Е.А. Нуязин,

канд. техн. наук, доц.,
nuyanzin@yandex.ru
(ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва»)

Аннотация. Представлены результаты улучшения качества освоения профессиональных компетенций инженерных направлений подготовки. При этом уровень их освоения представлен в виде комплекса научно-исследовательских и образовательных показателей. Выявлены направления, определяющие сформированность профессиональных компетенций будущих инженеров на основе создания инновационных учебно-научно-исследовательских лабораторий и центров.

Ключевые слова: инженерная подготовка, профессиональная компетенция, уровень освоения, научно-образовательная деятельность.

Постановка проблемы

Основой современного образования является иерархический порядок «знание – навык – компетенция». Он повышает эффективность планирования образовательных программ и позволяет достичь главной цели инженерного образования – подготовка инженеров к осуществлению инновационной производственной деятельности [1, 2]. Особенностью образовательных стандартов третьего поколения является ориентация не на содержание образования, а на его результат, включающий в себя набор компетенций инженеров. Структура и содержание основной профессиональной образовательной программы (ОПОП), формируемой участниками образовательных отношений, и комплекс образовательных технологий должны быть направлены на освоение

блока профессиональных компетенций (ПК) [3, 4].

Для рационального функционирования системы приобретения ПК инженерами необходимо, в первую очередь, обеспечить качественное формирование учебных планов и кодирование компетенций. С целью качественного освоения ПК в университете должен применяться полный перечень современных образовательных и научно-инновационных инструментов [5].

Важным фактором подготовки инженеров в области аграрного и промышленного производства является профессиональная направленность и контекстное обучение. Технологии контекстного обучения включают в себя следующие виды проблемных (квазипрофессиональных) ситуаций: интеллектуальные; эмоционально-личностные и регулятивно-поведенческие. За основные критерии оценки профессиональной направленности в основном принимаются мотивационный, когнитивный и технологический [6].

Необходимо учитывать вариативность возможного увеличения или уменьшения показателей оценки ПК с целью определения наиболее значимых факторов результативности и качества выполнения конкретных учебных видов работ. Существующие методики устанавливают связи между содержанием учебных образовательных программ и основными положениями образовательного стандарта, конкретизации оценки компетентности и аргументированности ее числовых показателей. ПК будущего инженера формируются как на основе приобретения традиционных знаний, умений, навыков, так и в результате целенаправленного развития личностных качеств. Ис-

следователи [7] устанавливают компетенцию специалиста как качества, выражающие конкретный стандарт его поведения. Оценивая стандарт поведения выпускника, работодатель определяет качества, отличающие высоко-, средне- и низкоквалифицированных специалистов. При этом работодатель часто корректирует у работников различной квалификации определенные качества, как правило, в лучшую сторону.

В настоящее время в странах Азиатско-Тихоокеанского экономического сотрудничества (АТЭС) создана система сертификации и регистрации профессиональных инженеров. В стандарт инженерных специалистов АТЭС входят наиболее значимые универсальные и профессиональные компетенции. Они основываются на рациональном использовании узких прикладных знаний, аналитическом анализе и исследовании наиболее значимых инженерных задач, проектировании и внедрении современных инженерных проблем, глубокой оценке ИИД, социальной ответственности при осуществлении инженерных решений, соблюдении законодательства Российской Федерации и правовых основ, этических инженерных взаимоотношениях, эффективном управлении инновационной деятельностью и постоянном обновлении знаний и навыков на протяжении всей инженерной деятельности [8].

Таким образом, главным фактором качественного освоения ПК будущим инженером в период обучения является повышение уровня образовательной деятельности и активизация научно-исследовательской работы на базе инновационных учебно-научно-исследовательских лабораторий и в современных производственных условиях. В связи с изложенным

можно сформулировать цель исследования.

Цель исследования – анализ показателей, определяющих уровень освоения ПК на конкретных направлениях подготовки и повышение конкурентоспособности будущих специалистов в области аграрного и промышленного производства.

Материалы и методы исследования

Исследование осуществлялось на базе лабораторий и учебно-научно-производственного центра (УНПЦ) Федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева» (ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва»). В исследовании принимали участие студенты очной формы обучения, проходящие подготовку по направлениям «Агроинженерия» (бакалавриат и магистратура) и «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (бакалавриат и магистратура) [9, 10].

На основании ранее проведенных исследований с целью анализа освоения ПК учитывается комплексный подход к инженерной подготовке [5, 11, 12]. При этом должно происходить объединение обучающихся по командному принципу работы над выполнением исследовательских и курсовых проектов на базе созданных в институте механики и энергетики ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва» специализированных лабораторий, УНПЦ, пункта технического осмотра транспортных средств, центра проектирования и быстрого прототипирования и малых инновационных предприятий (МИП), а также включая передовые аграрные и перерабатывающие предприятия. Важным фактором освоения ПК является активизация использования междисциплинарного подхода в процессе научно-исследовательской и самостоятельной работы будущих инженеров [5, 9, 10].

Положения и правила установления тематической направленности и содержания расчетных, научно-

исследовательских и курсовых работ по специальным предметам разработаны в ранее проведенных исследованиях [5, 11, 12], а основой их выполнения является всестороннее применение электронных информационно-образовательных технологий. При этом большинство результатов работ должно внедряться в инновационное производство.

Результаты исследований и обсуждение

Оценка освоения ПК в работе проводилась с использованием комплексного подхода к образовательной и научно-инновационной деятельности студентов, разработанного ранее [5, 9-12]. В соответствии с разработанным комплексным подходом по направлениям подготовки «Агроинженерия» и «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» тематика и содержание расчетных научно-исследовательских и курсовых работ устанавливается в соответствии с тематикой выпускных квалификационных работ (ВКР). Например, можно назвать следующие специальные дисциплины: 1) уровень подготовки – бакалавриат: «Проектирование предприятий технического сервиса», «Техническое обслуживание и ремонт технологического оборудования и машин в агропромышленном комплексе»; 2) уровень подготовки – магистратура: «Современные проблемы науки и производства в агроинженерии», «Обеспечение надежности сложных технических систем», «Проектирование производственно-технологических баз предприятий технического сервиса», «Проектирование технологических процессов технического обслуживания и ремонта машин», «Проектирование технологических процессов в сфере производства и ремонта транспортно-технологических машин и оборудования», «Технологическая практика».

При этом в курсе «Проектирование предприятий технического сервиса» (уровень подготовки – бакалавриат) курсовое проектирование ведется по конкретным предприятиям технического сервиса (ПТС) Приволжского федерального округа. Окончательное

содержание проекта определяется исходя из содержания производственного раздела ВКР. Тематика курсовых проектов по дисциплине «Обеспечение надежности сложных технических систем» (уровень подготовки – магистратура) в зависимости от научного направления исследований в магистерской диссертации разбита на шесть направлений исследований с разработкой методов обеспечения надежности путем:

- обоснования состава подразделений ПТС;
- разработки новых технологий восстановления деталей на ПТС;
- проектирования специализированных участков ПТС по техническому обслуживанию, диагностике, восстановлению, текущему и капитальному ремонту деталей, узлов и агрегатов;
- модернизации технологического оборудования и оснастки на ПТС;
- исследования технического состояния узлов и агрегатов техники;
- формирования правил назначения ремонтно-обслуживающих работ.

При этом окончательное содержание проекта определяется исходя из содержания одного из исследовательских разделов магистерской диссертации.

Немаловажным фактором освоения ПК будущими инженерами является расширение междисциплинарных связей. При формировании компетенций на магистерском уровне образования прослеживается тесная связь между дисциплинами. Так, в дисциплинах «Проектирование технологических процессов технического обслуживания и ремонта машин», «Проектирование технологических процессов в сфере производства и ремонта транспортно-технологических машин и оборудования» при выполнении курсового проекта студенты изучают теоретические предпосылки применения методов восстановления в контексте обеспечения основных показателей надежности отремонтированных сборочных единиц и узлов, а следовательно, в контексте междисциплинарной связи с курсом «Обеспечение надежности сложных технических систем» обеспечивается освоение профессиональных компетенций.



Рис. 1. Выездное занятие студентов направления подготовки «Агроинженерия»

Важным фактором освоения ПК на инженерных направлениях обучения является создание современных инновационных лабораторий и УНПЦ в соответствии с Программой развития Национального исследовательского университета [5, 13, 14]. Основные пути освоения ПК студентами в ходе образовательной и научно-исследовательской деятельности подробно представлены в работах [5, 9-12].

Еще один фактор улучшения освоения ПК – активное внедрение в учебный процесс взаимодействия с МИП, базирующимися в производственных корпусах университета. Основные результаты взаимной деятельности университета и МИП описываются в работах [5, 15]. Так, например, структура предприятий ООО «Ресурс» и ООО «Агросервис» включает в себя участки: проведения металлографических и триботехнических испытаний, ремонта гидравлических систем и гидростатической трансмиссии тракторов и автомобилей, электроискровой наплавки и холодного газодинамического напыления, ремонта гидроусилителей рулевого управления, испытания и ремонта головок блоков цилиндров двигателей внутреннего сгорания (ДВС), ремонта блоков цилиндров ДВС и ремонта карданных валов.

Структура предприятия ООО «Эффект Гарантия» включает в себя

пять участков: восстановления корпусных деталей, шлифования коленчатых валов, токарный, фрезеровочный и восстановления блоков цилиндров ДВС.

С целью реализации практико-ориентированного обучения при качественном освоении ПК в институте механики и энергетики постоянно организуются выездные занятия в условиях передовых крупных аграрных фирм. В выездном занятии в зоне обслуживания, ремонта и хранения техники ЗАО «Мордовский бекон» приняли участие руководители и ведущие специалисты предприятия, входящего в группу компаний «Талина», являющейся крупнейшим агропромышленным холдингом с полным циклом производства (рис. 1). С 2010 г. агрохолдинг входит в топ-20 эффективных землепользователей Российской Федерации.

Основные результаты работы по освоению ПК на инженерных направлениях подготовки студентов ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва» представлены на рис. 2 и в табл. 1-4.

Как видно из табл. 1, использование программы развития Национального исследовательского университета позволило значительно повысить эффективность научно-исследовательской деятельности студентов по большинству показателей. При этом численность студентов, занимающихся научно-



Рис. 2. Ректор ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва» С.М. Вдовин вручает диплом I степени лауреата конкурса «Студент года» магистранту направления подготовки «Агроинженерия» А.Ю. Гусеву

исследовательской деятельностью, число публикаций в индексируемых журналах, количество участников международных и всероссийских конференций, лауреатов президентских и правительственных грантов, призеров и победителей всероссийских олимпиад и конкурсных отборов увеличились на порядок (в 8-10 раз). Число публикаций в иностранных журналах и входящих в перечень высшей аттестационной комиссии (ВАК), полученных патентов, дипломов, грантов Министерства науки и высшего образования (Минобрнауки) и участие в деятельности МИП возросли в 3-5 раз.

Результатом применения инновационных методик обучения и активизации научно-исследовательской деятельности явился качественный подъем успеваемости студентов по большинству общепрофессиональных и специальных дисциплин по направлениям подготовки «Агроинженерия» и «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» на очной форме обучения.

Таблица 1. Показатели научно-исследовательской работы студентов

Показатели	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Численность участвующих в НИР	18	44	46	54	60	66	96	137	154	144
Участие в конференциях:										
всего	55	53	55	35	62	54	105	92	85	106
в других регионах России	4	7	4	5	10	18	23	18	36	33
Число публикаций в журналах – всего	57	56	62	30	62	44	99	139	181	143
В том числе:										
без соавторов	0	0	10	7	7	16	23	36	29	12
рецензируемых	2	0	7	7	1	5	12	17	50	37
из перечня ВАК	4	2	1	4	1	5	5	12	17	17
зарубежных	0	0	0	0	1	0	0	1	2	4
индексируемых в Web of Science и Scopus	0	0	0	0	0	0	0	4	2	4
Стипендиаты:										
Президента России	0	0	0	0	1	2	4	3	6	7
Правительства России	1	0	1	1	1	2	2	8	8	8
Главы Республики Мордовия	6	4	6	1	10	8	8	10	5	6
Число:										
полученных охранных документов	2	2	2	4	4	4	10	2	4	6
грантов Российской Федерации	2	2	2	2	3	5	4	3	7	9
дипломов Минобрнауки России	2	2	2	2	5	7	7	17	13	8
призеров всероссийских конкурсов и олимпиад:										
всего	4	11	14	16	14	17	25	41	34	32
в том числе «УМНИК»	2	3	6	6	6	6	2	2	1	1
Студенты, участвующие в работе МИП, – всего	12	11	11	12	23	16	23	29	48	45
В том числе:										
ООО «Агросервис» и «Ресурс»	7	6	5	4	9	9	20	19	23	28
ООО «Эффект-Гарантия»	5	5	6	8	14	7	3	10	25	17

Таблица 2. Успеваемость студентов агроинженерных направлений подготовки*, %

Направление подготовки (уровень подготовки)	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Агроинженерия (бакалавриат)	<u>46,7</u> 39,1	<u>69,4</u> 58,7	<u>74,3</u> 76,6	<u>60,1</u> 71,2	<u>66,2</u> 81,5	<u>81,6</u> 80,7	<u>73,5</u> 80,4	<u>69,0</u> 76,5	<u>71,2</u> 86,4
Агроинженерия (магистратура)	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 90	<u>100</u> 100	<u>95</u> 90	<u>97,7</u> 93,8	<u>97,1</u> 92,1	<u>83,8</u> 81,3	<u>94,4</u> 92,6
Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (бакалавриат)	–	–	<u>100</u> 85,2	<u>71,2</u> 70	<u>80,8</u> 77,5	<u>76,6</u> 90,2	<u>69,3</u> 82	<u>69,7</u> 79,6	<u>78,3</u> 85,7

*В числителе указаны результаты зимней сессии, в знаменателе – летней.

Таблица 3. Качественная успеваемость студентов агроинженерных направлений подготовки*, %

Направление подготовки (уровень подготовки)	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Агроинженерия (бакалавриат)	<u>30,0</u> 17,4	<u>28,8</u> 26,9	<u>28,5</u> 35,7	<u>37,5</u> 42,3	<u>45,6</u> 48,3	<u>61</u> 64,4	<u>59,1</u> 63,5	<u>50,4</u> 55	<u>61,2</u> 64,1
Агроинженерия (магистратура)	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 90	<u>100</u> 100	<u>95</u> 90	<u>97,7</u> 93,8	<u>92,9</u> 92,1	<u>76,5</u> 81,3	<u>94,4</u> 92,6
Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (бакалавриат)	–	–	<u>33,3</u> 18,5	<u>34,6</u> 42	<u>56,2</u> 59,2	<u>57,4</u> 63	<u>61,4</u> 69	<u>57,6</u> 71	<u>62,2</u> 64,3

*В числителе указаны результаты зимней сессии, в знаменателе – летней.

Таблица 4. Качественная успеваемость студентов агроинженерных направлений подготовки по специальным дисциплинам, %

Наименование дисциплины (уровень подготовки)	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Технология машиностроения (уровень бакалавриата)	60	90	90	70
Перспективные методы восстановления изношенных деталей (уровень бакалавриата)	70	90	90	80
Методы и средства испытаний и диагностики технологического оборудования и машин в АПК (уровень бакалавриата)	80	90	90	80
Техническое обслуживание и ремонт машин в АПК (уровень бакалавриата)	70	90	80	90
Проектирование предприятий технического сервиса (уровень бакалавриата)	66	70	80	70
Обеспечение надежности сложных технических систем (уровень магистратуры)	–	100	100	90
Проектирование технологических процессов технического обслуживания и ремонта машин (уровень магистратуры)	–	100	100	100
Современные проблемы науки и производства в агроинженерии (уровень магистратуры)	–	100	100	100

Так, успеваемость студентов за учебный год по направлению «Агроинженерия» (уровень подготовки – бакалавриат) за период 2011-2019 гг. выросла в 1,84 раза и составила соответственно 42,92 и 78,81 %. При этом рост качественной успеваемости за этот же период составил 2,64 раза (соответственно 23,74 и 62,63 %). Общая и качественная успеваемость направления «Агроинженерия» (уровень подготовки – магистратура) за весь период исследования находилась на высоком уровне и составляла в среднем соответственно 94,91 и 94,22 %.

В 2,44 раза выросла качественная успеваемость у вновь открытого направления подготовки «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (уровень подготовки – бакалавриат), которая составила соответственно 25,92 и 63,33 % (см. табл. 3). Качественная успеваемость направления подготовки «Агроинженерия» по специальным дисциплинам за весь период исследования находилась также на высоком уровне и составляла в среднем для уровня бакалавриата 79,82 %, для магистратуры – 98,91 % (см. табл. 4).

Выводы

1. В агропромышленный сектор производства в настоящее время требуются инженерные кадры, владеющие глубокими знаниями и умениями в области изобретательской и инновационной деятельности. Качественное освоение ПК является главной задачей формирования творческой личности будущего инженера. Однако в университетах при решении данной задачи возникает ряд серьезных проблем. Главная из них состоит в том, что современные особенности производства требуют постоянного обновления и создания в учебных заведениях новых лабораторий и учебно-научно-производственных центров, оснащенных инновационным оборудованием [5, 9-12].

2. В 2010 г. ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва» была присвоена категория «Национальный исследовательский университет» [13, 14]. Поэтому в 2010-2019 гг. происходило формирование и оснащение учебных и научных лабораторий, учебно-научно-производственного центра и МИП. В результате уровень образовательного процесса стал отвечать современным требованиям науки и производства.

3. С 2010 по 2019 гг. ключевые показатели в образовательной и научно-исследовательской деятельности будущих специалистов активно росли. По большинству видов научно-исследовательской деятельности будущих инженеров выявлен рост показателей в 5-10 раз.

4. Активное внедрение в образовательный процесс инновационных методов обучения, расширение разнообразных форм научно-исследовательской деятельности будущих специалистов и создание современных лабораторий и учебно-научно-производственного центра на единой платформе позволили будущим инженерам полностью освоить ПК. В результате как университет, так и выпускники получили признание и высокую оценку профессиональных умений и навыков.

5. Проведенные всесторонние исследования учебной и научно-исследовательской деятельности будущих инженеров показали высокое качество освоения ПК на основании внедрения положений Программы развития [13, 14] Национального исследовательского университета и укрепления производственных связей с агропромышленным сектором экономики России.

Список

использованных источников

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» с дополнениями и изменениями. Принят Государственной Думой 21 декабря 2012 г. Одобрен Советом Федерации 26 декабря 2012 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://zakonobobrazovanii.ru/skachat-zakon-ob-obrazovanii> (дата обращения: 23.11.2021).

2. Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утв. приказом Минобрнауки России от 5 апреля 2017 г. № 301) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71621568/> (дата обращения: 23.11.2021).

3. **Устименко С.А.** Роль фонда оценочных средств в формировании профессио-

нальных компетенций технических специальностей // Вестник Приднестровского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2019. № 1(61). С. 98-103.

4. **Игтисамова Г.Р., Игтисамова Р.Х.** Формирование, изменение и оценка профессиональных компетенций студентов инженерных вузов // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 3. С. 256.

5. Formation of Professional Competencies in Agro-Engineering Areas of Training in National Research University / V. A. Komarov [et al.] // International Journal of Management. 2020. Vol. 11, Issue 9. Pp. 336-344.

6. **Попов Д.В.** Модель системы формирования у студентов профессиональной экспериментально-исследовательской компетенции // Самарский научный вестник. 2016. № 3(16). С. 179-183.

7. **Тугульчиева В.С., Васильева П.Д.** Практико-ориентированное обучение бакалавров естественно-научного профиля как способ формирования профессиональных компетенций // Вестник Марийского ГУ. 2019. Т. 13, № 1(33). С. 41-47.

8. Российский центр сертификации и регистрации профессиональных инженеров. Сертификация. Сертификат АТЭС. Перечень универсальных, профессиональных и специальных компетенций [Электронный ресурс]. URL: <http://portal.tpu.ru/apesc/certification/requirement/competences> (дата обращения: 23.11.2021).

9. **Комаров В.А., Наумкин Н.И., Нуянзин Е.А.** Междисциплинарные проекты в агроинженерном образовании // Техника

и оборудование для села. 2015. № 10. С. 41-43.

10. Подготовка специалистов агроинженерных направлений на базе специализированных учебных центров / Е.А. Нуянзин [и др.] // Техника и оборудование для села. 2016. № 3. С. 29-32.

11. **Комаров В.А., Нуянзин Е.А.** Обоснование потребности региона в кадрах агроинженерного профиля // Техника и оборудование для села. 2018. № 2. С. 41-43.

12. **Комаров В.А., Нуянзин Е.А., Влашкина О.Н.** Технологии профессиональной ориентации обучающихся для формирования кадров в агропромышленном комплексе // Техника и оборудование для села. 2020. № 3. С. 2-5.

13. Программа развития государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва» на 2010-2019 гг. (утв. приказом Минобрнауки России от 9 июля 2010 № 757) [Электронный ресурс]. URL: https://mrsu.ru/ru/niu/index.php?ID=6876&sphrase_id=3487651 (дата обращения: 24.11.2021).

14. Устав ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва» (утв. приказом Минобрнауки России от 26.11.2018 № 1046) [Электронный ресурс]. URL: <https://mrsu.ru/ru/docs/index.php?ID=57839> (дата обращения: 24.11.2021).

15. Федеральный закон от 2 августа 2009 г. № 217-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности». Принят Государственной Думой 24 июля 2009 г. Одобрен Советом Федерации 27 июля 2009 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2009/08/04/int-dok.html> (дата обращения: 24.11.2021).

Results of Mastering Professional Competencies in Agroengineering Areas of Training

V.A. Komarov, E.A. Nuyanzin

(National Research Mordovia State University)

Summary. The results of improving the quality of mastering professional competencies in engineering areas of training are presented. At the same time, the level of their development is presented in the form of a set of research and educational indicators. The directions that determine the formation of professional competencies of future engineers on the basis of the creation of innovative educational and research laboratories and centers have been identified.

Keywords: engineering training, professional competence, level of development, scientific and educational activities.

Информация

Современный центр Ростсельмаш открыт в Рязанской области

Ведущий производитель техники для села реализует масштабную программу развития дилерской сети. Очередной современный комплекс введен в строй в Рязанской области. Официальный партнер компании в регионе – ТЦ «Агрит» – сдал в эксплуатацию новый дилерский центр.

В торжественном мероприятии приняли участие Дмитрий Филиппов, министр сельского хозяйства Рязанской области; Алексей Швейцов, первый заместитель генерального директора Ростсельмаш – директор центра продаж, маркетинга и сервиса; Вера Попова, директор ТЦ «Агрит»; руководители сельхозпредприятий региона.

Дилерский центр площадью в 1,12 га в поселке Турлатово Рязанского района построен по стандарту Ростсельмаш и полностью соответствует маркетинговой концепции компании, которая означает: продажи, сервис и запчасти сосредоточены на одной площадке. Здесь все продумано для продуктивного и комфортного взаимодействия с клиентами – сельхозтоваропроизводителями области. Это удобные офисные помещения, учебный класс, выставочная площадка для продукции, сервисная зона на 4 больших и 2 малых

рабочих места. Мощности отопляемого склада запасных частей рассчитаны на 2500-3000 товарных позиций, а его производительность позволит осуществлять до 100 клиентских отгрузок в день с одновременным формированием и загрузкой трех собственных машин для централизованной доставки товара в хозяйства. Каждая рабочая зона ДЦ оснащена современным оборудованием и цифровыми технологиями.

«Подобные центры высшей категории уже открыты в различных регионах страны. Сегодня мы с радостью открываем двери еще одного. Для нас важно, чтобы сотрудничество аграриев Рязанской области с Ростсельмаш и нашими партнерами с каждым годом становилось еще более комфортным и продуктивным», – сказал первый заместитель генерального директора Ростсельмаш Алексей Швейцов. Он поздравил ТЦ «Агрит» с реализованным проектом и поблагодарил правительство региона за поддержку, которую оно оказывает аграриям региона в вопросах модернизации, и пообещал дальнейшее расширение дилерского центра, так как компания продолжает развитие своих продуктовых линеек.

Почему трактор RSM 2375 нравится аграриям



За пять с половиной лет с момента запуска производства тракторов на главной площадке Ростсельмаш в Ростове-на-Дону (2016 г.) с конвейера сошло более 5 тыс. единиц агромашин RSM 2375/2400. Более того, была налажена сборка этих тракторов в Казахстане и Узбекистане. О том, чего стоит ожидать потребителям в ближайшем будущем, рассказал управляющий товарной группой тракторов Олег Стецюк.

— Самый задаваемый вопрос, который сегодня можно услышать от сельхозпроизводителей, намеревающихся приобрести трактор RSM 2375, не прекратит ли Ростсельмаш его выпуск в связи с текущими событиями?

— Конечно, мы, как и все другие высокотехнологичные промышленные предприятия России, стал-

киваемся с трудностями. Но справляемся. В этом контексте становится очевидным, насколько своевременными и оправданными были меры, которые компания приняла для переноса производства на собственные мощности. И могу вас заверить, что Ростсельмаш и далее продолжит выпуск тракторов серии RSM 2000.

— Хотелось бы понять, за счет каких особенностей тракторов RSM 2375 аграрии отдают им предпочтение?

— Это очень сбалансированная агромашина, думаю, дело именно в этом. Ведь что такое мощный трактор? Это не только количество лошадиных сил под капотом, а совокупность критичных для сельскохозяйственных работ характеристик. У RSM 2375 / 2400 с этим все в полном порядке. Мощная и, что немаловажно, очень «гибкая» рама. Практически идеальная развесовка по осям при любом количестве топлива в баке. Оригинальные, очень надежные и безотказные бортовые редукторы; мосты, которые изначально (и это очень важно) разрабатывались для работы на спаренных колесах, и спарка в базовой комплектации. Полный привод и собственно двигатели номинальной мощностью 380 и 405 л.с. Все это, безусловно, необходимые компоненты для уверенной работы в поле.

Трактор объективно хорош в плане проходимости, он не теряет контакта с грунтом на неровном рельефе, у него приемлемый радиус разворота, прекрасные тяговые характеристики при низком удельном давлении на грунт. Он спокойно работает с 8-9-корпусными оборотными плугами или 4-5-метровыми глубокорыхлителями. И еще RSM 2375 очень вынослив — в хозяйствах на полевых работах этот трактор зачастую эксплуатируется круглыми сутками неделю за неделей.

Сейчас большинство сельхозпредприятий выбирают трактор «под пневматические сеялки». Гидросистема производительностью 170 л/мин и давлением до 200-210 бар с муфтой обратного слива такую возможность обеспечивает для большинства сеялок. Но есть на рынке и более «требовательные» к гидравлике посевные комплексы — для агрегатирования с ними предлагается модификация RSM 2400 с гидросистемой производительностью 220 л/мин.

Наконец, еще один немаловажный для России и стран СНГ момент — RSM 2375 «понятен». Вы знаете, что

на селе существуют сложности с кадрами, большая часть механизаторов — не молодежь, а люди среднего возраста. Трактор очень прост в управлении, механизаторы не боятся «садиться на незнакомую машину», осваивают RSM 2375 моментально. Опытные механизаторы лояльно относятся и к механической коробке передач, а эту агромашину мы комплектуем высокопроизводительной трансмиссией с МКПП.

При этом кабина трактора — с достойным уровнем эргономики и комфорта. Настраиваемая рулевая колонка (3D); полуактивное пневматическое кресло с широкими возможностями регулировки; производительная система вентиляции, кондиционирования и отопления; удобные консоль управления и приборная панель; круиз-контроль... И система PCM Агротроник в базовой комплектации.

— Вы упомянули, что планируете внести в RSM 2375 некие улучшения. Это будут изменения в конструкции или расширение функций?

— Мы планируем в следующем году комплектовать трактор гидравлической системой с улучшенными характеристиками. Запас производительности позволит работать с самыми требовательными к потоку рабочей жидкости орудиями. Например, агрегатировать тракторы RSM серии 2000 с широкозахватными орудиями, имеющими рабочие органы с гидравлическим прижимом, несколько высокопроизводительных вентиляторов и т.д.

Что касается функционала, сейчас есть широчайшие возможности «достроить» RSM 2375 / 2400 под нужды конкретного предприятия. Можно поставить трехточечную навеску и BOM, систему Power Beyond. Можно укомплектовать агромашину системой автоуправления, установить системы PCM Контроль давления в шинах, камеру заднего вида и др. Наконец, учитывая необходимость работы в темное время, можно сделать работу механизатора более безопасной с помощью системы PCM Ночное видение. И это далеко не все, что Ростсельмаш предлагает для повышения эффективности своих тракторов.



УДК 631.358

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-10-14-17

Многооперационная комбинированная машина

Б.Х. Ахалая,

канд. техн. наук,
badri53@yandex.ru
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

Ю.Х. Шогенов,

д-р техн. наук,
акад. РАН,
yh1961s@yandex.ru
(ФГБНУ РАН);

С.И. Старовойтов,

д-р техн. наук,
badri53@yandex.ru
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

А.Х. Шогенов,

канд. с.-х. наук,
kbniiish2007@yandex.ru
(Институт сельского хозяйства –
филиал ФГБНУ «ФНЦ Кабардино-
Балкарский научный центр РАН»)

Аннотация. Рассмотрены особенности работы многооперационной комбинированной машины (культиватора) с универсальным рабочим устройством, которое вставляется в носовую часть культиватора, при этом верхняя половина устройства служит рыхлителем, а нижняя выполняет функцию щелереза. Для изменения высот рыхлителя и щелереза достаточно при установке на место перевернуть их на 180°. Усовершенствованная таким образом почвообрабатывающая многооперационная комбинированная машина может выполнять одновременно несколько важных технологических операций: рыхление, щелевание, фрезерование и выравнивание поверхности с уплотнением обрабатываемого почвенного слоя.

Ключевые слова: многооперационное устройство, трапецевидная пластина, рыхлитель, щелерез, фреза.

Постановка проблемы

Механическая обработка почвы предоставляет универсальную возможность повышения плодородия почвы, предотвращения эрозионных воздействий на нее, уничтожения сор-

ной растительности, подавления вредителей и болезней растений [1-3]. По энергоемкости и экономическим затратам она является малоэффективным приемом земледелия (табл. 1) и требует от 18 до 40 % затрат энергии от всей деятельности по возделыванию сельскохозяйственных культур.

Минимальную обработку почвы проводят на глубину 2-20 см в зависимости от технологической операции и вида возделываемой культуры. От качественного выполнения данной операции зависят последующие приемы, например, борьба с сорной растительностью, подавление возбудителей болезни, повышение уровня аэрации, предотвращение переуплотнения почвы, подготовка почвы к проведению посевных и уборочных работ [8-10].

Новые возможности по решению проблем почвообработки открывают современные технологии возделывания, совмещения различных технологических операций комбинированными устройствами. В этой области выполнено немало работ, позволяющих оценить перспективы создания новой сельскохозяйственной техники на базе комбинированных многофункциональных машин, которые за один проход выполняют одновременно несколько операций.

Возросшая потребность в различных вариантах возделывания почвы, в том числе менее энергос затратных и более экологически обоснованных, объясняется двумя причинами. Первая – решение вопросов экологического характера, возникающих при наличии и нарастании эрозионных процессов в почве под действием хозяйственно-производственной деятельности человека и внешних экстремальных природно-климатических факторов, которые значительно снижают качество плодородного слоя почвы или доводят до его полной деградации. Вторая – экономическая, при которой новые разработки с незначительными материальными расходами позволяют достичь достаточно высоких устойчивых экономических показателей и одновременно улучшить качество обработки почвы. При этом очевидно и желательно, чтобы все новые научно-технические разработки были выгодны с экономической точки зрения [4, 7].

Цель исследований – разработать многооперационную комбинированную машину с почвообрабатывающим устройством, увеличивающим эксплуатационные возможности агрегата и повышающим его экологическую значимость и экономические показатели.

Таблица 1. Расход топлива при возделывании различных культур, кг/га

Культура	Общее потребление топлива	Расход			В структуре потребления на почвообрабатывающие операции, %
		на вспашку	на остальные операции	на обработку почвы	
Пшеница	64	15	11,4	26,4	41
Кукуруза	92	19	18,8	37,8	41
Сахарная свекла	210	23	14,8	37,8	18
Картофель	260	32,1	16,6	48,7	18

Материалы и методы исследования

Исследования были выполнены в соответствии с требованиями (ГОСТ 7.32-2001, ГОСТ 7.32-2017) по существующим в настоящее время методикам постановки и проведения экспериментальных, научно-прикладных и теоретических работ с использованием современных технических средств, приборов и оборудования, исследовательской инфраструктуры на территории Российской Федерации, которые способствовали получению научных результатов по данному тематическому научному направлению прикладного характера.

Коллективом ФНАЦ ВИМ ведутся работы по созданию новых рабочих органов в различной комплектации для многооперационных почвообрабатывающих устройств, один из которых представлен на рис. 1 [11]. Разработанный многооперационный почвообрабатывающий агрегат рекомендован для проведения минимальной обработки почвы, при которой поверхностная обработка сочетается с минимальными энергетическими затратами.

Многооперационный почвообрабатывающий агрегат (см. рис. 1) состоит из прицепного 1 и натяжного 2 устройств, связанных с основной рамой 3 звеньями 4, параллелограммного механизма 5 с рамами 6 и 7, закрепленными стойками 8, на которых установлены держатели 9 лап 10 [10]. Основная рама 3 представляет собой конструкцию из балок 11 и 12, способных менять ширину, балки 13 с закрепленным на ней гидроцилиндром 14 и гидрозамком 15, связанным с кареткой 16 и установленным на ней транспортным колесом 17.

К балке 18 прикреплены стойки 19 и присоединенные к ним оглобли 20 на рычаге 21 с помощью крепежа 22 для изменения положения катка. Рычаг 21 соединен тягой 23 с пружиной 24. Оглобля 20 шарнирно соединена с рамой 25. Увеличением и сокращением величины тяги 26 меняются угол рамы 25 и расположение катков 27 между собой. Такой конструктивный подход вызван необходимостью изменения рабочей глубины и рас-

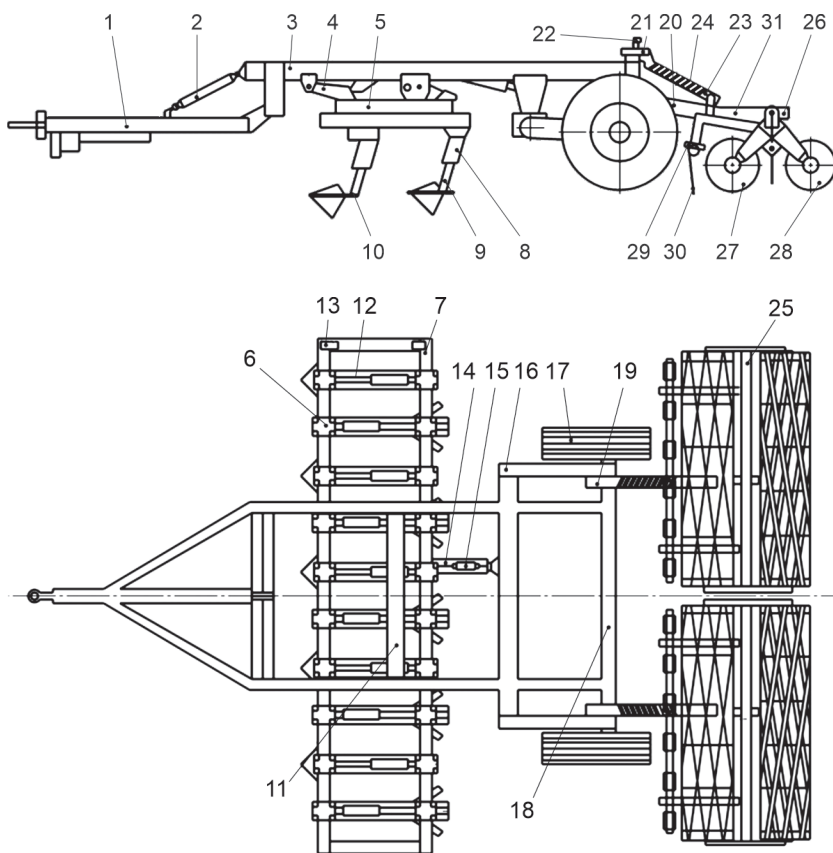


Рис. 1. Многооперационная почвообрабатывающая машина

положения оглобли 20 с помощью крепежа 22.

Закрепленный на раме 25 каток 28 выполнен в виде планчатого, зубчатого и трубчатого барабанов (на рисунке не показаны). Оглобля 20 и рама 25 связаны между собой с помощью тяги 29, по всей длине которой проделаны отверстия. На оглобле 20 установлена (с возможностью изме-

нения высоты) тяга 29 с бороной 30 с реечным регулятором 31, на котором расположены регулировочные отверстия. Рабочее устройство 33 в виде пластины в форме разнобедренной трапеции вставлено прорезью 32 в носовую часть лапы культиватора (рис. 2). Верхняя часть пластины является рыхлителем, а нижняя – щелевателем с общим основанием.

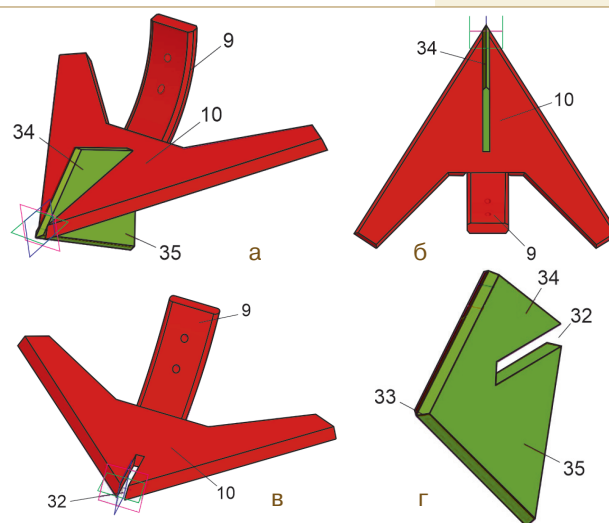


Рис. 2. Почвообрабатывающее устройство с рабочим органом:
а, б – в двух проекциях;
в – лапа;
г – рабочий орган с меньшей глубиной рыхления и большей – щелевания

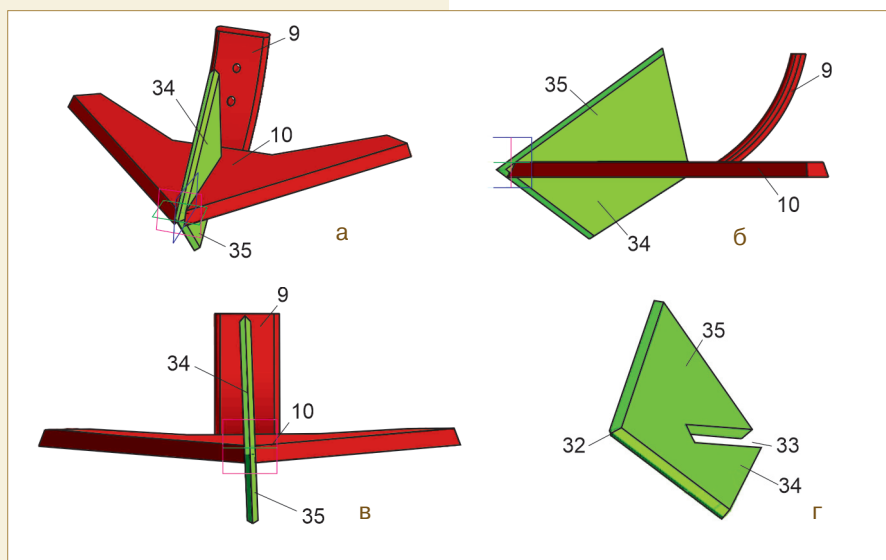


Рис. 3. Общий вид культиваторной лапы с рабочим органом:
а-в – в трех проекциях; г – рабочий орган с большей глубиной рыхления и меньшей – щелевания

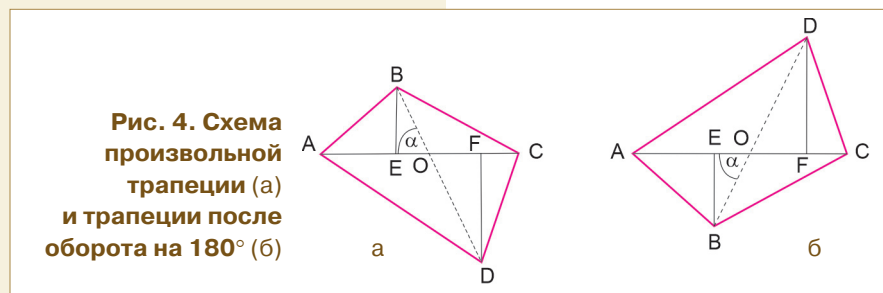


Рис. 4. Схема произвольной трапеции (а) и трапеции после оборота на 180° (б)

Высота пластины над культиваторной лапой соответствует глубине обработки почвы лапой культиватора. Пластина размещена в прорези лапы простым способом с возможностью смещения (оборота) на 180°. Величины высот треугольника, установленного над лапой культиватора и под ней, определяются их соотношением к основанию трапеции – 1:1,5. Это обосновывается агротехническими требованиями, предъявляемыми к различным видам культур. Например, культивация для зерновых проводится на глубину 4-12 см. При рыхлении почвы на глубину 8 см щелевание составит 12 см. Культивация и рыхление почвы проводятся на одном уровне, поскольку рыхлитель установлен на лапе культиватора. После переворота рабочего органа на 180° меняются местами рыхлитель и щелеватель, соответственно, меняется глубина обработки почвы и щелевания, однако в обоих случаях общая глубина

обработки почвы (глубина рыхления плюс глубина щелевания) одинакова для любых типов почвы и культуры (рис. 3, 4).

Высота верхней части рабочего органа – рыхлителя 34 равна глубине рыхления почвы, а щелевателя 35 – глубине щелевания. После переворота рабочего органа на 180° глубина рыхления увеличивается, а глубина щелевания уменьшается, при этом общая глубина обработки остается неизменной.

Результаты исследований и обсуждение

Многофункциональный комбинированный почвообрабатывающий агрегат работает следующим образом. Перед началом работы рабочий орган вставляется в прорезь носовой части лапы культиватора. Поскольку длина прорезей рабочего органа и лапы одинаковая, то концы рабочего органа и лапы сойдутся в одной

точке – у носка лапы, что позволит одновременно проводить три операции: подрезание сорняков, рыхление почвы и щелевание.

При движении агрегата установленные на стойках и закрепленные на передней и задней балках несущей рамы лапы культиватора подрезают почву, уничтожая сорную растительность. Одновременно рыхлитель, установленный над лапой, проводит рыхление почвы, а щелеватель соответственно – щелевание, что способствует оптимальному регулированию водовоздушного баланса почвенного слоя. За лапами культиватора на раме установлены планчато-трубчатые устройства (катки), выполняющие завершающую фазу обработки и уплотнения почвы.

Таким образом, за один проход почвообрабатывающее устройство может одновременно проводить четыре операции по обработке почвы: нарезание щелей, поверхностную обработку с уничтожением сорной растительности, операции завершающей фазы обработки и уплотнение поверхности. В целом почвообрабатывающее устройство, очевидно, будет обеспечивать снижение энергозатрат, топливо-смазочных материалов и повышение экономической эффективности производства продукции растениеводства.

В процессе работы культиватора происходит смешивание разных слоев почвы, после чего верхние слои теряют влагу, а те, что находятся глубже, сохраняют капиллярность и имеют подпитку влаги от нижних слоев. Посевной материал размещают только в нижних слоях, что способствует появлению дружных всходов. Предпосевную культивацию проводят на глубину высева семян.

Зона размещения корневой системы сорной растительности находится обычно не глубже, чем 10 см. Поэтому культивацию проводят именно на этой глубине, такая операция способствует уничтожению максимального числа сорняков в зоне действия почвообрабатывающего устройства, что, очевидно, приводит к снижению экономических затрат на внесение гербицидов и экологической нагрузки

на окружающую среду. Необходимо отметить, что в целях повышения эффективности обработки почвы с повышенной влажностью необходимо увеличивать глубину минимальной обработки до 12 см.

Выводы

1. Использование культиваторной лапы с рабочим органом нового образца позволяет проводить рыхление почвы и щелевание на разную глубину благодаря возможности конструктивного разворота рабочего органа на 180° и рокировки между щелевателем и рыхлителем.

2. Наличие разработанного рабочего органа в конструкции делает в целом работу устройства более экономически выгодной, так как снижается тяговое сопротивление в связи с тем, что по ходу движения рыхлитель расположен перед держателем, у которого фронтальная площадь значительно превосходит площадь рыхлителя.

3. Применение нового рабочего органа в почвообрабатывающем устройстве с его вертикальным расположением и суммарной рабочей площадью увеличивает устойчивость рабочего процесса вдоль обрабатываемого ряда.

4. За один проход почвообрабатывающее устройство может одновременно проводить четыре операции: нарезание щелей, поверхностную обработку с уничтожением сорняков, завершающую фазу обработки и уплотнение поверхности почвы, что в целом обеспечивает снижение энергозатрат, горюче-смазочных материалов, повышение экономической эффективности производства продукции растениеводства, а также способствует уменьшению экологической нагрузки на окружающую среду за счет снижения потребности в гербицидах при уничтожении сорной растительности.

Список

использованных источников

1. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Сизов О.А. Ресурсо- и экологические процессы и технические средства в дифференцированной по годам севообо-

рота системе обработки почвы // Сб. науч. докладов / ВИМ. 2011. Т. 1. С. 54-62.

2. Ванин Д.Е., Кривицкий Г.Н. и др. Обезотвальном земледелии // Земледелие. 1979. № 1. С. 24-25.

3. Казаков Ю.Ф. Анализ процесса рыхления почвы // Вестник НГИЭИ. 2017. № 5 (72). С. 26-32.

4. Energy-saving tillage with a combined unit with universal working bodies Lachuga Y., Akhalaya B., Shogenov Y., Meskhi B., Rudoy D., Olshevskaya A. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Сер. «International Scientific and Practical Conference Environmental Risks and Safety in Mechanical Engineering, ERSME 2020» 2020. С. 012121.

5. Gabitov I.I., Lobachevsky Y.P., Mazitov N.K., Rakhimov R.S., Khamaletdinov R.R., Rakhimov I.R., Farkhutdinov I.M., Mukhametdinov A.M., Gareev R.T. Modeling the technological process of tillage mudariso // Soil & Tillage Research. 2019. Т. 190. С. 70-77.

6. Lidong Ren, Thijs Vanden Nest, Greet Ruyschaert, Tommy D'Hose, Wim M. Cornelis. Short-term effects of cover crops and tillage methods on soil physical properties and maize growth in a sandy loam soil Soil and Tillage Research Volume 192. September 2019. Pp. 76-86.

7. Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х. Механизация и автоматизация рабочих процессов обработки почвы и посева // Российская с.-х. наука. 2017. № 2. С. 59-62.

8. Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х. Автоматизированный многофункциональный почвообрабатывающий агрегат // Российская с.-х. наука. 2017. № 6. С. 55-58.

9. Пат. РФ №2727414 МПК А01В 49/02. Универсальное почвообрабатывающее устройство / Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х.,

Старовойтов С.И., Ценч Ю.С., Миронина А.В., Беляева Н.И., Громов В.В. Оpubл. 21.07.2020.

10. Пат. РФ №2600687 МПК А01В 49/02. Лапа культиватора / Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Ахалая Б.Х., Сизов О.А. – Оpubл. 27.10.2016.

11. Пат. РФ 2751361 МПК А01В 49/02. Многофункциональный комбинированный почвообрабатывающий агрегат / Лобачевский Я.П., Ахалая Б.Х., Горгодзе А.Р., Старовойтов С.И., Пехальский И.А., Золотарев А.С., Беляева Н.И. Оpubл. 13.07.2021.

Multi-operational Combined Machine

B.Kh. Akhalaya

(VIM)

Yu.Kh. Shogenov

(Russian Academy of Sciences)

S.I. Starovoytov

(VIM)

A.Kh. Shogenov

(Institute of Agriculture - branch of the Kabardin-Balkar Scientific Center of the Russian Academy of Sciences)

Summary. The features of the operation of a multi-operational combined machine (cultivator) with a universal working device that is inserted into the nose of the cultivator, while the upper half of the device serves as a ripper, and the lower half acts as a slot cutter, are considered. To change the heights of the ripper and slot cutter, it is enough to turn them over 180° when they are put in place. The multi-operational combined tillage machine improved in this way can simultaneously perform several important technological operations: loosening, slotting, milling and leveling the surface with compaction of the cultivated soil layer.

Keywords: multi-operation device, trapezoidal plate, ripper, slot cutter, milling cutter.



УДК 631.373.001.4+631.3.001.4

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-10-18-20

Использование бункеров-перегрузчиков при уборке зерновых культур

Е.Е. Подольская,

зав. лабораторией,

gost304@yandex.ru

Е.В. Бондаренко,

науч. сотр.,

evgbond3190063@yandex.ru

В.Е. Таркинский,

д-р техн. наук,

зам. директора по науч. работе,

tarkivskiy@yandex.ru

С.А. Свиридова,

зав. лабораторией,

S1161803@yandex.ru

(Новокубанский филиал

ФГБНУ «Росинформагротех»

[КубНИИТИМ])

Аннотация. Представлены назначение, особенности применения, преимущества и недостатки использования бункеров-перегрузчиков по сравнению с зерновозами, особенности выбора подходящей модели, основные этапы их работы при уборке зерновых культур и техническая характеристика.

Ключевые слова: бункер-перегрузчик, уборка, зерновая культура, эффективность, показатель, характеристика.

Постановка проблемы

Уборка урожая – заключительный и наиболее трудоемкий этап технологического процесса производства зерна, выполняемый в сжатые агротехнологические сроки, нарушение которых может значительно снизить урожайность и качество зерна, а в отдельных случаях привести к полной потере урожая. В настоящее время все больше сельхозтоваропроизводителей, возделывающих зерновые культуры, для увеличения производительности комбайнов задействуют бункеры-перегрузчики. Они просты в эксплуатации и при умелой организации работ помогают получить значительный экономический эффект.

В постановлении Правительства Российской Федерации от 25.08.2017 № 996 [9] и Федеральной научно-технической программе развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы рассматриваются мероприятия по адаптации национальной системы стандартизации, промышленной модернизации, технологического обновления, научно-технического потенциала и повышения уровня технической безопасности, конкурентоспособности и эффективности сельскохозяйственной техники [1]. В решении задач по организации уборки зерновых культур особое место отводится бункерам-накопителям, которые выполняют следующие задачи: принимают и отвозят зерно от комбайна, перегружают его в другие транспортные средства, не нарушая почвенного плодородия и сохраняя технический ресурс автотранспорта. Эффективность использования бункеров-перегрузчиков возрастает при больших расстояниях между полем и током. Их можно использовать в экстремальных условиях, когда машины и грузовой транспорт не могут выехать на поле, что вынуждает комбайны преодолевать дополнительные расстояния, чтобы освободить бункеры [2].

Вывоз зерна с поля реализуется одним из двух способов:

● **двухзвенная уборка** – с использованием зерновозов, когда комбайн наполняет бункер зерном, а потом останавливается и выгружает его в кузов подъехавшего грузовика. При этом не требуются отдельный трактор и тракторист, нет затрат на приобретение бункера-перегрузчика. Кроме того, выполнение данной операции для механизаторов проще, чем выгрузка на ходу. Однако при этом отмечаются большие потери рабочего времени, снижение производитель-

ности по сравнению с использованием бункеров-перегрузчиков, а также остается открытым вопрос переуплотнения почвы (шины грузовиков оказывают значительное воздействие на почву и наносят ей ощутимый вред);

● **трехзвенная уборка** – с использованием бункеров-перегрузчиков. Бункер-перегрузчик представляет собой одно- или двухосный прицеп с кузовом конусообразной формы и шнеком для перегрузки, агрегируется с трактором или энергосредством. Комбайн выгружает зерно на ходу в бункер-перегрузчик. Закончив сбор зерна, трактор с бункером-перегрузчиком выгружает его в грузовики на краю поля.

Использование бункеров-перегрузчиков дает возможность выгружать зерно на ходу, сводя к минимуму простой самоходной техники и зерновозов. К основным преимуществам применения бункеров-перегрузчиков относятся сокращение потерь времени, рост производительности уборочных работ, снижение негативного воздействия на почву. Кроме того, бункер-перегрузчик можно применять при посевных работах и внесении удобрений. Главное правило работы бункера-перегрузчика – «цикл работы комбайна в звене должен быть меньше цикла работы бункера» [2, 3].

К недостаткам использования данных машин можно отнести высокую стоимость, повышенные требования к точности работы механизаторов, задействование дополнительных тракторов и трактористов, возможные сложности по учету работы комбайнера.

Вопрос обеспечения высокой скорости уборки урожая и максимального уменьшения времени простоя комбайнов в ожидании разгрузки для сельскохозяйственных предприятий,

выращивающих зерновые культуры, остается острым и важным. Для решения данной проблемы и предназначены бункеры-перегрузчики, использование которых в трехзвенной уборке позволяет при их грамотном подборе исключить эти неблагоприятные моменты.

Цель исследований – на основе изучения назначения, особенностей применения и эффективности работы бункеров-перегрузчиков зерна проанализировать достоинства и недостатки их применения.

Материалы и методы исследования

Для проведения исследований использовались информационные ресурсы с сайтов ведущих отечественных и зарубежных разработчиков и производителей бункеров-перегрузчиков; материалы специализированных международных и российских выставок, форумов, конференций, семинаров и др.; электронные информационные ресурсы в виде баз данных, публикации ведущих ученых и специалистов отрасли; протоколы испытаний и др.

На основании результатов государственных испытаний бункеров-перегрузчиков импортного и отечественного производства, получивших положительное заключение на МИС и заводах-изготовителей машин, по образцам техники была сделана выборка технических характеристик и показателей эксплуатационно-технологической оценки в соответствии с действующими стандартами [8, 9].

Результаты исследований и обсуждение

Специалисты КубНИИТиМ изучали проблему оптимизации уборки и переуплотнения почвы. Анализ традиционно применяемых и предлагаемых вариантов совершенствования уборочного процесса показал их недостаточную эффективность [4, 5]. Было определено, что наиболее радикальным решением проблем, связанных с проездом транспортных средств по полям, является выгрузка зерна из бункеров на краю поля [6].

На рынке сельскохозяйственной техники представлена широкая линейка всевозможных моделей бункеров-перегрузчиков, при выборе которых необходимо оценить мощности комбайнового парка. Расчет производится исходя из вместимости бункера комбайна и скорости его заполнения. Важно, чтобы вместимость кузова бункера-перегрузчика в 2 раза превышала вместимость бункера комбайна [7].

В настоящее время при испытании машин данного вида для определения показателей качества выполнения технологического процесса применяют ГОСТ 28307-2013 [8] и ГОСТ Р 52758-2007 [9], единый нормативный документ на методы оценки функциональных показателей отсутствует. Поэтому в рамках тематики КубНИИТиМ разрабатывает первую редакцию проекта стандарта Ассоциации испытателей сельскохозяйственной техники СТО АИСТ «Испытания сельскохозяйственной техники.

Бункеры-перегрузчики. Методы оценки функциональных показателей».

В ходе исследований рассматривались и анализировались протоколы испытаний, проведенных на машиноиспытательных станциях Минсельхоза России. Было отобрано восемь образцов бункеров-перегрузчиков импортного и отечественного производства различной вместительности и грузоподъемности (см. таблицу).

По результатам анализа протоколов испытаний МИС бункеров-перегрузчиков импортного и отечественного производства [10] следует отметить большой выбор данной техники. Принцип работы: горизонтальный подающий шнек транспортирует зерно к разгрузочному вертикальному шнеку, который перегружает его в машины. Максимальная высота шнека представляет практически неограниченные возможности в выборе техники для разгрузки. Ходовая часть бункера обеспечивает хорошую проходимость и выдерживает большие нагрузки. Широкий модельный ряд различной грузоподъемности позволяет подобрать бункер-перегрузчик под имеющийся парк уборочных машин. Бункеры отличаются высокой производительностью и минимальным давлением на почву, что позволяет им передвигаться по влажной почве, выполняя разгрузку комбайнов в движении.

Анализ протоколов испытаний и полученных технико-эксплуатационных параметров оборудования позволил установить, что правильное использование бункеров-перегрузчиков способствует увеличению производи-

Техническая характеристика бункеров-перегрузчиков

Показатели	Тонар БП-15	ПБН-30	БП-16/20	БП-33/42	BSE/20/01	Interbenne 39	Kinze 850	HORSCH Titan 34 UW
Страна-производитель	Россия	Украина	Россия	Россия	Россия	Франция	США	Германия
Грузоподъемность, т	30,5	22,5	16	33,6	16	30,15	23	26,5
Вместимость бункера, м ³	40	30	20	42	20	39	30	34
Производительность перегрузки, т/мин	7,5	6-12	7,5-10	7,5-10	2,21	3,92	13	18
Число колес	6	4	2	8	2	6	2	2
Габаритные размеры, м:	11645× ×2550× ×3855	8500× ×2910× ×3550	9600× ×2900× ×3310	8825× ×3998× ×4079	7500× ×3360× ×4020	11260× ×2810× ×3840	7,32× ×3,81× ×3,44	8,26× ×3,56× ×3,48
Масса, кг	11000	7200	5950	6703	5370	11060	6640	6700

тельности комбайнов до 30 % за счет сведения к минимуму простоев во время выгрузки зерна, сокращению продолжительности уборки на 30-40 %, числа комбайнов и передвижений сельскохозяйственной техники, задействованной при уборочных работах. При этом снижаются эксплуатационные расходы на обслуживание сельскохозяйственной техники, что позволяет эффективно использовать рабочее время персонала. Кроме того, возможна работа при повышенной влажности почвы.

Бункеры-перегрузчики имеют ряд полезных дополнительных опций:

- тент – защищает бункер при хранении от накопления влаги, попадания посторонних предметов, а также при передвижении его между полями;
- система освещения для безопасной эксплуатации в темное время суток;
- весовая система для контроля массы зерна, получаемого при каждой выгрузке комбайна и перегружаемого в зерновозы;
- рукав для загрузки сеялок.

Выводы

В ходе исследований, проведенных КубНИИТиМ, по анализу технико-эксплуатационных параметров бункеров-перегрузчиков установлено, что правильное их использование позволяет достичь следующих результатов.

1. Увеличение производительности комбайнов до 30 % за счет сведе-

ния к минимуму простоев при перегрузке и отсутствии дополнительных переездов по полю к зерновозам.

2. Сокращение продолжительности уборки на 30-40 %, числа комбайнов и передвижений сельскохозяйственной техники, задействованной в сельскохозяйственных работах, а значит, и эксплуатационных расходов на ее обслуживание.

3. Более рациональное и экономически выгодное проведение полевых работ, эффективное использование рабочего времени персонала, возможность работать в неблагоприятных условиях (при повышенной влажности почвы), сокращение негативного воздействия на почву (переуплотнение).

Список

использованных источников

1. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». URL: <https://mcx.gov.ru> (дата обращения: 08.06.2022).
2. Бункеры-перегрузчики зерна и удобрений: назначение и предложение на рынке [Электронный ресурс]. URL: <https://zen.yandex.ru/media/glavpahar/bunkeryperegruzchiki-zerna-i-udobrenii-naznachenie-i-predlozhenie-na-rynke-604742e5665e4413f387a64e/> (дата обращения: 06.06.2022).
3. Вывоз зерна с поля: что лучше – грузовик или бункер-перегрузчик? [Электронный ресурс]. URL: <https://direct.farm/post/vyvoz-zerna-s-polya-cto-luchshe->

[-gruzovik-ili-bunkerperegruzchik-16644/](#) (дата обращения: 09.06.2022).

4. **Скорляков В.И.** Анализ технологических схем отвоза зерна от комбайнов (в типичных условиях южных степных регионов) // Техника и оборудование для села. 2020. № 3. С. 27-32.

5. **Скорляков В.И.** Анализ схем транспортировки зерна от комбайнов и совершенствование оценок их эффективности // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: матер. XII Междунар. науч.-практ. Интернет-конф. «ИнформАгро-2020». М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. С. 424-437.

6. **Скорляков В.И., Назаров А.Н.** Организационно-технологическое совершенствование уборочного процесса при выгрузке зерна на краю поля // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: матер. XIII Междунар. науч.-практ. Интернет-конф. «ИнформАгро-2021». М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. С. 574-583.

7. Бункер-перегрузчик зерна [Электронный ресурс]. URL: <https://egritech.org/bunker-peregruzchik-zerna/> (дата обращения: 10.06.2022).

8. ГОСТ 28307-2013 Прицепы и полуприцепы тракторные. Методы испытаний. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2020. 20 с.

9. ГОСТ Р 52758-2007 Погрузчики и транспортеры сельскохозяйственного назначения. Методы испытаний. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2007. 60 с.

10. Результаты испытаний сельскохозяйственной техники на МИС [Электронный ресурс]. URL: <http://sistemamis.ru/protocols/> (дата обращения: 15.06.2022).



The Use of Bunkers-Reloaders When Harvesting Grain Crops

E.E. Podolskaya, E.V. Bondarenko, V.E. Tarkivskiy, S.A. Sviridova
(KubNIITiM)

Summary. The purpose, application features, advantages and disadvantages of using bunkers-reloaders in comparison with grain carriers, features of choosing a suitable model, the main stages of their work when harvesting grain crops and technical characteristics are presented.

Keywords: bunker-reloader, harvesting, grain crop, efficiency, indicator, characteristic.

УДК 631. 145:636.4(470)

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-10-21-25

Особенности актуализации ИТС 41-2017 «Интенсивное разведение свиней»

И.Ю. Свиначев,

д-р с.-х. наук,
svinarev@rgau-msha.ru
(ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА
имени К.А. Тимирязева»);

О.Л. Третьякова,

д-р с.-х. наук, проф.,
tretiakova.olga2013@yandex.ru
(ФГБОУ ВО «Донской ГАУ»);

Т.Н. Кузьмина,

ст. науч. сотр.,
tnk60@mail.ru
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

Аннотация. Дан анализ содержания отечественного информационно-технического справочника ИТС 41-2017 «Интенсивное разведение свиней». Определены направления его актуализации в соответствии с принятыми нормативно-правовыми документами и поправками, а также разработанными новыми технологиями.

Ключевые слова: свиноводство, экология, наилучшая доступная технология, эмиссия, аммиак.

Постановка проблемы

Промышленное производство мяса свиней, основанное на высоком уровне компьютеризации и автоматизации процессов, оказывает негативное влияние на окружающую среду. Предотвращение и сокращение данного влияния связано с использованием механизма экологического нормирования, в основе которого лежит использование при производстве продукции наилучших доступных технологий [1, 2]. Предусматривается, что к концу 2024 г. всем объектам, оказывающим значительное негативное воздействие на окружающую среду и относящимся к областям применения наилучших доступных технологий, будут выданы 6900 комплексных экологических разрешений. Их получение предпола-

гает использование на предприятиях наилучших доступных технологий. Для свиноводства это технологии, описываемые в ИТС 41-2017 «Интенсивное разведение свиней».

В соответствии с постановлением Правительства России от 9 марта 2019 г. № 250 «О внесении изменений в Правила определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям» [3] предусматривается периодическая актуализация информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям (ИТС НДТ), основанием для которой являются:

- полученные Бюро НДТ от федеральных органов исполнительной власти в установленной сфере деятельности, государственных научных организаций, коммерческих и некоммерческих организаций подтвержденные сведения о новых технологиях, технологическом оборудовании, экономических и экологических показателях, применяемых в отрасли промышленности, результатах законченных научно-исследовательских работ, анализа, изучения и обобщения отечественного и зарубежного опыта;

- необходимость изменения области применения справочников и (или) включения в них сведений о процессах, оборудовании, технических способах и методах определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, которые не были учтены ранее;

- приведение содержания справочника в соответствие с изменениями, внесенными в федеральные законы и иные нормативные правовые акты Российской Федерации, а также с заключенными международными

соглашениями в течение десятилетнего периода;

- поручение Правительства Российской Федерации об актуализации соответствующего справочника.

Цель исследований – анализ содержания отечественного справочника ИТС НДТ 41-2017 «Интенсивное разведение свиней» и формирование предложений по его актуализации.

Материалы и методы исследования

Объектом исследований являлась информация, представленная в отечественном справочнике ИТС 41-2017 «Интенсивное разведение свиней», задачами исследования – разработка предложений по его актуализации. Источники информации: материалы, представленные в данном справочнике, а также, размещенные в открытом доступе (статьи, опубликованные в ведущих журналах отрасли; информация с сайтов научных учреждений, занимающихся исследованиями в области экологии свиноводства; база РИНЦ; сайт Минсельхоза России и др.).

При проведении исследований использованы методы информационного анализа и синтеза, экспертизы, информационно-аналитического мониторинга.

Результаты исследований и обсуждение

В России создана правовая основа экологической модернизации экономики и снижения уровня загрязнения окружающей среды на основе внедрения наилучших доступных технологий (НДТ). В 2017 г. был подготовлен и утвержден 51 информационно-технический справочник по НДТ (ИТС НДТ), в том числе 5 – в сфере АПК. Нормативно-технические требования по экологизации свиноводства были изложены в информационно-

техническом справочнике ИТС 41-2017 «Интенсивное разведение свиней» и в 2023 г., согласно распоряжению Правительства России «Об утверждении поэтапного графика актуализации информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям» от 30 апреля 2019 г. № 866-р, запланирована его актуализация [4].

Исследования и практика применения НДТ за рубежом показывают, что улучшение экологической обстановки в Российской Федерации возможно путем адаптации положительного опыта европейских государств к условиям производства в России. Внедрение концепции наилучших доступных технологий предполагает постоянное совершенствование подходов при реализации модели экологического нормирования агропромышленного комплекса и, в частности, свиноводства.

Развитие свиноводства характеризуется повышением доли промышленного производства продукции, при котором на ограниченной площади содержится большое количество животных. В процессе производства путем преобразования корма через пищеварительную систему животных происходят конверсия в мясную продукцию и выделение продуктов жизнедеятельности животных (газы, моча, навоз). Таким образом, чем больше поголовье на промышленном комплексе, тем большие объемы навоза он производит, что приводит к выделению в окружающую среду вредных веществ, нарушающих природный баланс почвы, водных источников и воздуха.

Следует отметить, что проводимая с 2005 г. модернизация отрасли позволила повысить технологический и технический уровень предприятий. Технологии, применяемые на промышленных свиноводческих предприятиях, аналогичны включенным в зарубежные справочники НДТ 2003 и 2017 г. и в силу этого в России определены как наилучшие доступные. Анализ новых (введенных в эксплуатацию) и реконструированных свиноводческих помещений выявил, что в России широко применяется содержание животных на щелевых полах

в сочетании с самотечной системой удаления навоза периодического действия, которая отличается небольшим расходом воды, устраняет проблемы отложения твердой фракции навоза и обеспечивает снижение эмиссии запахов по сравнению с другими системами удаления навозных стоков.

За рубежом работы по созданию справочников по наилучшим доступным технологиям при интенсивном содержании свиней и птицы ведутся уже на протяжении не одного десятилетия. Учеными и практиками накоплен огромный фактический материал их применения и сравнения. Важно подчеркнуть, что в России данная работа проводится с 2014 г. при полном отсутствии экологической оценки применяемых технологий производства продукции. Данные, собранные по результатам анкетирования отечественных свиноводческих предприятий, не могут считаться достоверными, так как не были получены экспериментальным путем с использованием сертифицированного оборудования и не позволяют определить уровень снижения вредных выбросов в окружающую среду при использовании наилучших доступных технологий.

За годы, прошедшие со времени утверждения отечественных справочников, произошли изменения: были приняты новые нормативно-правовые документы, разработаны новые тех-

нологии. Это является основанием для обновления данного документа и определения направлений его актуализации.

Корректировка значений области применения. Область применения определяется проектной мощностью объектов свиноводства, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. В соответствии с постановлением Правительства России от 28 сентября 2015 г. № 1029 свиноводческие предприятия по выращиванию и разведению свиней (с проектной мощностью 2000 мест и более), свиноматок (с проектной мощностью 750 мест и более) были отнесены к объектам I категории, на которые распространяется действие информационно-технических справочников [5].

Постановлением Правительства России от 31 декабря 2020 г. № 2398 [6] данные критерии были обновлены (табл. 1), что следует учесть при актуализации справочника.

Уточнение перечня технологических показателей НДТ. В 2019 г. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации утвердило ряд нормативных документов в области охраны окружающей среды, устанавливающих технологические показатели наилучших доступных технологий, в том числе для свиноводческих предприятий (табл. 2.).

Таблица 1. Критерии отнесения свиноводческих объектов, оказывающих значительное негативное воздействие на окружающую среду и относящихся к областям применения наилучших доступных технологий, к объектам I категории

Объекты	Критерии отнесения к НДТ и I категории	
	согласно постановлению Правительства России от 28 сентября 2015 г. № 1029	согласно постановлению Правительства России от 31 декабря 2020 № 2398
Свиноводческие предприятия	По выращиванию и разведению свиней (с проектной мощностью 2000 мест и более) и свиноматок (с проектной мощностью 750 мест и более)	По выращиванию и разведению свиней: с проектной мощностью 20 тыс. мест и более для свиней массой более 30 кг (для объектов, введенных в эксплуатацию до 1 января 2005 г.); с проектной мощностью 42 тыс. мест и более для свиней массой более 30 кг (для объектов, введенных в эксплуатацию после 1 января 2005 г.)

Сопоставление перечней маркерных веществ, представленных в данных документах и утвержденном справочнике, выявило несовпадения, которые следует учесть при актуализации последнего: в перечне технологических показателей при выбросах загрязняющих веществ в водные объекты следует исключить азот. Также следует обратить внимание на единицы измерения технологических показателей выбросов загрязняющих веществ. В ИТС 41-2017 и в нормативном документе в области охраны окружающей среды «Технологические показатели НДТ интенсивного разведения свиней» за единицу измерения принята тонна в год. В 2020 г. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии приняло поправку в ИТС 41-2017 «Интенсивное разведение свиней», в соответствии с которой величины выбросов загрязняющих веществ следует измерять не в тоннах за год, а в граммах за секунду при сохранении численных показателей данных величин.

Обновление и дополнение данных в таблицы выбросов загрязняющих веществ. По мнению специалистов Университета ИТМО, в п. 3.2.2 ИТС 41-2017 дана излишняя характеристика маркерных веществ с отображающих уровень сбросов загрязняющих веществ свиноводческих предприятий. В табл. 3.2.2.5-3.2.2.8 справочника более половины данных отсутствует, а в строках под номерами 3-5 и 10-12 приведены сведения только по кальцию, которые, по мнению специалистов университета, не несут никакой информации [8]. Также следует внести исправления в таблицы, где приведены средние значения выбросов загрязняющих веществ, так как среднее значение не может находиться за пределами диапазона измерения.

Для обновления и дополнения данных требуется проведение повторного анкетирования с целью определения научно обоснованных значений выбросов для свиноводческих предприятий, для чего необходимо разработать методики опреде-

Таблица 2. Технологические показатели НДТ интенсивного разведения свиней (утверждены приказом Минприроды России № 316 от 21.05.2019) [7]

Характеристика предприятия	Наименование загрязняющего вещества	Величина (после очистки)
<i>В атмосферный воздух, т в год</i>		
Свиноводческие предприятия (все источники выбросов)	аммиак	0,41371767-0,93210861
	метан	1,680295903-4,280374797
	оксид азота	0,016212257-0,092957864
	оксид углерода	0,436249065-1,596217169
	сероводород	0,022916295-0,190972313
	диоксид серы	0,042167467-0,063236429
	взвешенные частицы PM ₁₀ и PM _{2,5}	суммарно 0,073125041-0,261513984
<i>В водные объекты, мг/дм³</i>		
Свиноводческие предприятия (все источники выбросов)	аммоний-ион	13,4-15,2
	калий	8,4-45,0
	кальций	31,6-38,8
	натрий	11,2-20,38
	нефтепродукты (нефть)	0,08-0,47
	нитрат-анион	0,15-1,00
	нитрит-анион	0,01-0,19
	сульфат-анион (сульфаты)	128,1-162,8

ления величины вредных выбросов в воздух, почву и водные объекты.

Дополнения в описания существующих технологий. По мнению специалистов Университета ИТМО, в ИТС 41-2017 не дается описание используемых в настоящее время в нашей стране технологий очистки сточных вод [8]. Все НДТ приведены из европейского справочника BREF(EU), 2015. НДТ-4 («Управление системой предотвращения загрязнений сточных вод от веществ, выделяемых при хранении и подготовке навоза») и НДТ-5 («Оптимальное управление системой водопровода, поения животных, водопользования, удаления, переработки и хранения навоза, образованного при жизнедеятельности свиней») можно отнести к управленческим методам предотвращения загрязнений сточных вод. В НДТ-14 («Контроль и измерения сбросов в воду») о контроле и измерении сбросов в воду описание вообще отсутствует.

В п. 5.12 к НДТ-16 («Управление системой обращения с отходами») отнесли «Методы очистки сточных вод»,

где описываются некоторые методы, включая «нетрадиционные» (очистка слегка загрязненной воды растениями, сбросной канал, пруд-отстойник, сконструированная болотная система, дренажный колодец, система первого смыва, орошение полей (не указывается какие поля), и возможный способ обращения с незагрязненными атмосферными осадками и отдельно накапливаемыми сточными водами, при этом технически методы могут не подходить и являться ненужными в некоторых регионах.

Многие описанные методы НДТ, касающиеся сточных вод, не общеприменимы и имеют ограничения.

Актуализация перечня перспективных наилучших доступных технологий. В разделе, посвященном перспективным технологиям, перечислены только разработки из зарубежного справочника [9]. Данный перечень следует дополнить отечественными разработками, например:

- технология уборки навоза из свиноводческих помещений с гидравлической системой удаления навоза периодического действия с приме-

нением средств автоматизации [10]. В настоящее время в ИАЭП – филиал ВИМ разработана математическая модель управления данной системой, предусматривающая полную автоматизацию данного процесса. В ее основе лежит циклический алгоритм открытия клапанов навозоприемных ванн, а также включения насоса распределительного коллектора. Математическая модель позволяет определить время, необходимое для выполнения каждой из операций при транспортировке навоза от свиного комплекса до навозохранилища. Исходя из расчетов технологии, производится выбор необходимого технологического оборудования;

- модель устройства биологической очистки жидкой фракции свиного навоза и навозосодержащих стоков, разработанная ИАЭП-филиал ВИМ, расширяет арсенал технических средств, предназначенных для очистки стоков (высокомутных суспензий, таких как жидкая фракция свиного навоза), при этом технический результат заключается в реализации указанного выше назначения с обеспечением глубокой биологической очистки жидкой фракции и навозосодержащих стоков до санитарных норм допустимых загрязнений при сбросе на поля орошения, фильтрации или на городские очистные сооружения. [11]

- технология утилизации газов, образующихся в биореакторах переработки органических отходов (сорбированные газы (аммиак) вступают в агрохимическое взаимодействие с торфом с образованием компоста, при этом выделения вредных газов в окружающую атмосферу не происходит. Компостирование исходных ингредиентов в большом штабеле торфа длительный период времени обуславливает образование высококачественного компоста. После его созревания он используется как органическое удобрение. Разработанная технология утилизации газов и устройство защищены патентами № 2583308 и 145378).

Включение данных разработок в перечень перспективных технологий послужит основанием для дополни-

тельного финансирования проводимой работы.

Выводы

1. Актуализация справочника включает в себя корректировку значений области применения, уточнение перечня технологических показателей НДТ, обновление и дополнение данных в таблицы выбросов загрязняющих веществ, дополнения в описания существующих технологий, расширение перечня перспективных наилучших доступных технологий за счет включения в него отечественных разработок.

2. Для совершенствования справочника целесообразно:

- включить в госзадание по проведению приоритетных фундаментальных и прикладных исследований тематику по экологической оценке интенсивного свиноводства;

- осуществить теоретические и экспериментальные исследования всех элементов технологий интенсивного свиноводства с целью получения научно обоснованных значений удельных выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов для обоснования технологических нормативов и данных для инвентаризации вредных выбросов (в том числе, данных по выходу питательных веществ с экскрементами в зависимости от уровня продуктивности, системы содержания, кормления и др.);

- провести исследования, позволяющие оптимизировать эффективность использования питательных веществ и снижение негативного воздействия на окружающую среду;

- разработать региональные программы по обращению с отходами сельхозпроизводства, предусматривающие стимулирование предпринимательской деятельности путем внедрения наилучших доступных технологий;

- создать «пилотные» хозяйства для демонстрации НДТ интенсивного свиноводства в России и получения независимых и достоверных данных о применяемых технологиях.

3. Актуализация отечественных справочников должна стать работой постоянной и непрерывной, иметь

научное и практическое обоснование, для чего необходимо создать базу данных по технологиям в интенсивном животноводстве и птицеводстве Российской Федерации; проводить теоретические и экспериментальные исследования современных технологий производства животноводческой продукции с целью обоснования технологических и технических нормативов при внедрении НДТ; получать независимые достоверные данные о технологиях интенсивного животноводства и птицеводства в пилотных хозяйствах; обеспечить финансовую поддержку разработчиков и сельхозпроизводителей с целью создания и освоения НДТ. Такая работа должна проводиться с участием профильных экспертов [12].

При выполнении данных условий отечественный информационно-технический справочник «Интенсивное разведение свиней» станет понятным и востребованным документом, позволяющим облегчить получение комплексного экологического разрешения (КЭР).

Список

использованных источников

1. Международный опыт разработки принципов наилучших доступных технологий в сельском хозяйстве: науч. аналит. обзор / Федоренко В.Ф. [и др.]. М. ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. 160 с.

2. **Третьякова О.Л., Свиначев И.Ю., Святогоров Н.А., Романцова С.С.** Проблемы негативного влияния на окружающую среду при производстве свинины // Селекция и технология производства продукции животноводства: матер. Междунар. науч.-практ. конф. пос. Персиановский, 2021. С. 45-50.

3. Постановление Правительства России от 9 марта 2019 г. № 250 «О внесении изменений в Правила определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319873/92d969e26a4326c5d02fa79b8f9cf4994ee5633b/ (дата обращения 15.07.2022).

4. Распоряжение Правительства России от 30.04.2019 № 866-р «Об утверждении поэтапного графика актуализации информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_324048/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/ (дата обращения: 15.07.2022).

5. Постановление Правительства России от 28 сентября 2015 г. № 1029 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71105046/> (дата обращения: 08.06.2022).

6. Постановление Правительства России от 31 декабря 2020 г. № 2398 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400067826/> (дата обращения: 08.05.2022).

7. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации

от 21 мая 2019 г. № 316 «Об утверждении нормативного документа в области охраны окружающей среды «Технологические показатели наилучших доступных технологий интенсивного разведения свиней» [Электронный ресурс]. URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minprirody-Rossii-ot-21.05.2019-N-316> (дата обращения: 08.06.2022).

8. Попова А.С., Юльметова Р.Ф. Сравнительная характеристика наилучших доступных технологий очистки сточных вод перерабатывающей мясной промышленности // Альманах научных работ молодых ученых XLVIII научной и учебно-методической конф. университета ИТМО. Т. 5. С-Пб., 2019. С. 99-102.

9. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control), 2017. 898 pp.

10. Пляксин И.Е., Трифанов А.В. Модель автоматизации процесса навозоудаления на свиноферме // Агроэкоинженерия. 2021. № 1(106). С. 99-107.

11. Брюханов А.Ю. Обеспечение экологической безопасности животноводческих и птицеводческих предприятий (Наилучшие доступные технологии). С-Пб., 2017. С. 296.

12. Брюханов А.Ю., Васильев Э.В., Шалавина Е.В., Уваров Р.А. Методы решения экологических проблем в животноводстве и птицеводстве // С.-х. машины и технологии. 2019. Т. 13. № 4. С. 32-37.

Features of Updating ITS 41-2017 «Intensive Breeding of Pigs»

I.Yu. Svinarev

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

O.L. Tretyakova

(Don State Agrarian University)

T.N. Kuzmina

(Rosinformagrotekh)

Summary. The analysis of the content of the domestic information and technical guide ITS 41-2017 “Intensive Breeding of Pigs” is given. The directions of its updating are determined in accordance with the adopted regulatory documents and amendments, as well as the developed new technologies.

Keywords: pig breeding, ecology, best available technology, emissions, ammonia.

Информация

ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТВЁРДОСТИ ПОЧВЫ В СИСТЕМЕ КООРДИНАТНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ БЫЛ УДОСТОЕН ЗОЛОТОЙ МЕДАЛИ НА ВЫСТАВКЕ «ЗОЛОТАЯ ОСЕНЬ – 2022»

В рамках XXIV Российской агропромышленной выставки «Золотая осень – 2022» инновационная разработка Новокубанского филиала ФГБНУ «Росинформагротех» получила награду Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

По итогам участия в конкурсе «За успешное внедрение инноваций в сельском хозяйстве» в номинации «Инновационные разработки в области механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства» золотой медали был удостоен «Прибор для определения твёрдости почвы в системе координатного земледелия».

Современный уровень развития сельского хозяйства, его цифровизация, обуславливают применение систем координатного земледелия, диктуют необходимость совершенствования методов и средств картирования полей по показателям урожайности, влажности, вегетационного индекса и др. В последнее время возникла необходимость составления карт распределения по площади поля параметров твёрдости почвы в пахотном горизонте. Автоматизация мониторинга твёрдости почвы, оперативность получения и обработки результатов измерений в комплексе с другими показателями позволят значительно улучшить контроль за состоянием почвы.

Решение задачи по сокращению трудоемкости и повышению точности определения почвенных характеристик

возможно с внедрением инновационных разработок в процесс измерений. Для этой цели был разработан измеритель твёрдости почвы ИП-298 с системой определения координат на местности и возможностью составления соответствующих карт с использованием системы GPS/ГЛОНАСС.

Принцип действия ИП-298 основан на измерении силы сопротивления почвы вертикально погружаемому в неё плунжеру посредством тензометрического датчика с последующим усилением и аналогово-цифровым преобразованием электрического сигнала в числовой код, отображаемый на экране жидкокристаллического дисплея микроконтроллерного устройства. Отличительной особенностью твердомера ИП-298 является применение редуктора с асинхронным электродвигателем, способным развивать усилие до 100 кг, при постоянном линейном перемещении погружного плунжера со скоростью 1 см/с. Мощный контроллер и дополнительная память позволяют формировать электронную карту твёрдости поля, которая может сохраняться в стандартных форматах на съёмный флэш-накопитель.

Предлагаемая конструкция способствует повышению качества мониторинга верхнего плодородного слоя почвы, что позволит специалистам принимать оперативные решения по выбору варианта технологии подготовки почвы с целью повышения эффективности производства сельскохозяйственных культур.

УДК 620.197

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-10-26-30

Исследование влияния компонентов загрязнения атмосферы животноводческих помещений на влагопоглощение противокоррозионной пленки

И.В. Фадеев,

д-р техн. наук, доц.,
зав. кафедрой,
ivan-fadeev-2012@mail.ru
(ФГБОУ ВО «ЧГПУ им. И.Я. Яковлева»);

И.А. Успенский,

д-р техн. наук, проф.,
зав. кафедрой,
ivan.uspenskiy@yandex.ru

И.А. Юхин,

д-р техн. наук, проф.,
зав. кафедрой,
yuival@rambler.ru

Е.И. Степанова,

соискатель,
stepanowastepanova@yandex.ru

С.Н. Кулик,

соискатель,
kulik@mup-urt.ru
(ФГБОУ ВО «РГАТУ им. П.А. Костычева»);

И.А. Мурог,

д-р техн. наук, проф.,
директор,
dir@rimssou.ru
(Рязанский институт (филиал)
Московского политехнического
университета)

Аннотация. Используя многофакторный эксперимент плана $N = 2^4$, гравиметрическим методом изучено влияние компонентов загрязнения атмосферы животноводческих помещений на влагопоглощение пленки полиизоляционной мастики Д-11А. Получены соответствующие уравнения зависимости, которые показывают более агрессивное влияние сероводорода и сернистого ангидрида на защитную пленку.

Ключевые слова: коррозия, животноводческие комплексы, загрязнения атмосферы, пленка противокоррозионного состава, влагопоглощение, многофакторный эксперимент.

Постановка проблемы

Коррозионное разрушение металлических конструкций, в том числе оборудования животноводческих комплексов (ЖВК), является одним из самых коварных [1]. Коррозия не всегда носит открытый характер, особенно

если протекает под лакокрасочными или противокоррозионными покрытиями. На сегодняшний день имеются существенные достижения в борьбе с коррозией, но убытки от нее все еще огромны. Общие потери от коррозии складываются из прямых и косвенных потерь [2, 3]. Прямые потери – потери металла. Коррозия ежегодно «съемает» более 10% выплавленного металла [4, 5]. Косвенные потери – потери по причине поломок, простоя оборудования и машин, связанных с коррозией, нарушений технологии выполнения производственных процессов, аварий, снижения качества выполнения работ в соответствии с функциональным назначением машин, негативного влияния коррозии на окружающую среду, здоровье людей и др. [6].

Проблема борьбы с коррозией особенно актуальна в условиях ЖВК и ферм [7], для которых характерны очень агрессивные условия среды: высокая относительная влажность воздуха (при критическом значении этого показателя для стали 65-80% в течение всего года она в среднем составляет более 64%, а в холодное время года доходит до 95% и выше с образованием на поверхности металлоизделий конденсата); повышенная концентрация аммиака, сероводорода, углекислоты и двуокиси серы; существенные перепады температуры в течение суток; отсутствие прямых солнечных лучей (способствует развитию микроорганизмов и биологической коррозии); малая скорость перемещения воздуха; постоянное наличие на поверхности кормоприготовительных и кормораздаточных машин технологических остатков кормов; невозможность регулярной очистки машин и оборудования от загрязнений, попадания на их поверхности частиц экскрементов животных и навозной жижи, наличие открытой водной поверхности в автопоилках и на полу. В пленке влаги легко растворяются различные загрязнения с образованием электролитов, активизирующих процессы разрушения защитных и лакокрасочных покрытий деталей, а также коррозии металлоизделий [8] и снижение их механической прочности [9]. В стыках и зазорах (резьбовые соединения, места соединения деталей и т.п.) ускоряются процессы щелевой коррозии.

В связи с изложенным исследование, связанные с защитой от коррозии оборудования ЖВК, являются востребованными и актуальными.

Цель исследования – определение степени воздействия реагентов загрязнения атмосферы помещений на влагопоглощение пленки противокоррозионного покрытия оборудования ЖВК.

Материалы и методы исследования

Покрытия и детали оборудования ЖВК в процессе эксплуатации подвержены действию коррозионно-агрессивных компонентов загрязнения атмосферы воздуха помещений. Исследования проб, взятых в период с ноября 2020 г. по март 2021 г., показали, что основными компонентами в них являются аммиак, сероводород, углекислый газ, сернистый ангидрид (табл. 1). Пробы отбирались по 3 раза каждый месяц (10-го, 20-го и 30-го числа). Выбор времени отбора проб объясняется тем, что в зимние месяцы концентрация загрязнений атмосферного воздуха помещений ЖВК имеет максимальное значение. Высокая относительная влажность воздуха (в холодное время года достигает 95% и выше [10-12]) способствует образованию конденсата на поверхности металлоизделий [13, 14], который, поглощая из атмосферы воздуха загрязняющие компоненты, преобразуется в коррозионно-агрессивный раствор [15].

В настоящее время наиболее используемым способом защиты изделий из черного металла от коррозионного разрушения является способ нанесения на поверхности изделий лакокрасочных и противокоррозионных композиций [16]. Одним из основных свойств пленки противокоррозионных составов является сплошность [17], т.е. отсутствие в ее структуре микро- и макропор, о чем можно судить по влагопоглощению, в связи с чем исследовали зависимость влагопоглощения противокоррозионной пленки от ингредиентов загрязнения атмосферы воздуха помещения ЖВК.

Исследования проводили методом многофакторного эксперимента плана $N = 2^4$, что дало возможность получить несколько серий величин искомых показателей при изменении варьируемых переменных. В качестве противокоррозионного состава использовали Пластизоль Д-11А, в качестве образцов – разрезанные на гильотинных ножницах пластины размерами $30 \times 100 \times 2$ мм из листового проката стали Ст 3. В 10 мм от одного конца образца

Таблица 1. Содержание загрязняющих компонентов в атмосфере воздуха помещения ЖВК, мг-экв/дм³

Состав атмосферы воздуха помещения ЖВК	2020 г.		2021 г.			Среднее
	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	
Аммиак, x_1	22	23,2	24,1	24,7	26,0	24
Углекислый газ, x_2	0,25	0,26	0,42	0,52	0,55	0,40
Сероводород, x_3	5	5,30	6,20	6,50	7,0	6
Сернистый ангидрид, x_4	5,18	5,57	5,51	5,42	5,82	5,50

Таблица 2. Матрица планирования эксперимента

Показатели	Концентрации, мг-экв/л			
	x_1	x_2	x_3	x_4
Основной уровень, O_x	24	0,40	6	5,50
Интервал варьирования, λ_i	2	0,15	1	0,32
Верхний уровень «+», $O_x + \lambda_i$	26	0,55	7	5,82
Нижний уровень «-», $O_x - \lambda_i$	22	0,25	5	5,18

Примечание. x_1, x_2, x_3, x_4 – кодированные значения концентраций газов: x_1 – аммиак; x_2 – сероводород; x_3 – углекислый газ; x_4 – сернистый ангидрид.

по центральной оси просверливали отверстие $\varnothing 5$ мм для подвешивания его в исследуемых средах.

Эксперименты ставились в электролите, моделирующем условия атмосферы животноводческих помещений. В соответствии с табл. 1 составлялась матрица планирования (табл. 2). Варьирование переменных производилось на двух уровнях, условно обозначаемых «+1» и «-1» или символами «+» и «-» (матрица плана).

Эксперименты проводили в следующей последовательности:

1) предварительно подготовленные образцы из стали Ст 3 взвешивались до нанесения покрытия и после нанесения с высушенной защитной пленкой на аналитических весах ВЛА-200 г-М с точностью 0,0001 г;

2) по плану эксперимента готовились 16 вариантов растворов, моделирующих условия атмосферы животноводческих помещений, растворяя в воде соответствующие химические соединения (табл. 3) определенной концентрации.

Таблица 3. Растворы для моделирования атмосферы животноводческих помещений

Компоненты коррозионной среды, моделирующей атмосферу помещений	Химическое соединение
Сероводород	Водный раствор H_2S
Сернистый ангидрид	Водный раствор Na_2SO_3
Углекислый газ	Водный раствор Na_2CO_3
Аммиак	Аммиачная вода NH_4OH

Готовые растворы заливали в химические стаканы (900 мл), в которые помещали испытываемые образцы. В каждом варианте было проведено по три параллельных опыта. Растворы готовили исходя из максимально возможных значений концентраций активных ионов загрязнений;

3) взвешивание образцов проводилось через 24, 72, 120 и 240 ч испытаний;

4) после извлечения образцов из растворов их поверхности сушили фильтровальной бумагой;

5) высушенные образцы взвешивались;

6) определялось влагопоглощение пленки защитного покрытия гравиметрическим методом по формуле [6]

$$B = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \cdot 100\%,$$

где M_1 – масса образцов до эксперимента, г;

M_2 – масса образцов после эксперимента, г.

Выбор марки стали для экспериментов обосновывался тем, что для изготовления большинства оборудования ЖВК в основном применяют материал из стали Ст 3 [4].

Результаты исследований и обсуждение

В качестве примера в табл. 4 приведены результаты экспериментов, проведенных с выдержкой образцов в течение 24 ч. Аналогичные результаты были получены по экспериментам, проведенным с выдержкой образцов в растворах в течение 72, 120 и 240 ч.

Статистическую обработку результатов выполняли с использованием полинома первой степени:

$$y = \theta_0 + \theta_1 x_1 + \dots + \theta_n x_n + \theta_{12} x_1 x_2 + \dots + \theta_{12\dots n} x_1 x_2 \dots x_n,$$

где y – выходной параметр изучаемого процесса (влагопоглощение);

$\theta_0, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_{12}, \theta_{13}, \dots, \theta_{12\dots n}$ – коэффициенты уравнения;

$x_1, x_2, \dots, x_n$ – обозначения ингредиентов загрязнения атмосферы воздуха помещений ЖВК (факторы).

Зависимость влагопоглощения пленки пластизольной мастики от коррозионно-активных ингредиентов загрязнения атмосферы воздуха помещений ЖВК и их сочетаний выражается уравнениями:

● через 24 ч:

$$Y = 1,8815 - 2,8797 x_1 + 1,5825 x_2 - 1,0245 x_3 + 1,5588 x_4 - 1,5744 x_1 x_2 - 1,6877 x_1 x_3 + 1,1472 x_2 x_3 + 1,7564 x_1 x_4 + 1,2827 x_2 x_4 + 1,4573 x_3 x_4 - 1,4275 x_1 x_2 x_3 + 0,9618 x_1 x_2 x_4 - 1,4493 x_1 x_3 x_4 + 1,0908 x_2 x_3 x_4 - 1,0221 x_1 x_2 x_3 x_4;$$

● через 72 ч:

$$Y = 2,2654 - 1,1463 x_1 + 1,2675 x_2 - 0,5315 x_3 + 1,0420 x_4 - 0,2402 x_1 x_2 - 1,1641 x_1 x_3 + 0,5918 x_2 x_3 + 0,3488 x_1 x_4 + 1,1273 x_2 x_4 + 0,0820 x_3 x_4 + 0,0651 x_1 x_2 x_3 - 0,0887 x_1 x_2 x_4 - 0,1727 x_1 x_3 x_4 + 2,0713 x_2 x_3 x_4 - 0,1014 x_1 x_2 x_3 x_4;$$

● через 120 ч:

$$Y = 2,8481 - 1,1433 x_1 + 1,2759 x_2 - 0,4168 x_3 + 1,0447 x_4 - 0,2028 x_1 x_2 - 1,1707 x_1 x_3 + 0,2269 x_2 x_3 + 0,0786 x_1 x_4 + 1,1117 x_2 x_4 - 0,3115 x_3 x_4 + 0,0717 x_1 x_2 x_3 + 0,6229 x_1 x_2 x_4 - 0,2641 x_1 x_3 x_4 + 1,7590 x_2 x_3 x_4 - 0,1533 x_1 x_2 x_3 x_4;$$

● через 240 ч:

$$Y = 3,0389 - 1,1352 x_1 + 1,2498 x_2 - 0,4017 x_3 + 1,0349 x_4 - 0,1996 x_1 x_2 - 1,1882 x_1 x_3 + 0,6137 x_2 x_3 + 0,4727 x_1 x_4 - 1,1060 x_2 x_4 + 2,0095 x_3 x_4 + 0,3464 x_1 x_2 x_3 - 0,5216 x_1 x_2 x_4 - 0,1846 x_1 x_3 x_4 + 1,8638 x_2 x_3 x_4 - 0,1660 x_1 x_2 x_3 x_4.$$

Таблица 4. Исследование пленки противокоррозионного покрытия на влагопоглощение методом постановки многофакторного эксперимента (через 24 ч)

№ п/п	Номера выходов			Среднее значение	Построенная дисперсия	Функция отклика после исключения незначимых членов уравнения регрессии
	1	2	3			
1	1,7221	2,1415	1,6551	1,8396	0,2636	1,8815
2	3,0053	2,6973	2,7677	2,8234	0,1614	2,8797
3	1,6144	1,9332	1,7536	1,7671	0,1598	1,5825
4	1,6725	2,3571	1,9756	2,0017	0,3430	2,0245
5	1,9374	1,7105	1,4117	1,6865	0,2637	1,5588
6	1,4831	1,5331	1,3001	1,4388	0,1227	1,5744
7	1,4715	2,0351	1,4105	1,6390	0,3444	1,6877
8	1,2115	1,6017	0,6075	1,1402	0,5009	1,1472
9	1,5851	2,0554	1,8157	1,8187	0,2352	1,7564
10	2,4225	2,3215	2,2117	2,3186	0,1054	2,2827
11	1,2275	1,5117	1,0178	1,2523	0,2479	1,4573
12	1,7391	1,5002	1,1725	1,4706	0,2845	1,4275
13	0,9957	0,7279	0,7177	0,8138	0,1576	0,9618
14	1,1200	1,3003	2,3955	1,6053	0,6903	1,4493
15	1,0317	1,6221	0,8257	1,1598	0,4134	1,0908
16	1,2027	0,9277	0,8956	1,0087	0,1688	1,0221

Анализ полученных уравнений показывает, что при одиночном воздействии факторов на величину влагопоглощения наибольшее влияние оказывают сероводород и сернистый ангидрид (коэффициенты при x_2 и x_4 положительные), что вероятно, связано с их активной проницаемостью в пленку покрытия. Сероводород в сочетании с сернистым ангидридом способствует повышению влагоемкости пленки. При этом их совместное влияние на влагоемкость почти равноценно влиянию каждого отдельного компонента.

Если углекислый газ частично тормозит проникновение влаги в покрытие, то совместно с сероводородом или сернистым ангидридом повышает влагоемкость пленки покрытия. Аммиак проявляет ингибирующее действие на процесс коррозии, так как коэффициенты при факторе x_1 отрицательны.

По результатам исследования зависимости влагопоглощения пленки пластизольной мастики от коррозионно-активных ингредиентов загрязнения атмосферы воздуха помещений ЖВК и их сочетаний можно резюмировать, что по сравнению с аммиаком и углекислым газом сероводород и сернистый ангидрид оказывают более агрессивное влияние на защитную пленку. Результаты многофакторного эксперимента свидетельствуют о многообразии влияния ингредиентов загрязнения атмосферы воздуха животноводческих помещений на свойства пленки противокоррозионного состава, что обосновывается их повышенной способностью проникать в структуру пленки и вызывать на поверхности подложки подпленочную коррозию.

Выводы

1. Для эффективной защиты оборудования ЖВК от коррозионного разрушения в условиях повышенного загрязнения атмосферы воздуха помещений, включающего в себя множество коррозионно-активных ингредиентов, необходим комплексный подход к исследованиям их совместного влияния на свойства пленки противокоррозионного состава.

2. При разработке новых защитных составов необходимо учитывать действие коррозионно-агрессивных компонентов загрязнения атмосферы воздуха помещений ЖВК, особенно в зимнее время.

3. По сравнению с аммиаком и углекислым газом сероводород и сернистый ангидрид оказывают более агрессивное влияние на защитную пленку.

Список использованных источников

1. Matsuda T., Kashi K.B., Jensen M., Gelling V.J. Investigation of under film corrosion using pH sensitive microcapsules // EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014.
2. Бышов Н.В. Разработка нового средства для защиты сельскохозяйственных машин при хранении / Н.В. Бышов, С.Н. Борячев, И.А. Успенский, И.В. Фадеев // Техника и оборудование для села. 2019. № 6 (264). С. 38-42.
3. Pavlov A.A. Development of new corrosion-resistant bimetals with increased corrosion resistance prepared by electroslag surfacing technology. Chemical and Petroleum Engineering. 2017. Pp. 551-556.
4. Фадеев И.В. Исследование влияния компонентов агрессивной среды дорожного полотна на коррозию днища кузова легкового автомобиля: дис. ...канд. техн. наук: 05.22.10 / Фадеев И.В. М., 2010. 222 с.
5. Козлов В.Г. Методы борьбы с коррозией металлов / В.Г. Козлов, И.В. Титова, А.Н. Коноплин, Н.Н. Булыгин // Фундаментальные исследования. 2017. № 6. С. 53-57.
6. Улучшение защитных свойств противокоррозионной мастики / И.В. Фадеев, И.А. Успенский, А.И. Ушанев [и др.] // Вестник Рязанского ГАТУ имени П. А. Костычева. 2020. № 2. С. 96-101.
7. Кузнецов Ю.И. Физико-химические аспекты защиты металлов органическими ингибиторами коррозии // Коррозия: материалы, защита. 2013. № 4. С. 26-36.
8. Kharitonov D.S., Örnek C., Claesson P.M., Pan J., Zharskii I.M., Sommertune J., Kurilo I.I. Corrosion inhibition of aluminum alloy aa6063-t5 by vanadates: microstructure characterization and corrosion analysis. Journal of the Electrochemical Society. 2018. T. 165. № 3. Pp. 116-126.
9. Загидуллин Р.Н. Ингибиторы для защиты металлов от коррозии и наводораживания / Р.Н. Загидуллин, Т.Г. Дмитриева, Р.Ф. Ямалиев // Химическая промышленность сегодня. 2013. № 3. С. 9-20.
10. Получение ингибиторов коррозии черных металлов методом физико-химического анализа / И.В. Фадеев, И. А. Успенский, Ш.В. Садетдинов [и др.] // Вестник Рязанского ГАТУ им. П. А. Костычева. 2020. № 2. С. 90-95.
11. Goyal M., Kumar S., Bahadur I., Verma C., Ebenso E. Organic corrosion inhibitors for industrial cleaning of ferrous and nonferrous metals in acidic solutions: A review. J. Mol. Liq. 2018, 256, 565-573.
12. Бышов Н.В. Влияние величины зазора на скорость щелевой коррозии автотракторной техники / Н.В. Бышов, И.А. Успенский, А.А. Цымбал [и др.] // Известия АУК. 2020. № 2 (54). С. 236-245.
13. Шемякин А.В. Повышение эффективности противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственных машин консервационными материалами / А.В. Шемякин, М.Б. Латышенок, В.В. Терентьев, К.В. Гайдуков, И.В. Зарубин, А.В. Подъяблонский, С.А. Кожин, А.В. Кирилин // Известия Юго-Западного государственного университета. 2016. № 2 (65). С. 87-91.
14. Кузин Е.Г. Щелевая коррозия в соединениях сельскохозяйственных машин // Новая наука: проблемы и перспективы. 2016. № 115-2. С. 180-183.
15. Кирбятьева Т.В. Атмосферостойкие лакокрасочные покрытия для защиты от коррозии технического оборудования и металлоконструкция // Лакокрасочные материалы и их применение. 2001. № 1. С. 30-33.
16. Бышов Н.В. Ингибитор коррозии металлов для использования при ремонте автотракторной техники / Н.В. Бышов, С.Д. Полищук, И.В. Фадеев [и др.] // Известия АУК. 2019. № 2 (54). С. 257-262.
17. Кузнецов Ю.И. Прогресс в науке об ингибиторах коррозии // Коррозия: материалы, защита. 2015. № 3. С. 12-14.

Investigation of the Effect of Atmospheric Pollution Components of Livestock Premises on the Moisture Absorption of an Anti-corrosion Film

I.V. Fadeev

(I. Ya. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University)

I.A. Uspensky, I.A. Yukhin,

E.I. Stepanova, S.N. Kulik

(Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev)

I.A. Murog

(Ryazan Institute (branch) of Moscow Polytechnic University)

Summary. Using a multifactorial experiment of the plan $N = 2^4$, the influence of the components of air pollution in livestock buildings on the moisture absorption of a film of D-11A plastisol mastic was studied by the gravimetric method. The corresponding dependence equations are obtained, which show a more aggressive effect of hydrogen sulfide and sulfur dioxide on the protective film.

Keywords: corrosion, livestock complexes, atmospheric pollution, anticorrosive composition film, moisture absorption, multifactorial experiment.



Реферат

Цель исследований – определение степени воздействия реагентов загрязнения атмосферы помещений на влагопоглощение пленки противокоррозионного покрытия оборудования животноводческих комплексов (ЖВК). Покрытия и детали оборудования ЖВК в процессе эксплуатации подвержены воздействию коррозионно-агрессивных компонентов загрязнения атмосферы воздуха помещений. Исследования проб показали, что основными из них являются аммиак, сероводород, углекислый газ, сернистый ангидрид. Наиболее используемым способом защиты изделий из черного металла от коррозионного разрушения является нанесение на поверхности изделий лакокрасочных и противокоррозионных композиций. Анализ показывает, что при одиночном воздействии факторов на влагопоглощение противокоррозионной пленки наибольшее влияние оказывают сероводород и сернистый ангидрид, что, вероятно, связано с их активной проницаемостью в пленку покрытия. Сероводород в сочетании с сернистым ангидридом способствует повышению влагоемкости пленки. Если углекислый газ частично тормозит проникновение влаги в покрытие, то совместно с сероводородом или сернистым ангидридом повышает влагоемкость пленки покрытия. По результатам исследования зависимости влагопоглощения пленки пластизольной мастики от коррозионно-активных ингредиентов загрязнения атмосферы воздуха помещений ЖВК и их сочетаний можно резюмировать, что по сравнению с аммиаком и углекислым газом сероводород и сернистый ангидрид оказывают более агрессивное влияние на защитную пленку. Результаты многофакторного эксперимента свидетельствуют о многообразии влияния ингредиентов загрязнения атмосферы воздуха животноводческих помещений на свойства пленки противокоррозионного состава, что обосновывается их повышенной способностью проникать в структуру пленки и вызывать на поверхности подложки подпленочную коррозию.

Abstract

The purpose of the research is to determine the degree of impact of indoor air pollution reagents on the moisture absorption of the film of the anticorrosion coating of the livestock complexes equipment (LSC). Coatings and parts of LSC equipment during operation are exposed to corrosive-aggressive components of indoor air pollution. Sample studies showed that the main ones are ammonia, hydrogen sulfide, carbon dioxide, sulfur dioxide. The most used method of protecting ferrous metal products from corrosion damage is the application of paint and varnish and anticorrosion compositions on the surface of products. The analysis shows that with a single impact of factors on the moisture absorption of the anti-corrosion film, hydrogen sulfide and sulfur dioxide have the greatest effect, which is probably due to their active permeability into the coating film. Hydrogen sulfide in combination with sulphurous anhydride increases the moisture capacity of the film. If carbon dioxide partially inhibits the penetration of moisture into the coating, then together with hydrogen sulfide or sulfur dioxide it increases the moisture capacity of the coating film. According to the results of the study of the dependence of the moisture absorption of the plastisol mastic film on the corrosive ingredients of air pollution in the premises of the LSC and their combinations, it can be summarized that, compared with ammonia and carbon dioxide, hydrogen sulfide and sulfur dioxide have a more aggressive effect on the protective film. The results of the multifactorial experiment indicate the diversity of the influence of the ingredients of air pollution in livestock buildings on the properties of the film of the anticorrosive composition, which is justified by their increased ability to penetrate into the structure of the film and cause underfilm corrosion on the surface of the substrate.

Информация**AGROSALON****Итоги 9-й Международной специализированной выставки АГРОСАЛОН 2022**

С 4 по 7 октября Международная выставка сельхозтехники АГРОСАЛОН в очередной раз подтвердила статус крупнейшего в России события для всех профессионалов аграрного сектора.

Свои передовые разработки и флагманские машины представили более 260 компаний из разных стран мира. Организатором мероприятия выступила Ассоциация «Росспецмаш» при поддержке Минпромторга России.

В этом году 29 744 посетителя увидели и оценили весь спектр технических и технологических решений для ведения эффективно-го сельхозпроизводства: комбайны, тракторы, кормоуборочную и почвообрабатывающую технику, посевные комплексы и погрузочные машины, оборудование для внесения удобрений, защиты растений, послеуборочной обработки и хранения урожая, тысячи экземпляров комплектующих, а также IT-разработки, делающие технику «умной». На АГРОСАЛОН приехали 84 делегации из 32 регионов России.

Выставку общей площадью 45 тыс. м² посетил глава Минпромторга России Денис Мантуров, который осмотрел экспозицию и провел встречу с руководителями предприятий сельскохозяйственного машиностроения.

Министр ознакомился с последними инженерными решениями и новинками модельной линейки группы компаний «Ростсельмаш», в том числе с обновленным кормоуборочным комбайном, высокопроизводительной самоходной косилкой и зерноуборочным комбайном с российским двигателем. Также «Ростсельмаш» продемонстрировал работу системы «Ассистент внимания», которая распознает по мимике механизатора степень его усталости и сонливости, – такой принцип позволяет серьезно повысить уровень безопасности при длительной и монотонной работе.

Петербургский тракторный завод представил отечественный трактор «Кировец» с системой автопилотирования, свою продукцию также продемонстрировали «Колнаг» – российский производитель

техники для возделывания картофеля и заводы группы компаний «Алмаз», которые производят почвообрабатывающую технику и запчасти. Завод «Пегас-Агро» продемонстрировал не имеющий аналогов в мире самоходный опрыскиватель-разбрасыватель «Туман-3»: благодаря уникальной конструкции он может работать на высокой скорости даже на полях с неровным рельефом, а за счет облегченной конструкции шасси – свободно двигаться и по мерзлому грунту.

Производитель сельскохозяйственной техники «Гомсельмаш» (Республика Беларусь) выступил с совместной экспозицией с «Брянсксельмашем», где центральное место заняли зерноуборочные комбайны. Минский тракторный завод представил два инновационных беспилотных трактора Belarus. Макетный образец беспилотного трактора Belarus 3523i был продемонстрирован на площадке возле комплекса «Крокус Экспо».

В специальной зоне «АГРОСАЛОН-Драйв» желающие могли прокатиться в кабинах мощного трактора RSM 2375 и одного из самых высокопроизводительных в мире комбайнов – RSM 161.

Деловая программа выставки включала в себя 32 профильных мероприятия, в которых приняли участие руководители регионов, федеральных министерств и ведомств, крупнейших предприятий сельхозмашиностроения, агрохолдингов и фермерских хозяйств.

В рамках выставки прошла «Биржа субконтрактов» – ряд прямых подготовленных переговоров производителей сельхозтехники и поставщиков запчастей и комплектующих, которые могли обменяться информацией и контактами по вопросам изготовления и поставки деталей и узлов.

Ключевыми мероприятиями деловой программы стали 9 конференций и 12 обучающих семинаров по широкому кругу вопросов развития агропромышленного комплекса России.

В заключительный день выставки прошел форум «День молодежи – АГРОПОКОЛЕНИЕ», на который съехались более 1200 юных инженеров из 30 ведущих аграрных вузов России.

УДК 631.3

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-10-31-34

Стратегия формирования инженерной структуры системы утилизации сельскохозяйственной техники

Ю.В. Катаев,

канд. техн. наук,

вед. науч. сотр.,

ykataev@mail.ru

В.С. Герасимов,

вед. специалист,

shrecycling@yandex.ru

М.С. Мордасова,

науч. сотр.,

mzakh68@yandex.ru

(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Создание ресурсосберегающей экологоориентированной системы утилизации сельскохозяйственной техники (СХТ) предусматривает формирование инженерной структуры для осуществления сбора, переработки утилизируемых машин. Инженерная структура этого вида деятельности должна состоять из существующих ремонтно-технических предприятий и сервисных центров, занимающихся техническим обслуживанием СХТ, а также вновь созданных специализированных предприятий по глубокой ее утилизации.

Ключевые слова: инженерная структура, утилизация, сельскохозяйственная техника, экология, сельхозтоваропроизводители, производственные мощности.

Постановка проблемы

Для проведения утилизации СХТ, кроме формирования самой «идеологии», необходимо спланировать и создать инженерную структуру, которая бы обеспечивала необходимый уровень предприятий, оснащённых современным оборудованием и технологиями по переработке компонентов утилизируемой техники. Под инженерной структурой будем понимать комплекс зданий и сооружений, имеющих инженерно-техническое обеспечение и призванных создавать и обеспечивать условия для

нормального функционирования производства и обращения продукции, а также жизнедеятельности людей. В значительной мере структура и назначение проектируемых зданий и сооружений зависит от вида деятельности и технологий её проведения, которые необходимо осуществлять для реализации поставленной задачи.

Исходя из основной задачи данной работы – определение объёмов экономических ресурсов, требующихся для формирования системы утилизации СХТ и технологий, обеспечивающих безопасное и эффективное проведение утилизации, структура этой системы должна включать в себя ряд предприятий как существующих в инженерной системе АПК, так и вновь создаваемых.

Для формирования инженерной структуры системы утилизации СХТ предполагается использовать существующие ремонтно-технические предприятия, которые используются для проведения всех видов работ по техническому сопровождению техники, включая ее утилизацию. Количество этих предприятий зависит

от объёмов проводимых на них работ [1-4]. Создание системы утилизации в целом может занять несколько лет. Исходя из этого должна разрабатываться и стратегия формирования инженерной структуры системы, которая обеспечит выход на «проектную мощность».

Цель исследования – рассмотреть реальные возможности создания проектных мощностей инженерной структуры системы утилизации СХТ, определив необходимые исходные данные для расчёта параметров инженерной структуры.

Материалы и методы исследования

Проектную мощность системы утилизации СХТ можно определить, исходя из прогнозных данных вывода техники из эксплуатации (табл. 1) и ежегодного обновления МТП СХТ (табл. 2). При этом вместе с некоторым ростом вводимой СХТ количество выводимой из эксплуатации техники будет оставаться относительно стабильным – в пределах 120-125 тыс. ед. техники в год [5, 6].

Таблица 1. Состояние МТП АПК на 01.01.2020 и прогнозная оценка вывода из эксплуатации СХТ до 2024 г.

Наименование техники	Наличие техники, тыс. шт.	Прогнозные данные вывода техники из эксплуатации, тыс. шт.		
		2022 г.	2023 г.	2024 г.
Тракторы	447	22	28	30
Зерноуборочные комбайны	125	6	8	10
Кормоуборочные комбайны	17	0,5	1	1
Сельскохозяйственная техника (плуги, культиваторы, посевные комплексы, машины для внесения удобрений, мелиоративная техника и др.)	350	40	42	43

Таблица 2. Прогнозная оценка ежегодного обновления МТП АПК России

Наименование техники	Наличие техники, тыс. шт. (на 01.01.2020)	Ежегодное обновление СХТ, тыс. шт.	Общая стоимость, млрд руб.
Тракторы	447	45	179
Зерноуборочные комбайны	125	12	75
Кормоуборочные комбайны	17	1,7	5
Плуги	133	13	5
Культиваторы	173	17	10
Машины комбинированные, универсальные и специальные (посевные комплексы)	14	1,4	5
Машины для внесения удобрений	29	3	1,7

Исследования проводились с учётом перспектив развития сельскохозяйственного производства, поэтому для реализации поставленных задач обеспеченность необходимым количеством техники является важнейшим условием. Из параметров разработанной стратегии развития видно, что потребности в СХТ будут расти независимо от складывающихся внешних факторов. При уменьшении импорта, который пока играет существенную роль в структуре машинно-тракторного парка (МТП), к выполнению сельскохозяйственных работ будет привлекаться новая отечественная техника, а также модернизированная с использованием инновационных технологий.

Использование устаревшей СХТ приведёт к снижению производительности и эффективности работ. Для компенсации этого будет увеличиваться интенсивность её использования или количество за счёт отсрочки вывода из эксплуатации. Такая ситуация отодвинет время утилизации и при положительных тенденциях с вводом новой техники в последующие периоды времени может привести к интенсификации вывода из эксплуатации машин, отработавших свой ресурс. Поэтому при разработке стратегии формирования инженерной структуры следует исходить из результатов стратегии развития динамики изменения МТП. Учитывая, что структурный состав техники в течение относительно небольшого отрезка времени, необходимого для форми-

рования инженерной инфраструктуры системы утилизации СХТ, не будет существенно изменяться [7, 8].

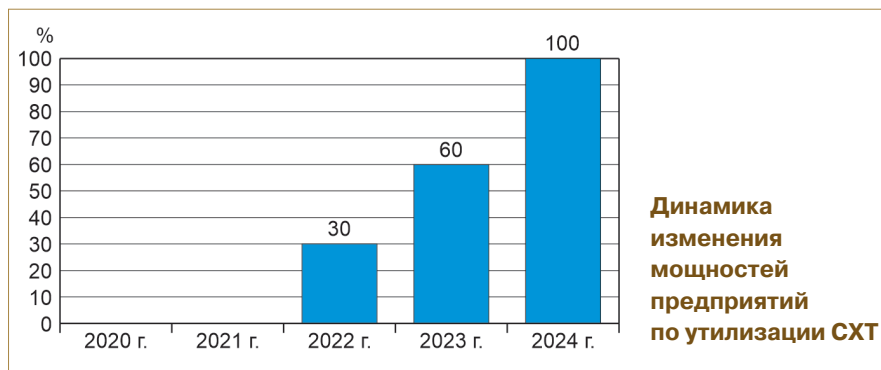
В качестве «проектной» мощности предприятий по утилизации СХТ можно принять данные табл. 1, которые в первом приближении можно рассматривать как 100%-ное количество техники, определяющее максимальную мощность предприятий системы утилизации СХТ. На основании этих данных можно будет рассчитать количество предприятий (инженерную структуру), которые в дальнейшем будут удовлетворять потребности сельхозтоваропроизводителей, производителей и поставщиков СХТ в утилизации машин после вывода их из эксплуатации.

Следует также сделать поправку на увеличение прогнозных объёмов утилизируемых машин $N_{\text{прог}}=100\%$ по причине вероятностного характера статистического материала, а также для создания резервов мощностей, которые могут быть использованы впоследствии при превышении фактических объёмов утилизации,

связанных с интенсификацией процесса вывода машин. Поправка на увеличение мощностей предприятий по утилизации может быть принята на уровне 10%. В этом случае расчётная величина $N_{\text{расч}}=110\%$. Резерв мощностей предприятий будет использоваться и для проведения утилизации других видов техники, не входящих в группу СХТ, например, строительно-дорожная, коммунальная, пожарная и лесная техника.

С учётом постепенного наращивания технического потенциала предприятий по утилизации СХТ в качестве стратегических индикаторов развития системы утилизации могут быть приняты процентные характеристики выхода системы на проектную мощность. Если принять трехлетний срок выхода предприятий по утилизации СХТ на проектную 100%-ную (или 110%) мощность, то динамику изменения мощностей предприятий можно представить как постепенно растущий тренд (см. рисунок).

Предположительно в первый год формирования системы утилизации СХТ мощность вновь создаваемых и имеющихся на этот момент предприятий сможет обеспечить утилизацию около 30% выводимой из эксплуатации техники. Во второй год объёмы утилизации возрастут и составят около 60% от проектной мощности. К концу третьего года будет окончательно сформирована инженерная инфраструктура системы, которая ежегодно сможет утилизировать все машины, выходящие из эксплуатации в течение рассматриваемого года. За этот период должны быть сформированы и реализованы экономические ресурсы, необходимые для создания новых и модернизации



существующих предприятий, отвечающих требованиям, предъявляемым к такого рода деятельности и способным осуществлять безопасную и эффективную утилизацию выводимой из эксплуатации СХТ.

Самым эффективным инструментом для формирования экономической базы с целью создания системы утилизации, который в той или иной форме применяется практически во всех технически развитых странах, является утилизационный (экологический) сбор [9]. Максимальные его размеры свойственны первому периоду формирования системы. После того, как инфраструктура системы будет создана, затраты на функционирование и поддержание её в работоспособном состоянии будут значительно меньше. Исходя из этих предпосылок, нагрузка на производителей техники, которые в соответствии с законодательством являются основными субъектами, ответственными за создание системы утилизации в целом и формирование инфраструктуры в частности, после её создания должна существенно снизиться. Показателем снижения нагрузки на производителей техники будет существенное снижение величины утилизационного сбора (ВУС).

Результаты исследований и обсуждение

Анализ структурного парка СХТ показал, что состав машин, используемый в различных направлениях отрасли (см. табл. 1-2), в ближайшие годы будет достаточно стабилен и данные о выводе из эксплуатации техники объективно отражают как ситуацию вывода СХТ из эксплуатации, так и потребности в специальных предприятиях, способных осуществить их утилизацию [10-13]. Для расчёта параметров инженерной структуры системы утилизации СХТ необходимо определить количество машин различных типов, которые будут ежегодно выводиться из эксплуатации и утилизироваться.

Исходя из того, что одновременно создать инженерную инфраструктуру утилизации практически невозможно, была определена стратегия ее фор-

Таблица 3. Ориентировочные годовые программы утилизации СХТ

Наименование машин	Годовая программа утилизации СХТ					
	при $N_{\text{прог}} = 100\%$			при $N_{\text{max}} = 110\%$		
	1-й год 30%	2-й год 60%	3-й год 100%	1-й год 30%	2-й год 60%	3-й год 100%
Тракторы	6600	16800	30000	7260	18480	33000
Зерноуборочные комбайны	1800	4800	10000	1980	5280	11000
Кормоуборочные комбайны	150	600	600	165	660	660
Сельскохозяйственная техника (плуги, культиваторы, посевные комплексы, машины для внесения удобрений, мелиоративная техника и т.д.)	1200	25200	43000	13200	27720	47300

мирования за трехлетний период с постепенным увеличением мощности предприятий. За этот период будут уточнены и окончательно отработаны инновационные технологии утилизации, доработаны актуальные вопросы, касающиеся законодательной и нормативной базы. Наличие конкретной информации позволит осуществить расчёт предприятий, которые должны будут вводиться постепенно в соответствии с принятой ранее стратегией формирования структуры, будут выполнять соответствующие работы и обеспечат ежегодную утилизацию СХТ в возрастающем объёме.

В качестве примера исходной расчётной информации используем данные по структурному составу СХТ, приведённые в табл. 1, и динамику изменения мощностей предприятий по утилизации СХТ (см. рисунок). В табл. 3 приведены два варианта годовых программ утилизации, которые базируются на данных разработчиков стратегии развития инженерной структуры. Выход на «проектную мощность» планируется на конец третьего года формирования инженерной структуры системы утилизации СХТ, по окончании которого предприятия смогут утилизировать 100% выходящей из эксплуатации техники.

Первый вариант соответствует прогнозным характеристикам разработчиков и соответствует данным (см. табл. 1, столбец 4). Второй вариант предполагает увеличение расчётной мощности предприятий на 10% по отношению к первому варианту. Этот вариант будет взят в расчётах

за основу. Динамика изменения количества машин каждого типа принимается соответственно стратегии развития системы утилизации СХТ (см. рисунок). На конец первого года планируется запуск определённого количества предприятий, которые смогут обеспечить утилизацию до 30% СХТ, выводимой из эксплуатации. К концу второго года – до 60%, и к концу третьего – выход на полную проектную мощность.

Поскольку сельхозмашины различных типов имеют в своём составе различные компоненты, то для расчётов количества предприятий-участников утилизации СХТ необходима информация об их составе. Для машин каждого типа был выбран представитель типа, исходя из следующих соображений:

- в качестве представителя типа машин выбрана марка машины, имеющая приоритетный выпуск и составляющая наибольшее количество;
- в пределах одного типа машин состав компонентов отличается незначительно, использование такого подхода обеспечит требуемую точность расчётов.

Многочисленные исследования, проведённые сотрудниками ФБГНУ ФНАЦ ВИМ, связанные с анализом состояния инженерной службы АПК, показали, что в настоящее время в сфере технического сопровождения сельскохозяйственной техники задействовано около 700 предприятий различных уровней как по технологическому оснащению, так и по экономическому состоянию.

Большинство предприятий, функционирующих в настоящее время, связаны в основном с ремонтом энергонасыщенной СХТ, причём их производственные годовые программы капитального ремонта техники не превышают 85-95 ед., в основном это тракторы отечественного производства со значительным превышением амортизационного срока.

Указанные предприятия, как правило, не занимаются деятельностью, связанной с утилизацией, ввиду отсутствия специализированного оборудования, производственных мощностей и квалифицированных кадров, поэтому рекомендации по формированию предприятий по утилизации СХТ и переработке компонентов являются актуальными, и решение этой проблемы даст возможность эффективного функционирования в отрасли ресурсосберегающей экологоориентированной системы «Сельхозрециклинг».

Для быстрой реализации данного проекта специалистами ФБГНУ ФНАЦ ВИМ была подготовлена необходимая научно-техническая и проектная документация по формированию цехов (участков) по утилизации СХТ и первичной переработке компонентов в рамках действующих сервисных предприятий инженерной службы АПК. Реализация этих разработок не потребует больших капитальных вложений и даст толчок по концентрации необходимых производственных мощностей для проведения эффективной утилизации СХТ с использованием современных технологий и оборудования. Трёхлетний период является реальным сроком по созданию инженерной структуры системы утилизации СХТ, что позволит получить максимальные объёмы вторичных ресурсов и снизить степень экологической опасности окружающей среды.

Выводы

1. С учетом сведений о состоянии и прогнозных оценок ежегодного обновления и вывода из эксплуатации машинно-тракторного парка АПК России была определена стратегия создания инженерной системы утилизации СХТ.

2. Для проведения утилизации СХТ, кроме формирования самой «идеологии», необходимо спланировать и создать инженерную структуру. Исходя из того, что одномоментно создать ее практически невозможно, была определена стратегия ее формирования за трехлетний период с постепенным увеличением мощности предприятий.

3. Максимальные размеры утилизационного сбора свойственны первому периоду формирования системы. После того, как инфраструктура системы будет создана, затраты на функционирование и поддержание её в работоспособном состоянии будут значительно меньше и нагрузка на производителей техники должна существенно снизиться.

Список

использованных источников

1. Тараторкин В.М., Голубев И.Г. Система технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственных машин и механизмов. М.: Издательский центр «Академия», 2017. 384 с.
2. Дорохов А.С. Роль качества в инженерно-техническом обеспечении АПК // Тр. ГОСНИТИ. 2016. Т. 125. С. 62-69.
3. Черноиванов В.И., Горячев С.А., Пильщиков Л.М., Назаров М.В., Голубев И.Г. Оптимизация ремонтно-обслуживающей базы АПК. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2007. 52 с.
4. Мониторинг состояния предприятий инженерно-технической инфраструктуры АПК по техническому обслуживанию и ремонту отечественной и импортной сельхозтехники. М.: Минсельхоз России, 2009. 98 с.
5. Черноиванов В.И., Герасимов В.С., Соловьев Р.Ю. и др. Утилизация в системе обновления сельскохозяйственной техники в АПК. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. 124 с.
6. Соловьев С.А. Федоренко В.Ф., Игнатов В.И. и др. Утилизация сельскохозяйственной техники проблемы и решения: науч. изд. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. 172 с.
7. Игнатов В.И., Дорохов А.С., Герасимов В.С. и др. Понятийный аппарат как инструмент для создания системы рециклинга отходов // Техника и оборудование для села. 2018. № 8. С. 28-32.

8. Игнатов В.И., Дорохов А.С., Трофименко Ю.В. и др. Современные тенденции формирования системы рециклинга техники: научная монография. М.: Перо, 2019. 557 с.

9. Игнатов В.И., Дорохов А.С., Герасимов В.С., Денисов В.А. Методика определения величины утилизационного сбора для выведенной из эксплуатации самоходной техники // Инженерные технологии и системы. 2019. Т. 29. № 1. С. 124-139.

10. Соловьев С.А. О программе модернизации инженерно-технологического обеспечения АПК // Тр. ГОСНИТИ. 2014. Т. 117. С. 9-18.

11. Игнатов В.И., Дорохов А.С., Мишина З.Н., Герасимов В.С. Способы поддержки жизненного цикла сельскохозяйственной техники // Техника и оборудование для села. 2018. № 10. С. 40-43.

12. Черноиванов В.И., Герасимов В.С., Есаков Д.И. и др. Создание вторичного рынка сельскохозяйственной техники. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2011. 80 с.

13. Алдошин Н.В., Митягин Г.Е., Кулдошина В.В., Джабраилов Л.М. Выбывшая из эксплуатации техника – источник вторичных ресурсов // Техника и оборудование для села. 2008. № 5. С. 42-43.

Engineering Structure Strategy for Agricultural Machinery Utilization System

Yu.V. Kataev, V.S. Gerasimov,
M.S. Mordasova
(VIM)

Summary. *The creation of a resource-saving environmentally-oriented system for agricultural machinery (AM) disposal provides for the formation of an engineering structure for the collection and processing of recyclable machines. The engineering structure of this type of activity should consist of existing repair and maintenance enterprises and service centers involved in the maintenance of AM, as well as newly created specialized enterprises for its deep utilization.*

Keywords: *engineering structure, recycling, agricultural machinery, ecology, agricultural producers, production capacity.*

УДК 631.171:631.87

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-10-35-39

Разработка системы автоматизированного управления технологическими процессами при производстве гуминовых удобрений

В.С. Тетерин,канд. техн. наук,
ст. науч. сотр.,
Labio-iant@mail.ru**Н.С. Панферов,**канд. техн. наук,
ст. науч. сотр.,
nikolaj-panfyorov@yandex.ru**Е.В. Пестряков,**мл. науч. сотр.,
unlimetl@mail.ru
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Рассмотрено технологическое оборудование для производства гуминовых удобрений, выявлены его недостатки и намечены пути их устранения. Предложен проект автоматизации полного цикла технологических процессов производства гуминовых удобрений. Представлена схема расположения узлов и исполнительных механизмов, входящих в предлагаемую систему автоматизации. Описан поэтапный порядок работы элементов предлагаемого проекта.

Ключевые слова: гуминовые удобрения, гуматы, гуминовые препараты, технологическая линия, система автоматизации, цифровизация.

Постановка проблемы

В связи с широким использованием технологий интенсивного аграрного производства, а также сокращением применения органических удобрений и нарушением севооборотов наблюдается значительное снижение уровня плодородия пахотных почв. В результате перед сельскохозяйственной наукой наиболее остро стоит вопрос восстановления почвенного плодородия. Сложность его поддержания традиционными способами связана, в первую очередь, с высокой стоимостью минеральных удобрений,

а также ограниченными финансовыми ресурсами сельскохозяйственных предприятий различных форм собственности. Стоит отметить, что использование минеральных удобрений позволяет восполнить недостаток питательных элементов в почве, в то время как динамика общего гумуса остаётся неизменной [1, 2].

В связи с этим всё чаще находят применение органоминеральные удобрения на основе органического сырья, в частности, гуминовые препараты. Их совместное использование с минеральными удобрениями повышает эффективность внесения за счёт свойств гуминовых веществ, позволяющих им вступать в широкий спектр всевозможных взаимодействий с различными классами органических соединений, образовывать комплексы с металлами и сложными почвенными минералами [3-5].

Использование в процессе заделки пожнивных остатков органоминеральных удобрений позволяет повысить эффективность их разложения и, как следствие, повысить содержание гумуса в почве [6]. Кроме того, применение гуминовых препаратов при предпосевной обработке семян или совместном использовании при вегетационных обработках растений снижает негативный эффект от воздействия пестицидов, ядохимикатов и радионуклидов, улучшая при этом качественные показатели получаемой продукции и обеспечивая ее экологическую безопасность [7, 8].

Эффективность использования гуминовых удобрений во многом зависит от их качества, которое, в свою очередь, определяется технологией их производства и применяемым оборудованием [9]. В настоящее время

на рынке представлено недостаточно высокотехнологичное оборудование, предназначенное для производства гуминовых препаратов. Различные фирмы предлагают лишь отдельные технические узлы и агрегаты, которые могут быть использованы при производстве таких удобрений: роторно-импульсные аппараты, дезинтеграторы, сепараторы, центрифуги и др. При этом полноценные технологические линии, позволяющие производить гуминовые препараты высокого качества, практически отсутствуют. Представленные решения при высокой трудоёмкости производства не всегда позволяют получать качественную продукцию.

Стандартные технологические линии не используют элементы цифровизации и предполагают значительную долю ручного труда. В них присутствуют элементы автоматизации, в частности, последовательное включение и выключение узлов, которое выполняется всегда по одному алгоритму в определенные промежутки времени. Однако данных решений недостаточно для контроля и регулировки технологического процесса в зависимости от поступающей с датчиков информации. Работа на данных линиях невозможна без высококвалифицированных специалистов-технологов, а также необходим обслуживающий персонал (не менее двух человек в смену), что ведёт к увеличению себестоимости производства и не исключает влияние человеческого фактора на конечные показатели качества продукта.

Цель исследования – разработка проекта системы автоматизации линии по производству органоминеральных (гуминовых) удобрений,

направленной на повышение качества получаемой продукции, а также снижение затрат на ее производство за счет оптимизации технологического процесса, минимизации ручного труда и применения современных цифровых решений.

Материалы и методы исследования

В настоящее время в области автоматизации технологического оборудования широкое распространение получили цифровые технологии и построенные на их базе автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУ ТП). Современные методы автоматизации заключаются в работе с машинами и оборудованием через развитый ввод и сбор сигналов головным управляющим устройством от контролирующих датчиков и вывод сигналов на исполнительный механизм [10, 11]. АСУ ТП и контроль их основных параметров связаны с повышенными требованиями к четкости и безотказности работы приборов и систем автоматизации. Точность производимых измерений и регулируемых воздействий во многом зависит от монтажа и правильно подобранных компонентов системы автоматизации, а также от правильного алгоритма работы самой системы и ее программной части [12].

Технологические процессы, происходящие на современных промышленных объектах, требуют мониторинга и контроля большого числа параметров. В связи с этим при проектировании и эксплуатации промышленных установок исключительное значение придается вопросам обеспечения надежного контроля над ходом технологического процесса. Надежность и достоверность технологического контроля в значительной мере определяются качеством наладки средств измерения, систем и устройств технологической сигнализации, защиты и блокировки. Наладка средств измерений и систем технологического контроля предусматривает комплекс работ по их проверке и настройке, обеспечивающих получение достоверной информации о значении контролируемых величин

и ходе того или иного технологического процесса.

При разработке проекта по автоматизации технологических процессов уделялось внимание следующим факторам:

- автоматизация должна охватывать технологическую цепь целиком;
- средства автоматизации следует применять там, где без них нельзя обойтись;
- первоочередными являются объекты, где человек не может конкурировать с автоматическими устройствами;
- основная цель автоматизации технологических процессов – повышение эффективности производства.

Таким образом, задачи по автоматизации универсальной технологической линии для производства органоминеральных удобрений из органического сырья сводятся к переходу операций управления и контроля, выполняемых ранее человеком, к автоматическим управляющим устройствам с повышением производительности и качества конечной продукции, снижением трудозатрат и минимизацией человеческого фактора.

Результаты исследований и обсуждение

В ходе проведённых исследований
была разработана универсальная

технологическая линия по производству гуминовых препаратов из различных видов органического сырья, а также технология их производства (рис. 1-2) [13, 14].

Согласно разработанной технологии производства органоминеральных удобрений из различных видов органического сырья, на разных этапах производства выполняются такие операции, как измельчение, просеивание исходного сырья от засорений крупной фракцией, нагрев воды, гидродинамическая очистка сырья от песка и нерастворимых примесей, смешивание, перекачка водно-торфяной суспензии, с одновременным ее измельчением, а также дозирование щелочи и микроэлементов, контроль за входными и выходными параметрами процессов, заданных оператором [13, 14].

Для предложенной технологической линии была разработана система автоматизации технологического процесса, которую условно можно разделить на два этапа:

- подготовительный – подготовка исходного сырья, включающая в себя измельчение, транспортировку, просеивание, дозирование, нагрев и подачу воды, гидродинамическую очистку исходного сырья от нежелательных примесей;
- основной – дифференцированное дозирование щелочи в водно-

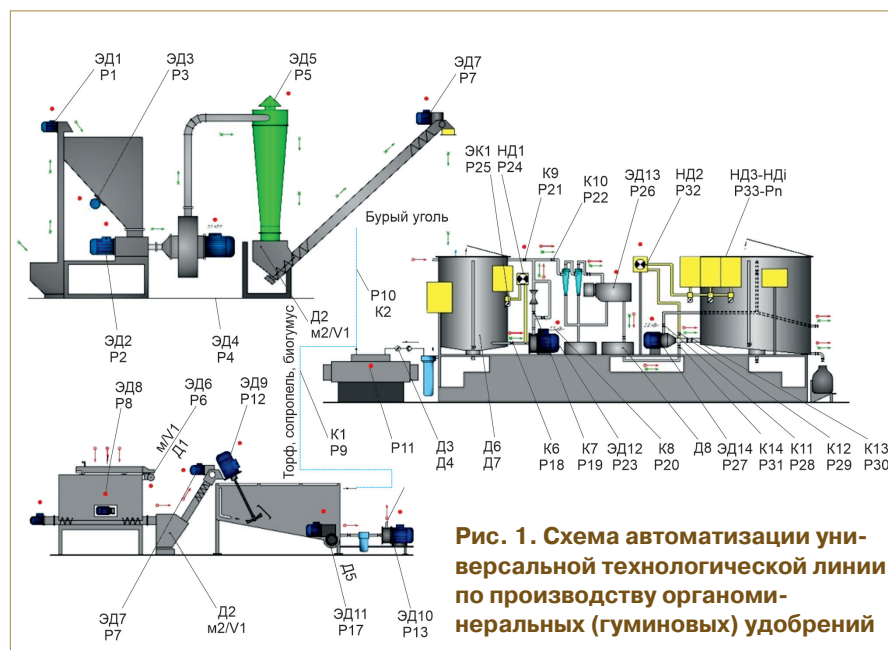


Рис. 1. Схема автоматизации универсальной технологической линии по производству органических (гуминовых) удобрений



Рис. 2. Схема микроконтроллера и подключаемых к нему периферийных устройств системы автоматизации технологической линии

торфяную суспензию до момента прекращения активного выделения солей гуминовых и фульвокислот, измельчение суспензии в дисмембраторе, перемешивание, двухступенчатая фильтрация, дозирование и обогащение микроэлементами концентрата гуминовых удобрений.

Процессы, происходящие на технологической линии и подлежащие автоматизации, условно можно разделить на несколько групп: включение и выключение электродвигателей (электроприводов), установленных на узлах технологической линии; тайминг времени продолжительности работы отдельных узлов; сбор и передача информации с контролирующих датчиков микроконтроллером и подача ответного сигнала на управляющие механизмы.

Разработанный проект автоматизации предполагает автоматизацию всех модулей, из которых может состоять универсальная технологическая линия, с учетом исходного сырья. При постановке задачи автоматизации были введены условные обозначения: Дп – датчики, п – порядковый номер, ЭДп – электродвигатель, Рп – релейный модуль, НДп – насос-дозатор; ЭКп – электромагнитный клапан; Кп – электромеханический кран.

Первый этап: 1. Молотковая дробилка и выгрузной шнек измельченного исходного сырья (бурый уголь).

В начале технологического процесса оператор подает питание на систему автоматизации. Далее посредством ПК или пульта управления подается сигнал на микроконтроллер о включении электродвигателей ЭД1, ЭД2 и ЭД3. Микроконтроллер, в свою очередь, подает импульсные сигналы на релейные модули Р1 запуска электродвигателя ЭД1 транспортирующего шнека и Р2 запуска электродвигателя ЭД2 молотковой дробилки, а также на релейный модуль Р3 запуска электродвигателя ЭД3 площадочного вибратора.

1.1. Вентилятор высокого давления и циклон (бурый уголь). Одновременно с запуском транспортера и молотковой дробилки происходит автоматический запуск вентилятора высокого давления и циклона ЭД4 и ЭД5 соответственно посредством передачи импульсного сигнала с микроконтроллера на релейные модули Р4 и Р5.

2. Вибросито (торф, биогумус и сапропель). С попаданием массы m измельченного (предварительно подготовленного) сырья на вибросито сигнал от весового датчика Д1 поступает на микроконтроллер, который, в свою очередь, посылает импульсный сигнал на релейный модуль Р6, и включается электродвигатель ЭД6 вибросита. Как только весовой датчик Д1 зарегистрировал массу меньше m_1 на полотне вибросита, микрокон-

троллер подает импульсный сигнал на релейный модуль Р6 и происходит остановка электродвигателя ЭД6.

3. Бункер-накопитель (все виды сырья). Просеянное от крупных примесей сырье поступает в бункер-накопитель, при этом процесс продолжается, пока на микроконтроллер не подается сигнал от весового/объемного датчика Д2 о достижении запрограммированной массы m_2 или объема V1. После этого микроконтроллер подает импульсные сигналы на релейные модули Р1-Р6, тем самым отключая электродвигатели ЭД1-ЭД6.

4. Выгрузной транспортировочный шнек измельченного подготовленного сырья (все виды сырья). После подачи сигнала от датчика Д2 на релейные модули Р1-Р6 импульсный сигнал подается от микроконтроллера на релейный модуль Р7, тем самым включая электродвигатель ЭД7 выгрузного шнека просеянного (измельченного) сырья, который транспортирует сырье в узел гидроочистки (торф, сапропель, биогумус) или реактор (бурый уголь). Одновременно с ЭД7 запускается электродвигатель ЭД8 площадочного вибратора посредством подачи сигнала на релейный модуль Р8.

5. Проточный водонагреватель. Одновременно с процессом 4 происходит подача импульсного сигнала через релейный модуль Р9 на шаровой электромеханический кран К1, соединяющий проточный водонагреватель и емкость гидроподготовки сырья и релейный модуль Р11, включающий проточный водонагреватель в режим нагрева. В случае с бурым углем посредством подачи сигнала от микроконтроллера на релейный модуль Р10 происходит открытие крана К2, соединяющего реактор и проточный водонагреватель. Контроль количества поступающей в узел гидроподготовки жидкости (2/3 от общего объема для изготовления одной партии удобрений) осуществляется датчиком расхода жидкости Д3. После подачи необходимого количества воды сигнал с датчика Д3 подается на микроконтроллер,

при этом заполнение емкости узла гидроподготовки продолжается до необходимого объема, после чего датчик уровня Д3 подает сигнал тах на микроконтроллер, а тот, в свою очередь, – на релейный модуль Р9 электромеханического крана К1, закрывая его, при этом срабатывает реле 11, выключая режим нагрева поточного водонагревателя. Температура поступающей воды замеряется датчиком температуры Д4, и соответствующие данные отправляются на монитор оператора, а также на микроконтроллер.

6. *Гидромеханический узел предварительной подготовки сырья (торф, сапрпель, биогумус).* После подачи на микроконтроллер сигнала от датчика расхода жидкости Д3 о достижении 2/3 необходимого объема микроконтроллер подает импульсные сигналы на релейные модули Р12 и Р13, которые, в свою очередь, запускают электродвигатели ЭД9 лопастного смесителя и ЭД10 насоса-дисмембратора.

7. *Реактор.* По истечении временного отрезка t_1 (заданное время работы узла гидроочистки) микроконтроллер подает на релейные модули Р12 сигнал об отключении лопастного смесителя, а на релейные модули Р14, Р15, Р16 – сигнал об открытии/закрытии кранов К3-К5, создавая контур: узел гидроподготовки сырья – насос-дисмембратор – реактор. Насос-дисмембратор продолжает свою работу, перекачивая водно-торфяную суспензию в реактор, пока на микроконтроллер не будет подан сигнал от датчика Д5 уровня, установленного в емкости гидроподготовки, при снижении уровня или датчика Д6, установленного в реакторе, при его максимальном наполнении. Затем микроконтроллер подает сигнал об отключении электродвигателя ЭД10 с помощью релейного модуля Р13. После отключения электродвигателя ЭД10 насоса-дисмембратора микроконтроллер подает импульсные сигналы на релейные модули Р14-Р16, закрывая краны К3-К5. Подготовительный этап производства удобрений из органического сырья заканчивается.

7.1. *Гидромеханический узел предварительной подготовки сырья (торф, сапрпель, биогумус).* После перекачки водно-торфяной суспензии в реактор происходит очистка узла гидроподготовки от накопившегося балласта за счет выгрузного шнека, приводящегося в движение электродвигателем ЭД11, который включается релейным модулем Р17 при подаче сигнала на микроконтроллер от датчика уровня Д5 о том, что емкость пуста.

Второй этап: 8. Реактор. После перекачки суспензии в реактор (п. 1-7) микроконтроллер подает импульсный сигнал на релейные модули Р18-Р22, которые подают питание на электромагнитные шаровые краны К6-К10, тем самым создается контур реактор – дисмембратор – кавитатор – реактор. После открытия кранов микроконтроллер подает импульсный сигнал на релейный модуль Р23, который включает электродвигатель дисмембратора ЭД12, и начинается процесс введения щелочи и перемешивания до прекращения активного выделения солей гуминовых кислот.

8.1. *Емкость для раствора щелочи с насосом-дозатором.* С началом работы дисмембратора ЭД12 микроконтроллер подает сигнал на релейные модули Р24 и Р25, которые контролируют включение/выключение насоса-дозатора НД1 и открытие/закрытие электромагнитного клапана ЭК1. Дозирование щелочного раствора происходит в трубопровод контура реактор – дисмембратор – кавитатор – реактор порционно (дифференцированно) и контролируется датчиком уровня рН Д7. Вносится n количество порций сильнощелочного раствора до момента, когда активное выделение солей гуминовых кислот (падение значения рН) закончится. В данном процессе мониторинг показаний датчика рН Д7 осуществляется микроконтроллером с интервалом времени t_2 и шагом l изменения рН. Как только активное выделение солей гуминовых кислот прекратится, соответственно шаг изменения рН в единицу времени t_2 резко уменьшится, микроконтроллер прекратит подачу сигналов на насос-дозатор НД1.

Затем, согласно технологии, процесс измельчения и диспергации водно-торфяной суспензии продолжается в течение t_3 минут. Количество раствора щелочи, оставшееся в баке, контролирует датчик уровня и посылает информацию на пульт управления оператора.

9. *Узел грубой очистки концентрата органоминеральных удобрений от примесей более 100 мкм (батарея гидроциклонов).* По истечении временного отрезка t_3 микроконтроллер подает сигнал на релейные модули Р18-Р22, которые открывают/закрывают краны К6-К10, закрывая контур реактор – дисмембратор – кавитатор – реактор и открывая контур реактор – дисмембратор – система грубой очистки – система тонкой очистки.

9.1. *Узел тонкой очистки концентрата (центрифуга).* Одновременно с этим сигнал от микроконтроллера подается на релейный модуль Р26, который включает электродвигатель центрифуги ЭД13, происходит процесс тонкой очистки концентрата органоминеральных удобрений, после чего концентрат поступает в накопительную емкость готового продукта. Процесс центрифугирования продолжается до момента подачи сигнала с датчика уровня Д6 об уменьшении уровня жидкости.

9.2. *Промежуточная накопительная емкость профильтрованного продукта, циркуляционный насос.* После фильтрации через центрифугу жидкость поступает в промежуточную накопительную емкость с установленным в ней датчиком уровня Д8, который, фиксируя повышение уровня до заданного предела, подает сигнал на микроконтроллер, а с него – на релейный модуль Р27, который, включает/выключает электродвигатель ЭД14 циркуляционного насоса, модуль Р28 открывает кран К11 для перекачки полученного продукта в накопительную емкость или розлива в тару.

9.3. *Узел обогащения концентрата микроэлементами.* Если необходимо, одновременно с процессом поступления профильтрованного концентрата в накопительную емкость микроконтроллер подает сигнал на

релейные модули P29-P31 кранов K11-K14, создавая контур потока промежуточная накопительная емкость – циркуляционный насос – накопительная емкость, при этом в этот контур включается поток микроэлементов посредством общего насоса-дозатора НД2 от насосов-дозаторов НДі Р33-Рп для включения насосов-дозаторов ($n = 19+i$, где i – количество насосов-дозаторов НД3-НДі, что соответствует количеству используемых микроэлементов). Происходит обогащение конечного продукта ранее выбранными микроэлементами. При этом процесс рециркуляции и дозирования микроэлементов продолжается определенный интервал времени.

В процессе реализации разрабатываемого проекта автоматизации особое внимание необходимо уделить схеме подключения используемых контроллеров. Так, необходимо предусмотреть отдельный источник питания и стабилизатор напряжения для исключения выхода из строя микропроцессорного оборудования и погрешностей в работе используемых контрольно-измерительных приборов. Кроме того, в системе автоматизации должно быть использовано оборудование, обладающее высоким уровнем защиты от пыли и влаги (не ниже IP67), а также способное работать в агрессивных средах.

Выводы

1. Внедрение предлагаемой системы автоматизации на технологических линиях по производству органоминеральных удобрений из различных видов органического сырья позволит повысить качество производимого продукта за счёт автоматической системы контроля технологического процесса, исключив человеческий фактор, связанный с возможным нарушением технологии.

2. Автоматизация ряда операций позволит сократить штат сотрудников, необходимых для обслуживания технологической линии, и, как следствие, снизить издержки на изготовление продукции.

3. Разработанная система автоматизации позволит избежать преждевременного износа, а также выхода из

строения основных узлов технологической линии, так как используемое контролирующее оборудование (датчики температуры, уровня, pH) выполняет также функции предохранителей, предотвращая возможность запуска узлов линии без нагрузки, а дисмембраторов и насосов – без наличия жидкостей в системе.

Список

использованных источников

1. **Брусенцов А.С., Туманова Т.И.** К вопросу об органическом земледелии // Молодой ученый. 2016. № 3. С. 420-423.
2. **Сорокин Н.Т., Смышляев Э.И., Сорокин К.Н., Солдатов Т.Г.** Предложения ученых ФГБНУ ВНИМС для решения проблем повышения плодородия почв // Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства: сб. науч. тр. / ФГБНУ ВНИМС. Рязань, 2017. С. 108-118.
3. **Полиенко Е.А., Безуглова О.С., Патрикеев Е.С.** и др. Влияние гуминовых веществ на динамику элементов питания при сочетании с системами защиты нута // Агрохимический вестник. 2020. № 5. С. 52-57.
4. **Лыхман В.А., Дубинина М.Н., Наими О.И.** и др. Влияние обработки почвы и посевов гуминовыми препаратами на динамику элементов питания и урожайность озимой пшеницы // Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». 2019. С. 222-226.
5. **Попов А.Е., Дубинина М.Н., Полиенко Е.А., Лыхман В.А.** Динамика элементов питания в черноземе обыкновенном под плодowymi культурами при внесении гуминового препарата Bio-Дон // Почвоведение – мост между науками: матер. Междунар. науч. конф. XXI Докучаевские молодежные чтения. – 2018. – С. 85-86.
6. **Богданчиков И.Ю.** Результаты применения пожнивных остатков в качестве удобрения для повышения плодородия почвы // Ломоносов-2020: матер. Междунар. молодежного науч. форума (Москва, 13-17 апреля 2020 г.). М.: ООО «МАКС Пресс», 2020.
7. **Kaschl A., Chen Y.** Interaction of humic substances with trace metals and their stimulatory effects on plant growth // Use of Humic Substances to Remediate Polluted environments: from Theory to Practice / Eds.: I.V. Perminova, K. Hatfield, N. Hertkorn. NATO Science Series: IV: Earth and Environmental Sciences. Dordrecht, The Netherlands: Springer. 2005. V. 52. P. 83-114.
8. **Тетерина О. А., Костенко М.Ю., Тетерин В.С.** Аэрозольная обработка семян сти-

муляторами роста // Вестник Совета молодых ученых Рязанского ГАТУ имени П.А. Костычева. 2016. № 2(3). С. 6-10.

9. Preparative Yield and Properties of Humic Acids Obtained by Sequential Alkaline Extractions / V.A. Kholodov, N.V. Yaroslavl'tseva, A.I. Konstantinov, I.V. Perminova // Eurasian Soil Science, 2015. Vol. 48. № 10. P. 1101-1109.

10. **Дастин Э., Рэшка Д., Пол Д.** Тестирование программного обеспечения. Внедрение, управление и автоматизация / Пер. с англ. Павлов М. М.: Лори, 2013. 567 с.

11. **Безменов В.С., Ефремов В.А., Руднев В.В.** Автоматизация процессов дозирования жидкостей в условиях малых производств. Вологда: Инфра-Инженерия, 2010. 216 с.

12. Микроконтроллерное оборудование в сельскохозяйственном производстве / Н.С. Панферов, Е.В. Пестряков, С.В. Митрофанов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 3(83). С. 211-216. DOI 10.37670/2073-0853-2020-83-3-211-216.

13. **Пат. № 2727193 С1 Российская Федерация, МПК C05F 11/02.** Способ производства органоминеральных, комплексных удобрений и технологическая линия для его осуществления / В.С. Тетерин, Н.С. Панферов, М.А. Гайбарян [и др.]; заяв. ФГБНУ ФНАЦ ВИМ: № 2019133360: заявл. 21.10.2019: опубл. 21.07.2020.

14. Способ производства комплексных органоминеральных удобрений и технологическая линия для его осуществления / В.С. Тетерин, Н.Н. Гапеева, С.В. Митрофанов [и др.] // Вестник Рязанского ГАТУ им. П.А. Костычева. 2019. № 4(44). С. 114-119. DOI 10.36508/RSATU.2019.50.20.020.

Development of an Automated Control System for Technological Processes in the Production of Humic Fertilizers

V.S. Teterin, N.S. Panferov, E.V. Pestryakov
(VIM)

Summary. Technological equipment for the production of humic fertilizers is considered, its shortcomings are identified and ways to eliminate them are outlined. A project for automation of the full cycle of technological processes for the production of humic fertilizers is proposed. A diagram of the arrangement of nodes and actuators included in the proposed automation system is presented. The step-by-step procedure for the work of the elements of the proposed project is described.

Keywords: humic fertilizers, humates, humic preparations, production line, automation system, digitalization.

УДК 338.439 (470)

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-10-40-44

Государственная поддержка комплексных научно-технических проектов подпрограмм Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2030 годы

А.П. Королькова,

канд. экон. наук,

вед. науч. сотр.,

52_kap@mail.ru

О.В. Ухалина,

канд. экон. наук,

вед. науч. сотр.,

olgasergy@rambler.ru

В.Н. Кузьмин,

д-р экон. наук,

гл. науч. сотр.,

kwn2004@mail.ru

А.В. Горячева,

науч. сотр.,

nastya040890@mail.ru

(ФГБНУ «Росинформагротех»)

Аннотация. Проведены обобщение и систематизация мер государственной поддержки реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2030 годы (ФНТП) на федеральном и региональном уровнях. Представлен механизм поддержки комплексных научно-технических проектов подпрограмм. Разработаны предложения по совершенствованию механизма господдержки использования результатов, полученных в рамках реализации ФНТП.

Ключевые слова: государственная поддержка, федеральная научно-техническая программа, комплексный научно-технический проект, картофель, сахарная свекла, семена, кросс мясных кур.

Постановка проблемы

Доктриной продовольственной безопасности предусмотрен уровень обеспечения семенами отечественной селекции к 2030 г. не менее 75% от общего объема высеваемых семян. На таком же уровне должно нахо-

диться обеспечение животноводства племенным материалом [1].

Зависимость отечественных сельхозоваропроизводителей от импорта семян сахарной свёклы составляет 97 %, подсолнечника – 77, рапса – 60%, кукурузы – 50%, сои – 60%. В расчете на 1 га стоимость импортных семян сахарной свеклы в 1,28 раза выше, чем отечественных, кукурузы – в 2,75 раза, подсолнечника – в 1,88 раза. В целом в стоимостном выражении доля на рынке импортных семян сельскохозяйственных культур оценивается в 80% [2–4]. Высока зависимость от импорта племенного материала, кормовых добавок, средств защиты растений, техники и технологий. Все это приводит к удорожанию отечественной продукции и снижению ее конкурентоспособности на мировом рынке [5, 6].

В условиях жесткой санкционной политики в отношении России и нестабильности мировой экономики, роста цен на продовольствие, материально-технические и финансовые ресурсы необходимо ускорить развитие отечественной селекции и семеноводства, создание отечественных пород животных, новой техники и технологий. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017–2030 годы является одним из основных инструментов решения проблемы зависимости сельского хозяйства от импорта [7].

За период ее реализации отработывались механизмы и инструменты мер государственной поддержки, стимулирующие вовлечение в реали-

зацию подпрограмм ФНТП заказчиков и участников комплексных научно-технических проектов (КНТП) [8,9]. Участвующими в реализации подпрограмм НИУ и бизнес-партнерами накоплен положительный опыт, одновременно выявлены сдерживающие факторы: недостаточная информированность о действующих подпрограммах ФНТП, существующих мерах их государственной поддержки, отсутствие достоверной информации о распространении среди российских сельхозоваропроизводителей новых сортов сельскохозяйственных культур отечественной селекции, высокие риски при реализации КНТП подпрограмм ФНТП, сложности с продвижением новых сортов и гибридов отечественной селекции на российский и международный рынки.

Цель исследований – на основе анализа и обобщения информации о мерах государственной поддержки на федеральном и региональном уровнях комплексных научно-технических проектов, механизмах господдержки заказчиков и участников КНТП разработать предложения по стимулированию сельхозоваропроизводителей к участию в реализуемых подпрограммах и использованию результатов, полученных в ходе реализации Федеральной научно-технической программы.

Материалы и методы исследования

При исследовании использовались данные Росстата, Минсельхоза России и региональных органов управления АПК, Минобрнауки и РАН,

региональных НИИ и вузов, материалы заседаний Российской торгово-промышленной палаты, отраслевых союзов. На основе комплексного общенаучного подхода и экспертно-аналитического способа обработки информации проведен сравнительный анализ мер государственной поддержки развития АПК и реализации комплексных научно-технических проектов на федеральном и региональном уровнях. На уровне субъектов Российской Федерации исследованы общесистемные и специальные меры государственной поддержки сельхозтоваропроизводителей как потенциальных участников реализации отдельных подпрограмм ФНТП.

Результаты исследований и обсуждение

В условиях санкций, введенных против России, важнейшей задачей реализации ФНТП является ускоренное импортозамещение в сфере селекции и семеноводства в части обеспечения отрасли отечественными семенами, инновационными

технологиями в племенном деле, производстве кормов и кормовых добавок и других подотраслях АПК, зависящих от зарубежных поставок средств производства [7].

Источниками финансирования ФНТП являются средства федерального бюджета, бюджетов субъектов Российской Федерации с привлечением внебюджетного финансирования [10]. Финансовое обеспечение реализуемых подпрограмм представлено в табл. 1. Получены первые результаты от реализации трех подпрограмм по картофелю, сахарной свекле, кроссу мясных кур. Регионы России и субъекты-участники реализации КНТП подпрограмм ФНТП представлены в табл. 2.

Участниками реализации подпрограмм ФНТП являются 14 вузов: Брянский ГАУ, Горский ГАУ, Иркутский ГАУ, Кабардино-Балкарский ГАУ, Красноярский ГАУ, Новосибирский ГАУ, Самарский ГАУ, РГАЗУ, Чувашский ГАУ, Уральский ГАУ, Мичуринский ГАУ, Воронежский ГАУ, Южно-Уральский ГАУ, Нижегородская ГСХА.

На реализацию действующих подпрограмм ФНТП из федерального бюджета выделено 3,2 млрд руб., из внебюджетных источников – 1,5 млрд руб. Потребность финансирования данных подпрограмм на 2022–2025 гг. оценивается в 16 млрд руб. [8].

Для развития ФНТП расширен масштаб реализации действующих подпрограмм по картофелю, сахарной свекле и кроссу мясных кур. Так, принято постановление Правительства Российской Федерации от 23 августа 2021 г. № 1377 «О внесении изменений в Правила предоставления и распределения иных межбюджетных трансферов из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации в целях софинансирования расходных обязательств субъектов Российской Федерации по возмещению части прямых понесенных затрат на создание и (или) модернизацию объектов агропромышленного комплекса» в части возмещения прямых понесенных затрат на строительство и модернизацию объектов

Таблица 1. Объемы и источники финансирования подпрограмм Федеральной научно-технической программы, млн руб. [10]

Показатели	Подпрограммы Федеральной научно-технической программы								
	Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации	Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы в Российской Федерации	Создание отечественного конкурентоспособного кросса мясных кур в целях получения бройлеров	Развитие производства кормов и кормовых добавок для животных	Улучшение генетического потенциала крупного рогатого скота мясных пород	Развитие виноградарства, включая питомниководство	Развитие селекции и семеноводства масличных культур	Развитие садоводства и питомниководства	Развитие селекции и семеноводства технических культур
Сроки реализации	2018-2030	2018-2030	2020-2030	2022-2030	2022-2030	2022-2030	2022-2030	2023-2030	2023-2030
Объемы финансирования	10338,6	6958,4	9785,7	6148,1	21893,2	2068,7	3640	6120	666,8
В том числе:									
федеральный бюджет*	7270	3333,4	6225,4	3289	7866,1	372,6	1936	3060	333,4
внебюджетные источники**	3068,7	3625	3560,3	2859,1	14027	1696	1704	3060	333,4
бюджеты субъектов РФ***	–	–	–	–	–	–	–	–	–

*Объем бюджетных ассигнований федерального бюджета будет уточнен при перераспределении средств федерального бюджета, предусмотренных на реализацию Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. № 717 «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия», а также дополнительных доходов от агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов, полученных вследствие реализации отдельных нормативных правовых актов и законодательных инициатив.

**Объем средств бюджетов субъектов Российской Федерации устанавливается субъектом Российской Федерации исходя из количества комплексных научно-технических проектов, реализуемых в субъекте Российской Федерации.

***Объем средств внебюджетных источников будет уточнен в случае изменения объема бюджетных ассигнований федерального бюджета.

Таблица 2. Участники реализации подпрограмм ФНТП

Участники реализации подпрограмм ФНТП	Регион
<i>Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации</i>	
ООО «АгроИнтер»	Ленинградская область
ООО «Агросар»	Самарская область
ООО «Агрофирма «Слава картофелю – Яльчики»	Чувашская Республика
СХАО «Белореченское»	Иркутская область
ООО «СХП «Дары Малиновки»	Красноярский край
ООО «Дока-Генные Технологии»	Московская область
ООО «Золотая Нива»	Тамбовская область
ООО «Зольский картофель»	Кабардино-Балкарская Республика
ООО «Колпаков»	Томская область
ООО «Агропромышленная компания «Любовское»	Архангельская область
ЗАО СХП «Мичуринец»	Новосибирская область
АО «Озёры»	Московская и Тульская области
АО «Погарская картофельная фабрика»	Брянская область
ООО «Редкинская АПК»	Тверская область
ООО «Фермерское хозяйство «СеДеК»	Республика Алтай, Московская область
ООО «СоюзАгро»	Алтайский край
ООО ССК «Уральский картофель»	Свердловская область
ООО «ФАТ-АГРО»	Республика Северная Осетия – Алания
ООО «Теплично-парниковый комбинат «Элитакартофель»	Омская область
<i>Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы в Российской Федерации</i>	
Общество с ограниченной ответственностью «СоюзСемСвекла»	Воронежская и Орловская области, Краснодарский край, Республика Крым
<i>Создание отечественного конкурентоспособного кросса мясных кур с целью получения бройлеров</i>	
ООО «ППР «Челябинский»	Челябинская и Московская области
ОАО «ППФ «Урмарская»	Чувашская Республика, Ульяновская область
АО «Птицефабрика «Северная»	Ленинградская область
АО «Линдовская птицефабрика – племенной завод»	Нижегородская область
<i>Улучшение генетического потенциала крупного рогатого скота мясных пород</i>	
АО «Мираторг»	Брянская область

по производству инкубационных яиц родительских форм и финального гибрида. Постановлением Правительства Российской Федерации от 18 февраля 2022 г. № 205 внесены изменения в Правила предоставления грантов в форме субсидий из федерального бюджета на реализацию комплексных научно-технических проектов в агропромышленном комплексе, которым уточнен перечень расходов на реализацию КНТП. Отбор участников осуществляется на конкурсной основе Минсельхозом

России в соответствии с приказом от 23.07.2018 г. № 320 «Об утверждении порядка отбора комплексных научно-технических проектов».

Комплексный научно-технический проект реализуется в три этапа.

На первом этапе научной организацией–участником КНТП осуществляются прикладные исследования в интересах заказчика проекта; на втором – передача участником проекта научных данных (трансфер технологий) заказчику КНТП; на третьем – коммерциализация результа-

тов, полученных в ходе двух предыдущих этапов.

Для выполнения КНТП заказчик и участник проекта заключают между собой соглашение о научно-производственном партнерстве, в котором определяют порядок распределения прав на полученные в ходе реализации проекта результаты интеллектуальной деятельности.

Проект должен предусматривать работы, соответствующие мероприятиям подпрограммы. Средства внебюджетных источников должны составлять не менее 50% стоимости проекта. Решение принимает комиссия по отбору, протокол публикуется на сайте Минсельхоза России. Отобранные проекты направляются в экспертную группу при совете по реализации Программы. Президиум совета по реализации Программы согласовывает участие проектов в подпрограмме.

Отбор проектов, согласованных Президиумом совета по реализации Программы на предоставление грантов в форме субсидий, проводится Минсельхозом России в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 22.07.2020 № 1080 (ред. от 18.02.2022) «О предоставлении грантов в форме субсидий из федерального бюджета на реализацию комплексных научно-технических проектов в агропромышленном комплексе».

Федеральным законом о бюджете на 2020 год на реализацию ФНТП были предусмотрены ассигнования на гранты в размере 893,2 млн руб., на разработку информационно-аналитической системы оперативного мониторинга и оценку состояния и рисков научно-технического обеспечения развития сельского хозяйства – 132,9 млн руб.; Минобрнауки России на реализацию ФНТП – 250 млн руб. [11].

В Федеральном Законе о бюджете на 2021 год на гранты в форме субсидий на реализацию КНТП в АПК предусматривалось 92,1 млн руб. В соответствии с уточненной сводной бюджетной росписью на 1 января 2022 г. на эти цели было израсходовано 312 млн руб.

В рамках реализации подпрограмм ФНТП по картофелю и сахарной свекле были заключены дополнительные соглашения между Минсельхозом России и заказчиками КНТП на общую сумму 353,1 млн руб. [12, 13].

В 2022 г. на поддержку отечественных центров селекции и семеноводства выделено дополнительно не менее 5 млрд руб., на строительство предприятия по масштабированию отечественного кросса мясных кур «Смена-9» – 5 млрд руб.

Кроме грантов, заказчики и участники КНТП могут получить и другие меры поддержки, предусмотренные в рамках госпрограмм по развитию АПК [14].

В целях популяризации и стимулирования внедрения результатов, а также формирования первоначального платежеспособного спроса на семена стала возможной 70%-ная компенсация затрат на покупку семян, которая оказывается субъектом Российской Федерации сельхозтоваропроизводителям – покупателям семян, произведенным в рамках ФНТП, в соответствии с установленным в федеральном и региональном законодательстве порядком по месту регистрации покупателя семенного материала [15]. Отдельные субъекты Российской Федерации используют собственные инструменты и механизмы поддержки использования результатов, полученных в ходе реализации ФНТП.

Анализ структуры и объемов распределения господдержки на развитие сельского хозяйства, проведенный по федеральным округам и регионам в 2021 г., показал, что 52,8% от общей суммы субсидий и межбюджетных трансфертов было предоставлено субъектам Центрального и Приволжского федеральных округов. Доля субсидий за счет средств бюджета субъекта Российской Федерации составила 12,77 и 14,64 % соответственно. Средства региональных бюджетов в субсидировании сельхозтоваропроизводителей в 2021 г. колебались от 0,84% (Чувашская Республика и Алтайский край) до 88,79% (Ямало-Ненецкий АО).

В федеральных округах объемы и доли субсидий на развитие сельского хозяйства за счет средств бюджета субъекта Российской Федерации также значительно варьируются. При среднем значении показателя, например, в Северо-Западном федеральном округе 19,83 % в Ленинградской области эта доля составляет 40%, в Карелии – 0,91 %, что обусловлено разным уровнем бюджетной обеспеченности в регионах, а также положением сельского хозяйства и АПК в целом в структуре экономики субъекта.

Распределение средств государственной поддержки в регионах осуществляется в рамках утвержденных региональных государственных программ развития АПК субъекта Российской Федерации и порядков распределения субсидий сельхозтоваропроизводителям по отраслям и проектам. Нормативно-правовая база распределения субсидий размещена на ведомственных региональных сайтах. В отдельных регионах (Смоленская, Московская, Калужская, Тверская области и др.) данная информация систематизирована по организационно-правовым формам хозяйствования, направлениям, отраслям и видам поддержки, представлены методики расчета ставок и механизм получения субсидий.

В других регионах на данных сайтах представлены неактуальные документы, что осложняет поиск. Направления господдержки недостаточно систематизированы, методики расчета ставок субсидий громоздки и сложны для практического применения. Часто высокие требования к получателям субсидий делают их получение экономически невыгодным для сельхозтоваропроизводителя. Сложен механизм получения компенсации затрат на покупку семян в размере 70 %, мало информации о сортах сельскохозяйственных культур, племенном материале и технологиях, созданных в рамках реализации ФНТП.

Решение этих проблем особенно актуально для сельхозтоваропроизводителей малых и средних форм хозяйствования, при этом требования к получателям субсидий ежегодно ужесточаются.

Выводы

1. С целью повышения эффективности реализации ФНТП считаем необходимым разработать организационно-экономический механизм планового обеспечения сельхозтоваропроизводителей семенным, племенным материалом и технологиями, полученными в рамках реализации ФНТП.

2. Для регионов с низким уровнем господдержки сельхозтоваропроизводителей, особенно МФХ, компенсация затрат на покупку семян должна быть более 70%, а также должны предлагаться субсидии на удобрения, средства защиты растений и другие ресурсы, т.е. предлагаться вместе с технологией. Это особенно актуально в условиях стремительного удорожания материально-технических ресурсов и повышения рисков в условиях санкционного давления на аграрный бизнес.

3. На региональных ведомственных сайтах необходимо представлять рекомендуемые к использованию сорта сельскохозяйственных культур, племенной материал и технологии производства, полученные в рамках реализации ФНТП, которые показали свою эффективность у сельхозтоваропроизводителей данного региона.

4. С целью стимулирования внедрения новых сортов сельскохозяйственных культур, созданных в рамках ФНТП, необходимо доработать механизм получения роялти, который пока не нашел должного применения в нашей стране, хотя за рубежом он имеет широкое распространение.

Список

использованных источников

1. Указ президента России от 21.01.2020 № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/73438425/> (дата обращения: 28.08.2022).

2. **Каракотов С.Д.** Независимость от импорта, миф или возможная реальность // Матер. заседания ТПП 4 апреля 2022 г. «Промышленность и сельское хозяйство. Как усилить взаимную поддержку?» [Электронный ресурс]. URL: <https://Заседание%>

20ТПП%204%20апреля%202022%20г/ d9dc0c4f3cde9d7a08fa185ebaaa843f.pdf» (дата обращения: 18.08.2022).

3. Кузнецова Н.А., Королькова А.П., Заводио О.В., Ильина А.В. Проблемы эффективности импортозамещения на российском агрорынке семян сельскохозяйственных культур // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2020. № 2 (81). С. 49-55.

4. Королькова А.П., Маринченко Т.Е. Государственная поддержка селекции и семеноводства // АгроФорум. 2020. № 4. С. 60-61.

5. Давыдова С.А., Горячева А.В. К вопросу о государственной поддержке развития производства комбикормов и кормовых добавок для животных // Техника и оборудование для села. 2019. № 2. С. 42-48.

6. Королькова А.П., Горячева А.В., Маринченко Т.Е. О мерах государственной поддержки селекции и семеноводства кукурузы // Техника и оборудование для села. 2019. № 10 (268). С. 43-48.

7. Указ Президента Российской Федерации от 21 июня 2016 г. № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/56663781/> (дата обращения: 08.04.2022).

8. Сопровождение о научно-техническом обеспечении развития АПК 11.10.2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kremlin.ru/events/president/news/66894> (дата обращения: 18.05.2022).

9. Медведев Ю. Ирина Донник: в ситуации с отечественными семенами нужны экстренные действия [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2022/03/29/irina-donnik-v-situacii-s-otechestvennymi-semenami-nuzhny-ekstrennye-dejstva.html> (дата обращения: 11.04.2022).

10. Постановление Правительства Российской Федерации от 13 мая 2022 г. № 872 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/404634015/?ysclid=16q51ct525795687791> (дата обращения: 08.04.2022).

11. Национальный доклад о ходе и результатах реализации в 2020 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. 161 с.

12. Национальный доклад о ходе и результатах реализации в 2021 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. 160 с.

13. Итоговый доклад о результатах деятельности Минсельхоза России за 2021 год [Электронный ресурс]. URL: <https://yandex.ru/search/?lr=21638&text> (дата обращения: 18.07.2022).

14. Фастова Е.В. О мерах государственной поддержки малых форм хозяйствования АПК [Электронный ресурс]. URL: <https://www.akkor.ru/xxxii-sezd-rossijskih-fermerov-7847.html> (дата обращения: 21.04.2022).

15. Федеральный закон от 30.12.2021 № 454-ФЗ «О семеноводстве» [Электронный ресурс]. URL: <http://actual.pravo.gov.ru/text.html#pnum=0001202112300119> (дата обращения: 21.04.2022).

State Support for Complex Scientific and Technical Projects of Subprograms of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017-2030

A.P. Korolkova, O.V. Ukhulina, V.N. Kuzmin, A.V. Goryacheva (Rosinformagrotekh)

Summary. Generalization and systematization of measures of state support for the implementation of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017-2030 (FSTP) at the federal and regional levels were carried out. A mechanism for supporting complex scientific and technical projects of subprograms is presented. Proposals have been developed to improve the mechanism of state support for the use of the results obtained as part of the implementation of the FSTP.

Keywords: state support, federal scientific and technical program, complex scientific and technical project, potatoes, sugar beet, seeds, meat chicken cross.

Вниманию читателей!

Условия подписки на журнал «Техника и оборудование для села» на 2022 год

Подписку можно оформить в почтовых отделениях связи Российской Федерации (индекс в Объединенном каталоге «Пресса России» – 42285) или непосредственно через редакцию на льготных условиях.

Стоимость подписки через редакцию

Стоимость	На один месяц	На полугодие	На год
По Российской Федерации, включая НДС (10%), руб.	880	5280	10560

Подписку можно оформить с любого месяца на любой период текущего года, перечислив деньги на наш расчетный счет.

Банковские реквизиты:

УФК по Московской области
(Отдел № 28 Управления Федерального казначейства по МО)
ФГБНУ «Росинформагротех» л/с 20486Х71280)
Банк плательщика: ГУ БАНКА РОССИИ ПО ЦФО// УФК
по Московской области, г. Москва
Единый казначейский счет 40102810845370000004
Казначейский счет 03214643000000014800
БИК банка 004525987

Адрес редакции: 141261, Московская обл., р.п. Правдинский, ул. Лесная, 60, ФГБНУ «Росинформагротех»

Справки по телефону (495) 993-44-04
E-mail: fgnu@rosinformagrotech.ru

УДК 631.3.004.15:006.354

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-10-45-48

Методологические аспекты экономической оценки технологий растениеводства

С.А. Свиридова,
зав. лабораторией,
науч. сотр.,
S1161803@yandex.ru

Д.А. Петухов,
канд. техн. наук,
зав. лабораторией,
dmitripet@mail.ru

Е.Е. Подольская,
зав. лабораторией,
gost304@yandex.ru

В.Е. Таркинский,
д-р техн. наук,
зам. директора по науч. работе,
tarkivskiy@yandex.ru
(Новокубанский филиал
ФГБНУ «Росинформагротех»
[КубНИИТиМ])

Аннотация. Рассмотрен спектр дополнительных затрат для реализации технологий координатного земледелия и обоснована необходимость их включения в себестоимость производимой сельскохозяйственной продукции. Приведена уточненная формула определения себестоимости продукции, которая найдет отражение в разрабатываемом проекте межгосударственного стандарта на методы экономической оценки машинных технологий растениеводства.

Ключевые слова: технология, координатное, земледелие, экономическая, оценка, себестоимость, межгосударственный, стандарт.

Постановка проблемы

С внедрением достижений научно-технического прогресса во все сферы производственной деятельности совершенствуются и технологии, применяемые в сельскохозяйственном производстве, в том числе в растениеводстве при возделывании сельскохозяйственных культур. Одним из наиболее перспективных направлений повышения эффективности производства продукции растениеводства является внедрение технологий координатного земледелия, применение которых позволяет экономить используемые ресурсы (семена, удобрения, средства защиты растений, топливо) [1]. При сравнительной экономической оценке технологий координатного земледелия необходимо учитывать дополнительные затраты на каждую из них, а также многочисленные факторы

и обстоятельства, которые в итоге обеспечивают экономический эффект [2].

Ранее действовавшие нормативные документы (ГОСТ 23730, ОСТ 10 2.11, ГОСТ 53056 [3-5]), регламентирующие методы экономической оценки технологий растениеводства при их испытании, в структуре себестоимости сельскохозяйственной продукции не учитывали дополнительные затраты, необходимые для внедрения и дальнейшего обслуживания технологий координатного земледелия, т.е. не могли применяться для их экономической оценки. В 2022 г. специалисты Новокубанского филиала ФГБНУ «Росинформагротех» в рамках бюджетной тематики приступили к разработке проекта межгосударственного стандарта на методы экономической оценки машинных технологий растениеводства. Актуальным вопросом является анализ и систематизация дополнительных затрат при применении технологий координатного земледелия с целью их учета в себестоимости производимой сельскохозяйственной продукции и отражения предлагаемых изменений в разрабатываемом проекте межгосударственного стандарта.

Цель исследования – обосновать необходимость включения в структуру себестоимости сельскохозяйственной продукции растениеводства дополнительных затрат, связанных с применением технологий координатного земледелия.

Материалы и методы исследования

Для обоснования структуры себестоимости сельскохозяйственной продукции растениеводства проводился анализ различных технологий координатного земледелия и выявлялись дополнительные затраты, необходимые для их внедрения и применения, с выделением одноразовых и ежегодных затрат. На основе проведенного анализа предложена откорректированная формула себестоимости сельскохозяйственной продукции с учетом ежегодных дополнительных затрат для включения в проект межгосударственного стандарта на методы экономической оценки машинных технологий растениеводства при их испытании.

Результаты исследований и обсуждение

Анализируя экономическую эффективность применения отдельных технологий координатного земледелия, сопоставляют затраты на покупку техники, специализированного оборудования и другие производственные издержки с уровнем снижения затрат или прибавкой

урожайности по сравнению с традиционными технологиями. При этом достаточно проблематично учесть затраты, связанные с повышением квалификации руководителей и работников, а также освоением новых специальных знаний на начальных этапах работы с новой техникой и современными технологиями [6].

Установлено, что на начальном этапе большие производственные расходы могут возникать из-за отбора проб в выбранной системе координат, накопления материалов, необходимых для распознавания и выявления сорняков в поле, и др. Кроме того, неизбежны дополнительные затраты в виде амортизационных отчислений на оборудование [7] и существенных расходов на информационные услуги по приему, обработке и передаче данных от оборудования на персональный компьютер, составлению электронных

карт, доступу к системе мониторинга и спутниковому контролю, дифференциальным подпискам, организации каналов связи GPRS, облачным сервисам и др. К информационным также следует отнести затраты на приобретение данных, плату за консультации, управление данными, лабораторные тесты почвы, составление карт-заданий, абонентскую плату и т.д. [8].

Обобщенные данные по дополнительным затратам, необходимым для внедрения отдельных технологий координатного земледелия, приведены в таблице.

В качестве примера можно привести дополнительные затраты на следующие информационные услуги:

● абонентская плата за ежемесячный доступ к системе спутникового мониторинга сельскохозяйственной техники в программе «СКАУТ-Студио» (рис. 1);

Дополнительные затраты при внедрении технологий координатного земледелия

Технология координатного земледелия	Дополнительные затраты	
	одноразовые	ежегодные
Параллельное и автоматическое вождение сельскохозяйственных агрегатов	Дисплеи, навигационные контроллеры, автоматические системы управления, радиомодемы, базовые станции, программное обеспечение (ПО), лицензии, исполнительные карты, монтаж оборудования, первичное обучение персонала	Дифференциальные подписки, периодическое обучение персонала (повышение квалификации)
Дистанционное зондирование Земли	Беспилотные летательные аппараты, навигационные приемники, электронные карты полей, программное обеспечение, первичное обучение персонала	Спутниковая фотосъемка, карты вегетационного индекса, абонентская плата за использование ПО, периодическое обучение персонала (повышение квалификации)
Спутниковый мониторинг сельскохозяйственной техники	Системы ГЛОНАСС/GPS-слежения, датчики уровня топлива, программное обеспечение, монтаж оборудования, первичное обучение персонала	Абонентская плата за использование ПО, периодическое обучение персонала (повышение квалификации)
Дифференцированная обработка почвы	Датчики для определения состава почвы, рабочие органы, монтаж оборудования, первичное обучение персонала	Почвенные карты, карты-задания, периодическое обучение персонала (повышение квалификации)
Дифференцированный посев	Сеялки для дифференцированного посева, датчики характеристик почвы, системы DGPS/RTK, программное обеспечение, первичное обучение персонала	Почвенные карты изменения глубины и плотности, карты урожайности, аэрофотоснимки, почвенный анализ, абонентская плата за использование ПО, периодическое обучение персонала (повышение квалификации)
Дифференцированное внесение удобрений	Системы дифференцированного внесения удобрений, NDVI-сенсоры, геоинформационные системы, механизированные пробоотборники, монтаж оборудования, первичное обучение персонала	Аэрофотоснимки, карты урожайности, агрохимическое исследование образцов почвы в аккредитованной лаборатории, карты NDVI, карты внутриполевой неоднородности, карты-задания, абонентская плата за использование ПО, периодическое обучение персонала (повышение квалификации)
Дифференцированное опрыскивание	Дифференцированные системы опрыскивания, комплексные инжекторные распылители, автономные системы отбраковки сорняков, монтаж оборудования, первичное обучение персонала	Почвенные карты, карты сорняков, карты-задания, периодическое обучение персонала (повышение квалификации)
Логистика уборки урожая	Системы управления транспортными средствами, новые системы транспортных средств, программное обеспечение для составления временного графика уборки урожая, первичное обучение персонала	Карты урожайности, абонентская плата за использование ПО, периодическое обучение персонала (повышение квалификации)
Управление агробизнесом	Программное обеспечение, первичное обучение персонала	Абонентская плата за использование ПО, периодическое обучение персонала (повышение квалификации)

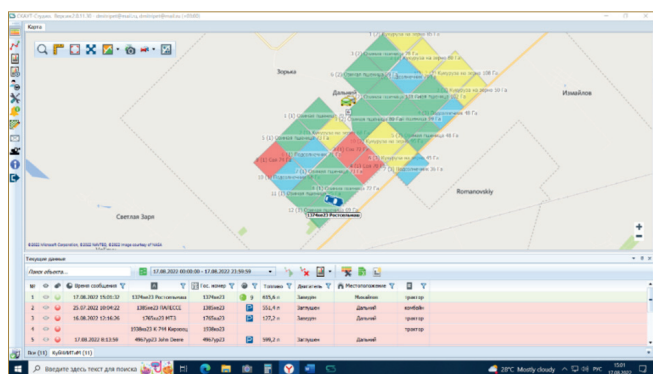


Рис. 1. Пример работы программы «СКАУТ-Студия»

- лицензия на предоставление права использования программы для ведения электронной книги истории полей севооборотов «Дневник Агронома» (рис. 2);
- лицензия на использование пакета Farmer Fit для обработки данных с системы картирования урожайности и создания электронных карт в программном обеспечении «Trimble Ag Software» (рис. 3);
- дифференциальная подписка Rainge Point RTX (точность 15 см) для автоматического вождения машинно-тракторных агрегатов и др.

Таким образом, оценивая и сравнивая машинные технологии для растениеводства с элементами координатного земледелия, следует учитывать все категории дополнительных затрат, а при расчете себестоимости сельскохозяйственной продукции необходимо учитывать затраты денежных средств (эксплуатационные расходы) на информационные услуги, так как они будут существенными.

Рассмотрим подробнее технологии автоматического вождения агрегата дифференцированного внесения удобрений. Для внедрения данных технологий координатного земледелия на начальном этапе потребуются первоначальные дополнительные затраты (капитальные вложения) на приобретение следующей техники и оборудования:

- разбрасыватель, оборудованный системой для дифференцированного внесения удобрений;
- дисплей;
- навигационный контроллер;
- радиомодем;
- гидравлическая платформа;
- лицензия от базовой до высокой точности;
- лицензия от высокой точности до RTK;
- базовая станция RTK со встроенным модемом;
- монтаж оборудования;
- специализированное программное обеспечение и обучение персонала.

Кроме того, потребуются ежегодные дополнительные затраты на проведение следующих работ:

- агрохимические исследования образцов почвы в аккредитованной лаборатории, отбор которых осуществляется автоматическим пробоотборником;
- спутниковая фотосъемка;

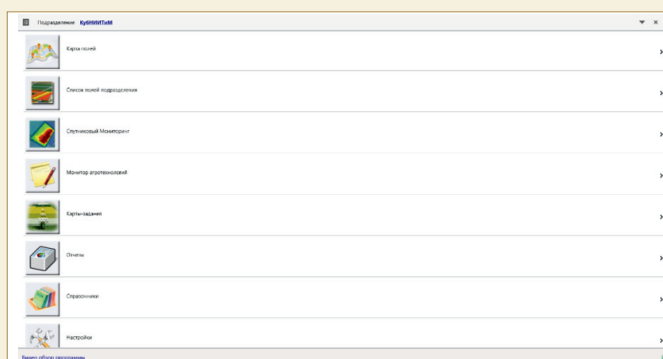


Рис. 2. Пример работы пакета Farmer Fit

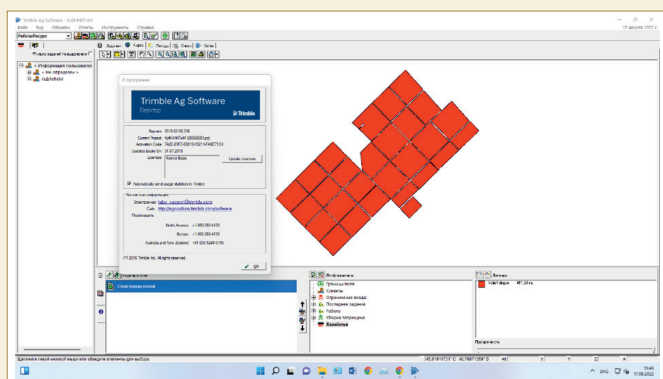


Рис. 3. Дифференциальная подписка Rainge Point RTX

- составление карт-заданий на дифференцированное внесение удобрений или средств защиты растений от вредителей и болезней;
- абонентская плата за использование ПО;
- обучение и повышение квалификации персонала.

Для объективной экономической оценки современных технологий координатного земледелия предлагаем все ежегодные затраты на их обеспечение назвать «информационными затратами» и включить в себестоимость производимой продукции. Таким образом, в разрабатываемом проекте межгосударственного стандарта на методы экономической оценки машинных технологий растениеводства формула для определения себестоимости сельскохозяйственной продукции S_{cx} НДЕ/т, примет следующий вид:

$$S_{cx} = \frac{\sum_{i=1}^{n_p} Z_{сов_i} F_i^r + (Z_{сем} + Z_{уд} + Z_{з.р} + Z_{тр} + Z_{инф}) F_{тех}}{M_{cx}}, \quad (1)$$

где $Z_{сов_i}$ – совокупные затраты денежных средств на единицу i -й работы, НДЕ/га;

F_i^r – годовой объем i -й работы в машинной технологии, га;

$Z_{сем}$, $Z_{уд}$, $Z_{з.р}$ – затраты средств на закупку семян, удобрений, средств защиты растений соответственно, НДЕ/га;

$Z_{тр}$ – затраты денежных средств на транспортных операциях, НДЕ/га;

$Z_{инф}$ – затраты на информационные услуги в технологии координатного земледелия, НДЕ/га;

$F_{\text{тех}}$ – площадь посева, занятая под сельхозкультурой, га;

$M_{\text{сх}}$ – масса сельскохозяйственной продукции, полученной с применением новой машинной технологии, т;

n_p – число видов работ, выполняемых по технологии в течение года.

Одноразовые затраты (капитальные вложения) на приобретение дополнительной техники и оборудования, необходимых для внедрения технологии координатного земледелия, следует включать в совокупные затраты денежных средств, определяемые в соответствии с действующим межгосударственным стандартом ГОСТ 34393 [9].

Выводы

1. Анализ и систематизация дополнительных затрат при применении технологий координатного земледелия с целью их учета в себестоимости производимой сельскохозяйственной продукции являются актуальными при экономической оценке современных технологий для растениеводства.

2. В результате проведенного анализа различных технологий координатного земледелия с точки зрения дополнительных затрат на их внедрение и применение с выделением одноразовых и ежегодных затрат откорректирована и предложена формула себестоимости сельскохозяйственной продукции, включающая в себя ежегодные дополнительные затраты.

3. При оценке машинных технологий для растениеводства с элементами координатного земледелия должны учитываться все категории дополнительных затрат, а при расчете себестоимости сельскохозяйственной продукции – затраты денежных средств (эксплуатационные расходы) на информационные услуги.

4. Включение в себестоимость сельскохозяйственной продукции как одноразовых, так и ежегодных затрат по технологиям координатного земледелия позволит

повысить объективность их экономической оценки и последующую точность определения экономической эффективности.

5. Данные результаты исследования найдут отражение в проекте межгосударственного стандарта на методы экономической оценки машинных технологий растениеводства, разрабатываемом Новокубанским филиалом ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ).

Список литературных источников

1. **Белавецкая Т.М.** Технологии точного земледелия, их перспективы и возможности использования на мелиорированных землях: научно-технический обзор. М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2009. 110 с.
2. Точное земледелие: учеб. пособ. / Е.В. Труфляк. Краснодар: КубГАУ, 2020. 164 с.
3. ГОСТ 23730-88 Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки универсальных машин и технологических комплексов. / Госкомитет СССР по стандартизации. М.: Изд-во стандартов. 1988. 16 с.
4. ОСТ 10 2.11-2000 Машинные технологии производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. Методы экономической оценки. Новокубанск.
5. ГОСТ Р 53056-2008 Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. М.: Стандартинформ, 2009. 24 с.
6. Основные элементы системы точного земледелия / Е.В. Труфляк. Краснодар: КубГАУ, 2016. 39 с.
7. **Лагун А.А., Шилова И.Н.** Предпосылки и экономическая эффективность внедрения системы точного земледелия в сельскохозяйственных предприятиях Вологодской области // Вестник Воронежского ГАУ. 2018. № 2 (57). С. 217-226.
8. **Коробова М.А.** Методические подходы к оценке экономической эффективности технологий координатного земледелия // Вестник Мордовского университета. 2005. Т. 15. № 1-2. С. 41-47.
9. ГОСТ 34393-2018 Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. М.: Стандартинформ, 2018. 15 с.



Methodological Aspects of the Economic Assessment of Crop Technologies

**S.A. Sviridova, D.A. Petukhov,
E.E. Podolskaya, V.E. Tarkivskiy**
(KubNIITiM)

Summary. The range of additional costs for the implementation of coordinate farming technologies is considered and the need for their inclusion in the cost of agricultural products is substantiated. A refined formula for determining the cost of production is given, which will be reflected in the draft interstate standard being developed for methods of economic evaluation of machine technologies for crop production.

Keywords: technology, coordinate, farming, economic, evaluation, prime cost, interstate, standard.