

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;
Завражнов 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,
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,
чл.-корр. 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;
Zavrazhnov 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,
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,
corresponding member
of the Russian Academy of Sciences;

Отдел рекламы

Горбенко И.В.

Верстка

Речкина Т.П.

Художник Жуков П.В.

ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА

MACHINERY AND EQUIPMENT FOR RURAL AREA

В НОМЕРЕ

Техническая политика в АПК

Черноиванов В.И., Толоконников Г.К. Биомашсистемы: исторический аспект ... 2

Технико-технологическое оснащение АПК: проблемы и решения

Юрина Т.А., Белик М.А., Труфляк Е.В., Бабенко С.Б., Лесняк А.А. Интегри-
рованная система защиты сельскохозяйственных культур Краснодарского края.... 8

Инновационные технологии и оборудование

Алдошин Н.В., Васильев А.С. Обоснование механизированной технологии ввода
залежных земель в оборот под семенники многолетних трав 12

Загоруйко М.Г., Башмаков И.А., Рыбалкин Д.А. Исследование взаимодействия
движителей дождевальных установок с опорной средой 17

Петрухина Д.И., Шишко В.И., Тхорик О.В., Харламов В.А., Горбатов С.А.
Применение низкотемпературной плазмы для обработки семян ячменя 21

Скорляков В.И., Ревенко В.Ю. Особенности воздействия на почву зерноубо-
рочных комбайнов 25

Пахомов А.И. Метод резонансно-низкочастотного обеззараживания зерна:
биофизическое обоснование и инновационные преимущества 30

Агротехсервис

Северюгина Н.С., Апатенко А.С., Голубев И.Г. Повышение ресурсных возмож-
ностей технологических машин на мелиоративных работах 35

Фадеев И.В., Успенский И.А., Ушанев А.И., Степанова Е.И., Воронов В.П.
Повышение эффективности технологии нанесения противокоррозионного состава
при постановке сельскохозяйственных машин на хранение 39

Аграрная экономика

Чернышева К.В., Королькова А.П., Карпузова Н.В., Афанасьева С.И. Ис-
пользование информационно-аналитических систем в экономике и менеджменте
АПК 43

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:

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки);

05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве (технические науки);

05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки);

08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности) (экономические науки).

Редакция журнала:

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

© «Техника и оборудование для села», 2022

Отпечатано в ФГБНУ «Росинформгротех»

Подписано в печать 21.01.2022 Заказ 8



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

Биомашсистемы: исторический аспект

В.И. Черноиванов,

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

Г.К. Толоконников,

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

Аннотация. Проведен исторический анализ системных вопросов, который показал, что биомашсистемы привели к возникновению эргатических систем. Имеющиеся подходы к растению как системе не учитывают системообразующих факторов. Ставится задача разработки функциональных и биомашсистем, в первую очередь, для высших культурных растений. Приведена современная, диктуемая теорией биомашсистем схема конструирования сельхозмашин.

Ключевые слова: системный подход, биомашсистема, функциональная система, растениеводство, сельскохозяйственная машина.

Постановка проблемы

Исторически сложилось, что теория биомашсистем [1] появилась намного позднее теории эргатических систем, насчитывающей почти 100 лет, если за начало этой теории принять ее реальное рождение в 1920-е годы в СССР [2-4]. Как показывает анализ, объективно существующие биомашсистемы появились и использовались в производстве раньше эргатических систем, отсюда следует важнейший вывод о необходимости в теории эргатических систем учитывать закономерности биомашсистем. Становится понятным, почему имеющиеся попытки перейти от эргатических систем к системам «человек-машина-животное» [5] оказались малоперспективными.

Еще одной важной особенностью в данном аспекте является факт того, что не построена теория

функциональных систем для растений, в отличие от огромной области системной науки, относящейся к теории функциональных систем П.К. Анохина – К.В. Судакова для животных и человека [6, 7]. С исторической точки зрения животные не могли появиться раньше растений, поскольку дыхание и питание животных невозможно без жизнедеятельности растений, обеспечивающих их питанием и кислородом. Теория функциональных систем для растений как основы всего живого в связи с этим, безусловно, даст важные следствия и для функциональных систем животных.

Теория функциональных систем, основанная на изучении физиологии животных, их нервной системы и мозга, находит применение в биомашсистемах, её идеи, в особенности относящиеся к фундаментальному понятию системообразующего фактора, применяются далеко за пределами физиологии животных и человека. Уже сам П.К. Анохин в последние годы жизни [7] выдвинул проблематику построения общей теории функциональных систем для системного подхода к социальным институтам, производству, культуре, искусству.

Важность этих вопросов очевидна для растениеводства, даже свойства диких растений являются предметом изучения сельскохозяйственной науки, находят применения для выведения новых сортов культурных растений, улучшения качества и продуктивности растений, возделываемых человеком.

Цель исследований – провести исторический анализ и установить порядок возникновения систем, рассмотрев имеющиеся, обосновать необходимость использования законов теории биомашсистем для других типов систем, в частности, для эргатических.

Материалы и методы исследования

Анализ подходов к рассмотрению растения как системы, уровень полноты используемого понятия системы в этих подходах с учетом наличия или отсутствия основных системных атрибутов, таких как системообразующий фактор, используются для исследования развития системного подхода в историческом аспекте. Методологической основой исследования являются теория биомашсистем, системный анализ, в том числе специфичный для АПК.

Результаты исследований и обсуждение

Подходы в рассмотрении растения как системы

Выдающиеся достижения в теории функциональных систем привели к полномасштабному пересмотру традиционного органного подхода и построению физиологии человека и животных на основе функциональных систем [6, 7]. Однако для таких живых организмов, как растения, аналогичное построение физиологии не проводилось, так как многие системные механизмы растений изучены недостаточно, а существующие изученные механизмы не всегда естественным образом укладываются в идеологию теории функциональных систем.

Категорные системы [8] охватывают функциональные системы как частные случаи, описывают другие известные системы, а также дают примеры возможных других систем, в частности, модели систем, которые соответствуют растениям как целостным организмам. Рассматривая отдельные клетки растения как системы, само растение представляется как система с подсистемами в виде отдельных клеток. Однако системная иерархия растения намного сложнее, например, содержит

ткани (образовательные, покровные, проводящие, механические и др.) и, как доказано в работе [9], гистионы, т.е. выделенные подсистемы клеток, сформированные по законам теории разделения труда [9].

В категорной теории систем система будущих подсистем формируется с помощью операции свёртки, имеющей строгое математическое определение, в то время как в обычных изложениях авторы используют интуитивные представления о понятии системы, рассуждают о сборке системы из подсистем в интуитивных терминах. В частности, понимая, что многоклеточный организм не может обойтись без упорядоченного взаимодействия его частей, говорят об интеграции органов растения, согласованности их деятельности [10]. Носителями координации и интеграции являются гормоны (ауксины, гиббереллины, пептиды и др.) и биоэлектрические сигналы (потенциалы действия и покоя, переменные потенциалы) [11].

В категорной теории систем эти гормоны и биоэлектросигналы моделируются склейками (для электрических сигналов они моделируются направленными связями, подобно моделям нейронов в нейронных сетях, моделируемых сверточными поликатегориями [12]). Интуитивное понятие организма довольно расплывчато, поэтому в работе [13] растения, хотя и объявлены «многоклеточными эукариотическими системами», не считаются организмами.

Потенциалы действия (ПД) в растениях были открыты Бозе в начале XX в. на мимозе и интенсивно изучаются в наше время [14]. Бозе пришел к выводу, что растения обладают электромеханическим пульсом, нервной системой, формой интеллекта и способны запоминать и учиться, что до сих пор остается спорным, но поддерживается в рамках нейробиологии растений [15].

Многие воздействия окружающей среды (гусеницы, поедающие листья, огонь и т.д.) требуют от растений быстрой реакции, поэтому, в первую очередь, координация и интеграция должны проявляться в наличии бы-

стрых сигналов у растений, т.е. ПД. Это фундаментальный вопрос, так как медленные одиночные ПД не могут передавать информацию о характере воздействия, который обеспечивается у животных пачками спайков.

Как и у животных, ПД образуются за счет потоков ионов по ионным каналам (в плазмалемме), различия есть, вопрос изучается. В работе [11] наличие какого-либо центра обработки информации в растении не предполагается, и ПД, распространяясь по растению, сами являются частью его реакции на стимул, осуществляют «перенос стресса», который вызывает реакцию других частей растения. Согласно источнику [11], роль распространяющегося ПД сводится к координации различных типов ответов на доступные в растении раздражители.

В цитируемых статьях не учитывается главный системный атрибут теории функциональных и биомасс-систем, категорной теории систем, именно наличие системообразующего фактора как полезного для организма результата. Не обсуждается, где в растении формируется и хранится информация о необходимом ему результате, когда осуществляется реакция на раздражитель. Действия растения не обсуждаются, если не произошла существенная для них реакция, приводящая к тому результату, который нужен растению. Тот же недостаток имеется в статье [21], тем не менее, здесь был сделан шаг к рассмотрению растения как системы, обязательно имеющей рецепторы, эфферентные и афферентные пути возбуждения, центральные регуляторные элементы, эффекторы и элементы обратной связи между рецепторами и эффекторами.

Существует гипотеза о наличии в растении нескольких относительно автономных подсистем в виде фитомеров: «В процессе зарождения и развития фитомерных элементов (узел, междоузлие, лист, почка, корень) элементы системы управления формируются в виде рецепторов, путей проведения возбуждения, центральных регуляторных элементов, исполнительных элементов и

элементов обратной связи между рецепторами и эффекторами» [10]. Предлагается рассматривать клетки склеренхимы как центральные регуляторные элементы, наделенные аналогичной функцией в дополнение к традиционным механическим свойствам.

В недавно сформировавшейся науке – нейробиологии растений [2, 3] изучение функций электрических сигналов на больших расстояниях в масштабе растений и их роли в регуляции ответов растений, роли гомологичных молекул растений, таких как нейротрансмиттеры в нервной системе животных, определяется как основная проблематика. В конечном итоге задача состоит в том, чтобы понять, как растения получают и интегрируют информацию, чтобы координировать реакции, которые влияют на все растение в целом как на систему. Такие задачи представляют прямой интерес для растениеводства.

У растений среди метаболических нейромедиаторов имеются ацетилхолин, катехоламины, гистамины, серотонин, дофамин, мелатонин, ГАМК (γ-аминомасляная кислота) и глутамат, которые в нервной системе животных играют роль в восприятии, движении, зрении, обработке информации. В задачи нейробиологии растений входит выяснение метаболической или сигнальной роли этих соединений [17]. Более того, у растений были обнаружены гены, аналогичные генам рецепторов глутамата в нервной системе животных, например у арабидопсиса таких генов 20 [18].

Ауксин, играющий важную роль в метаболизме растений, транспортируется от клетки к клетке и имеет характеристики, напоминающие нейротрансмиттеры, в частности, есть сходство между высвобождением ауксина и нейромедиатора из нейрональных клеток [19]. Известно, что ауксин вызывает быстрые электрические реакции при внеклеточном применении, роль ауксина может быть рассмотрена в новом свете с точки зрения нейробиологии растений. Одна из гипотез состоит в том, что молекулы ауксина, секретлируемые через везикулы, обогащенные ауксином,

вызывают электрические ответы в соседних клетках в течение нескольких секунд. Эта электрическая активность напоминает сигнальные молекулы с нейроподобными свойствами. Идеи Бозе об интеллекте растений были развиты вплоть до приписывания сознания растениям [20].

Важным современным направлением моделирования растений как систем являются их представления с помощью сетей [27-31]. Сами системы часто описываются в виде сетей, например, в работе [21] система называется, со ссылкой на Л. Берталанфи, связным графом (набор вершин и пар вершин, где пара вершин называется ребром): «... система представлена как набор узлов, которые соединены ребрами, указывающими на отношения или взаимодействия между этими элементами. По определению, все узлы этих сетей должны быть связаны хотя бы с одним другим узлом хотя бы одним ребром, чтобы системы представляли ... единое целое. Способ, которым ребра соединяют узлы в данной сети, называется сетевой топологией. ... Как показал фон Берталланфи в своей общей теории систем, все системы связаны с сетями». Подход Л. Берталанфи к концепции системы является интуитивно понятным и на том же интуитивном уровне подвергся исчерпывающей критике со стороны П.К. Анохина [7], который не позволяет называть системами те системные образования в биологии, о которых говорит Л. Берталанфи.

Обычно считается, что приведенное определение также описывает искусственные нейронные сети, которые на самом деле не являются указанными выше графами и для которых модель без неточностей инженерного уровня строгости была найдена в работе [12] в виде свёрточной поликатегории со свертками типа короны.

Все это показывает, что для растений теория функциональных систем не построена, а имеющиеся в современной, весьма обширной литературе обсуждения растений как систем не используют подходы, опирающиеся на основополагающий для систем системообразующий фактор, что оставляет ситуацию с точки зрения

теории систем на уровне полувековой давности. Таким образом, столь актуальная для растениеводства проблематика требует всестороннего развития также с точки зрения теории биомашсистем.

Возникновение биомашсистем: исторический аспект

Существует множество формулировок понятия системы, но рассматриваться будут только те определения, которые в достаточной степени формализованы или могут быть формализованы. Детальный анализ многих различных строгих определений системы проведён в работе П.К. Анохина [7], обзор математических теорий систем дан в работах В.М. Матросова [22] и [23], более современный обзор – в работе [24].

Все перечисленные подходы к системам подразумевают наличие некоторых объектов, которые могут взаимодействовать друг с другом, а при гипотетическом «выключении» взаимодействия (известный приём у физиков), например при достаточном удалении объектов друг от друга (проигнорируем пока случай спутанных квантовых состояний), они движутся неупорядоченно или хаотично. Блестящим примером является подход Бейдера к молекулам в его книге «Атомы в молекулах» [25]. Выключая взаимодействие, физики не «выключают» законы Ньютона в случае классической механики (или уравнение Шредингера в случае квантовой механики и т.д.), поэтому хаос получается не абсолютный.

Предположим, что указанные объекты оказываются частями некоторой системы, что вполне определенно понимается в каждом из упомянутых подходов к понятию системы. Возникает вопрос, каков механизм собирания в систему этих объектов, что заставляет объекты двигаться в рамках системы не хаотично, а в том порядке, который им навязывает система, приобретая смысл основания перехода от хаоса к порядку. Другими словами, вопрос представляется осмысленным в общем и в интуитивном случаях.

Удивительно, что столь очевидный и столь фундаментальный вопрос

основатели разнообразных подходов даже не ставили, не говоря уже о попытках дать на него ответ. Данный вопрос отчетливо поставлен П.К. Анохиным, и в рамках предложенного ответа им дана исчерпывающая критика всех подходов к понятию системы, не отвечающих на данный вопрос.

Механизм собирания системы из частей был назван П.К. Анохиным системообразующим фактором. Для физиологических систем таким фактором является потребный организму в данное время результат, обычно связанный с имеющейся у организма потребностью. П.К. Анохин приписал в качестве постулата для системы иметь системообразующий фактор, а те системные образования, в которых не имеется системообразующего фактора, он предложил [7] вообще не называть системами. Сюда попадают, например, все динамические системы из математической теории систем. Однако П.К. Анохин оказался неправ, он просто не нашел системообразующий фактор, отвечающий динамическим системам, а в работе [26] этот фактор указан, что сохранило тем самым статус системы за ними.

С интуитивной точки зрения существуют разнообразные типы систем (физические, химические, биологические, физиологические, социальные и др.), но до работ по категорным системам [8] точного определения подобного рода типов систем не имелось. На интуитивном уровне физические, химические, биологические и другие системы отвечают теориям и постулируемым в них законам (законы физики, химии, биологии и т.п.). В результате (см., например, работу [24]) теория систем становится наукой наук, что в наше время является, судя по работе [24], общепризнанным.

На данном этапе под системой будем неформально понимать совокупность некоторых объектов, собранных системообразующим фактором в целое, в рамках которого они движутся и изменяются во времени не хаотично, а в определенном порядке, отвечающем данной системе. Такую систему будем называть общей (неформально общей) системой. Другими словами, если для набора объектов имеется си-

стемообразующий фактор, то, приводя его в действие, получаем систему, называемую общей системой.

Теория динамических систем возникла с появлением законов Ньютона для материальных точек. Возникло такое понятие, как система материальных точек, которые движутся по вполне определённым траекториям, образуя динамическую систему. Материальная точка классической механики – геометрическая точка евклидова пространства, наделённая параметрами (масса, заряд и т.д.).

Физическая теория [27], помимо переменных и параметров, должна содержать рецепты измерения переменных, в нашем случае – координат материальных точек и их скоростей. Итак, имеем набор материальных точек с возможностью измерения их координат и скоростей. Однако пока физической теории нет, нужно постулировать уравнения движения и для зарядов дать выражения для потенциала, производные которого по координатам дают силы. Воспользуемся известными результатами, состоящими в том, что уравнения движения возникают из принципа наименьшего действия, а система задается лагранжианом.

Принцип наименьшего действия лежит в основе квантовой механики, квантовой электродинамики и квантовой теории поля. Собственно, все физические теории удовлетворяют этому принципу. В работе [26] предложено этот принцип считать системообразующим фактором для физической системы. Это означает также, что физические теории выделяются из других теорий на основе определения физических систем, которые определяются как общие системы, удовлетворяющие принципу наименьшего действия как системообразующему фактору.

Итак, без системообразующего фактора имеем набор материальных точек, движение которых абсолютно хаотично, поскольку оно не удовлетворяет уравнениям движения из-за отсутствия принципа наименьшего действия. Для получения из системы материальных точек отдельных хаотически движущихся точек-объектов

необходимо не только обычным образом «выключить» взаимодействие, положив потенциал U в лагранжиане $L=T-U$ равным нулю, а еще выключить (отменить) сам принцип наименьшего действия, как требование минимальности интеграла действия от лагранжиана.

Перевести хаос подобных частиц к упорядоченному движению по законам Ньютона можно, включив требование минимальности действия. С точки зрения теории систем, при отбрасывании принципа наименьшего действия исключаем из понятия физической системы набор материальных точек. Определив для набора этих материальных точек какой-либо другой системообразующий фактор, получим не классическую физическую систему материальных точек, а систему материальных точек другого типа. Примером этого служит отказ от действия, описанного для классической механики, и его замена на действие, выписанное для квантовой механики. В результате получим квантовую физическую систему материальных точек.

Разобравшись с системообразующим фактором физических систем, становится понятным, почему не возникал вопрос для физических систем о существовании системообразующего фактора – не возникали причины отменять физические законы для рассмотрения динамических систем. П.К. Анохин не вскрыл системообразующего фактора для динамических систем и поэтому не считал их системами, что оказалось ошибочным.

Рассмотрим растение в дикой природе. Биологи сходятся на том, что «цель», к которой стремится растение, – «выжить, размножиться (дать потомство) и улучшить свое состояние», в системной терминологии подобная цель является системообразующим фактором растения как системы. Установив системообразующий фактор для растения (имеющего много частей, в конечном счете, биомолекул, из которых состоит растение), можно его рассматривать как общую систему.

Здесь возникает фундаментальный вопрос. Для физических систем

имеется точно заданный лагранжиан, из которого варьированием интеграла действия получаются уравнения движения, решая которые, получают описание динамики системы, что означает возможность предсказания ее поведения. Возможно ли проведение аналогичной процедуры для растения?

Для этого, в первую очередь, следует формализовать сам системообразующий фактор. Важнейшую роль для растения и предсказания динамики его развития играет геном и свойства биомолекул. На путь подобного строго математического прогнозирования свойств растений вступила новая математическая наука, названная алгебраической биологией, порожденная матричной генетикой С.В. Петухова [28]. Алгебраические методы категорной теории систем, интегрированные с методами матричной генетики, в настоящее время представляют собой строго математический инструментарий алгебраической биологии. К сожалению, программа разворачивания математическими методами системообразующего фактора таких систем, как растения (и животные), вплоть до прогнозирования свойств отдельных особей находится на начальном этапе. Тем не менее имеется огромный фактический материал проявления свойств генома в виде математически формулируемых свойств организмов (числа Фибоначчи и филотаксис и т.п., см. работу [28] и последние работы по алгебраической биологии).

Итак, примерами общих систем, которые не удастся описать строго математически, так же, как системы материальных точек, являются дикое растение, дикое животное. Сюда же следует приписать с тем же системообразующим фактором и раннего *homo sapiens*, в период, когда численность вида была небольшой и ареал существования отвечал комфортной среде (теплый климат, наличие пищи и т.п.).

Для описания возникновения систем, связанных с человеком, важен исторический аспект. Как известно, ухудшение среды потребовало от человека одомашнить растения, растение из дикого было превращено

человеком в домашнее (продуктивное), т.е. был изменен системообразующий фактор растения, возникла система «человек – растение». Аналогично можно сказать про систему «человек – животное».

В общих чертах следует говорить про систему «человек-живое», сделав тот же шаг, что и в теории биомашсистем. У этой системы системообразующим фактором остаётся, очевидно, системообразующий фактор для человека как системы. Далее ручная работа с продуктивным растением оказывается недостаточной, появляются первые инструменты (приспособления, машины), для растений это мотыга. Расчет мотыги как сельскохозяйственной машины был проведён В.П. Горячкиным в разработанной им земледельческой механике. Триада «человек – машина – живое» легла в основу теории биомашсистем. При этом блок «человек» становится шире [29], чем просто использующий мотыгу работник как оператор машины. Сама мотыга восприняла некоторый интеллект человека-конструктора, который входит в блок «человек» биомашсистемы.

Следующим шагом является возникновение машин «группы А», производящих средства производства, как говорят в экономике, например топора, который применяется для изготовления мотыги. Таким образом, помимо сельскохозяйственной машины (в примере – мотыги) возникают машины с другим назначением, чем «влиять на живое» в процессе труда. Возникают эргатические системы «человек – машина», теория которых в настоящее время детально разработана. Тем не менее, следует отметить, что в традиционной теории эргатических систем, как правило, упускают системный вопрос назначения «машины», что сильно влияет на теоретические и практические вопросы эргатических систем.

Итак, из двух общих систем «дикое живое» и «человек» возникает система «человек – продуктивное живое», далее возникает биомашсистема «человек – продуктивное живое – сельхозмашина» и земледельческая механика В.П. Горячкина. Далее воз-

никает система «человек – машина «группы А» – машина «группы Б»» и, наконец, история развития приводит к эргатическим системам «человек – машина». Важно отметить, что законы предыдущих систем переносятся, видоизменяясь, на следующие из указанной цепочки системы, например, законы биомашсистем должны учитываться в теории эргатических систем, хотя исторически теория биомашсистем возникла значительно позже. Это касается, в частности, проектирования сельхозмашин и механизмов. Так, одним из важных результатов развития теории биомашсистем явилось кардинальное переосмысление назначения машины, работающей с продуктивными животными, растениями и живыми организмами, что приводит к необходимым изменениям в процессе конструирования таких машин [30].

При выводе нового сорта растений (новой породы животных) селекционер закладывает в требования технологии найденные им условия для реализации и полной отдачи в производстве заложенных в геноме потенциалов. Фактически и селекционер, и конструктор сельхозмашины работают сейчас отдельно, по старинке, не принимая во внимание факта их причастности к биомашсистеме, не учитывают ее требований, с точки зрения которых дело часто «перевернуто с ног на голову»: не машину приспособляют к живому, а, наоборот, к готовой машине подгоняют (параметры животных, растений) живые объекты, с которыми она работает. При таком подходе остаётся в значительной степени нереализованным потенциал живого, страна недополучает необходимой продукции нужного качества в необходимых количествах.

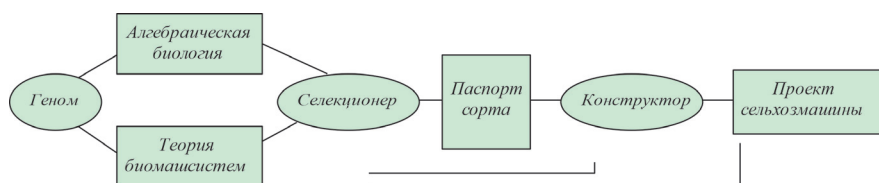
В чем назначение машины, работающей с продуктивным живым?

Ставится задача вывода породы с тем или иным свойством. Проводится анализ генома (непосредственно или с помощью подбора в экспериментах) и свойств биомолекул, влияющих на фенотип будущих особей. Прогнозируются, в том числе с помощью алгебраической биологии, свойства, отвечающие данному геному и последовательности экспрессии генов, что не менее важно, чем сам код ДНК.

Для экспрессии генов, дающих организму то или иное свойство, необходим учет внешней и внутренней среды, определяющей подходящее для экспрессии состояние организма. Условно можно говорить о том, что, например, 40% свойств особи реализуется при обычных условиях содержания животного, а 60% – обеспечивает подходящее состояние окружающей среды. Назначение машины состоит как раз в обеспечении предписанных в паспорте сорта (породы) условий внешней среды для раскрытия потенциалов генома. Таким образом, геном определяет конструкцию машины и это должно учитываться для обеспечения машиной указанных 60% свойств особи. Безусловно, необходимы соответствующие позиции в паспорте сорта, что требует совершенствования работы селекционера, отвечающей биомашсистеме, в которой работает машина как составная часть.

Не останавливаясь на деталях, приведём на рисунке общую схему, назначения и проектировании сельхозмашин.

Как видно на примере изготовления простейшей мотыги, теория машин и механизмов в рамках теории биомашсистем привела к современным научно обоснованным требованиям и рекомендациям в их проектировании и дальнейшем производстве.



Общая схема проектирования сельхозмашин и механизмов

Выводы

1. В основе жизнедеятельности животных и человека лежат растения, функциональных систем которых, а также биомашсистем для высших культурных растений в необходимом для растениеводства полноте не построено.

2. Имеющиеся подходы к растению как системе не учитывают системобразующих факторов, не говоря уже о закономерностях биомашсистем «человек – машина – растение». Поэтому необходима разработка функциональных и биомашсистем, в первую очередь, для культурных высших растений.

4. Проведенный исторический анализ системных вопросов показал, что именно биомашсистемы привели к возникновению эргатических систем. Современная схема конструирования сельхозмашин, исходя из нового взгляда на их назначение, диктуется именно теорией биомашсистем.

Список

использованных источников

1. Черноиванов В.И. Биомашсистемы: возникновение, развитие и перспективы // Биомашсистемы. 2017. Т. 1. № 1. С. 7-58.
2. Бодров В.А., Орлов В.Я. Психология и надежность: человек в системах управления техникой. М.: Институт психологии РАН, 1998. 288 с.
3. Сергеев С.Ф. Введение в инженерную психологию и эргономику иммерсивных сред. СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. 258 с.
4. Ломов Б.Ф. Человек и техника: Очерки инженерной психологии. М.: Радио и связь, 1966. 464 с.
5. Карташов Л.П., Соловьев С.А. Повышение надежности системы «человек – машина – животное». Екатеринбург: УрО РАН, 2000. 275 с.
6. Нормальная физиология: курс физиологии функциональных систем / под ред. К.В. Судакова. М.: Мед. информационное агентство, 1999. 718 с.
7. Анохин П.К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем. Принципы системной организации функций. М.: Наука, 1973. С. 5-61.
8. Толоконников Г.К. Неформальная теория категорных систем // Биомашсистемы. 2018. Т. 2. № 4. С. 41-144.
9. Savostyanov G.A. Structural Foundations of Developmental Biology and 3D Histology. A new approach to the study of carcinogenesis. Petersburg, Lema, 2020, 832 p.
10. Степанов С.А. Нервная система растений: гипотезы и факты // Бюл. Бот. сада Сарат. гос. ун-та. 2017. Т. 15. Вып. 4. С. 31-56.
11. Пятыхин С.С. Распространяющиеся электрические сигналы в растениях // Цитология. 2008. Т. 50. № 2. С. 154-159.
12. Tolokonnikov G.K. Convolution Polycategories and Categorical Splices for Modeling Neural Networks // Advances in Intelligent Systems and Computing, V. 938, pp. 259-267.
13. Гамалей Ю.В. Надклеточная организация растений // Физиология растений. 1997. Т. 44. № 6. С. 819-846.
14. Zimmermann, Matthias R., Axel Mithöfer, Torsten Will, Hubert H. Felle and Alexandra C.U. Furch. Herbivore-Triggered Electrophysiological Reactions: Candidates for Systemic Signals in Higher Plants and the Challenge of Their Identification // Plant Physiology, 170, №. 4 (2016), pp. 2407-2419.
15. Eric D. Brenner, Rainer Stahlberg, Stefano Mancuso, Jorge Vivanco, Frantisek Baluska, Elizabeth Van Volkenburgh. Plant neurobiology: an integrated view of plant signaling, TRENDS in Plant Science Vol.11. № 8. 413-419 (2006).
16. Зубкус О.П. Особенности генерации электрических импульсов растениями // Известия Сиб. отд. АН СССР. Сер. биол. Науки. 1979, Вып. 5/1. С. 120-124.
17. Brenner, E.D. Drugs in the plant // Cell 109, 680-681 (2002).
18. Lam, H.M. et al. Glutamate-receptor genes in plants // Nature 396, 125-126 (1998).
19. Steffens, B. et al. The auxin signal for protoplast swelling is perceived by extracellular ABP1 // Plant J. 27, 591-599 (2001).
20. Lincoln Taiz, Daniel Alkon, Andreas Draguhn, Angus Murphy, Michael Blatt, Chris Hawes, Gerhard Thiel, David G. Robinson. Plants Neither Possess nor Require Consciousness, Trends Plant Sci., V. 24, P. 677-687, 2019.
21. Lucas M. Plant systems biology: network matters // Plant, Cell and Environment (2011), doi: 10.1111/j.1365-3040.2010.02273.x.
22. Матросов В.М. Метод сравнения в динамике систем // Дифф. уравнения. 1974. Т. 10. № 9. С. 1547- 1559.
23. Матросов В.М., Анапольский Л.Ю., Васильев С.Н. Метод сравнения в математической теории систем. Новосибирск: Наука. 1980.
24. Yi-Lin Forrest J. General Systems Theory. Foundation, Intuition and Applications in Business Decision Making, IFSR International Series in Systems Science and Systems Engineering, V. 32, Springer, 2018, 370 p.
25. Бейдер Р. Атомы в молекулах. М.: Мир, 2001. 532 с.
26. Толоконников Г.К. Категорные склейки, категорные системы и их приложения в алгебраической биологии // Биомашсистемы. Т. 5. № 1. 2021. С. 148-235.
27. Мандельштам Л.И. Лекции по оптике, теории относительности и квантовой механике. М.: Наука, 1972.
28. Петухов С.В. Матричная генетика, алгебры генетического кода, помехоустойчивость. М., 2008. 316 с.
29. Черноиванов В.И., Толоконников Г.К., Ранцева И.В. Структура подсистем в биомашсистемах // Техника и оборудование для села. 2019. № 7. С. 2-7.
30. Черноиванов В.И., Судаков С.К., Толоконников Г.К. Востребованное научное направление на стыке фундаментальной математики и нейрофизиологии для нужд искусственного интеллекта // Биомашсистемы. Т. 5. № 1. 2021. С. 8-19.

Biomachsystems: Historical Aspect

V.I. Chernoiivanov,
G.K. Tolokonnikov

(Federal Scientific Agroengineering Center VIM)

Summary. A historical analysis of systemic issues was carried out, which showed that biomachsystems led to the emergence of ergatic systems. The existing approaches to the plant as a system do not take into account systemically important factors. The task is to develop functional and biomachsystems, first of all, for higher cultivated plants. The modern design scheme of agricultural machines dictated by the theory of biomachsystems is presented.

Keywords: systems approach, biomachsystem, functional system, crop production, agricultural machine.

УДК 631.17: 631.86

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-1-8-11

Интегрированная система защиты сельскохозяйственных культур Краснодарского края

Т.А. Юрина,

зав. лабораторией,
agrolaboratoriya@mail.ru

М.А. Белик,

науч. сотр.,
Mashabelik@yandex.ru
(Новокубанский филиал
ФГБНУ «Росинформагротех»
[КубНИИТиМ]);

Е.В. Труфляк,

д-р техн. наук, проф.,
зав. кафедрой,
trufljak@mail.ru
(ФГБОУ ВО «КубГАУ им. И.Т. Трубилина»);

С.Б. Бабенко,

гл. агроном,

А.А. Лесняк,

агроном
(ООО «Биотехагро»)

Аннотация. Представлены результаты применения биопрепаратов при возделывании сельскохозяйственных культур в условиях центральной зоны Краснодарского края. Приведены наилучшие схемы интегрированной защиты озимой пшеницы, подсолнечника и кукурузы на зерно с оценкой по урожайности и качеству полученного зерна.

Ключевые слова: биопрепарат, озимая пшеница, подсолнечник, кукуруза на зерно, урожайность, прибыль.

Постановка проблемы

В последнее время обострение экологических проблем, связанных с долготелетней химизацией сельского хозяйства, способствует повышению интереса к биологизации земледелия, направленной на восстановление и поддержание плодородия почв. Масштабное направление, набирающее обороты по всей России (от науки до сельхозтоваропроизводителей), поддерживается со стороны государства [1, 2].

В перечень приоритетных направлений фундаментальных и поисковых

научных исследований программы Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030 годы) [2] включены агробиотехнологии. Исследования будут направлены на создание новых эффективных технологий для сельского хозяйства, рациональное природопользование и сохранение природных экосистем.

Надежная защита культурных растений возможна лишь при комплексном использовании интегрированной системы защиты растений, сочетающей использование природных регулирующих факторов среды с дифференцированным применением на основе порогов вредоносности комплекса эффективных методов, удовлетворяющих экологическим и экономическим требованиям. Учитывая современные тенденции в области растениеводства, а также ежегодно пополняющийся перечень новых регистрируемых биопрепаратов [3], необходимо проводить их испытания и выявлять эффективность при использовании на различных культурах в разных почвенно-климатических условиях и в сочетании с пестицидами и удобрениями [4-9].

Цель исследований – исследовать варианты интегрированной системы защиты сельскохозяйственных культур в условиях Краснодарского края и выбрать наиболее эффективные из них по урожайности и качеству полученного зерна.

Материалы и методы исследования

Новокубанский филиал ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ) в 2020 г. на полях валидационного полигона (центральная зона Краснодарского края) проводил экспериментальные исследования интегрированных схем внесения биологических

препаратов и микроудобрений отечественного производства в сочетании с химическими обработками посевов в технологиях возделывания озимой пшеницы, кукурузы на зерно и подсолнечника (см. таблицу).

Климат хозяйства умеренно-континентальный, с неустойчивым увлажнением. По многолетним данным, среднее количество осадков, выпадающих в течение года неравномерно, составляет 580 мм. Годовая сумма температур более 10 °С – 3400. Преобладающий тип почв хозяйства – чернозем типичный, среднетяжелый, тяжелосуглинистый. Почвы имеют повышенное содержание гумуса и высокую нитрификационную способность; низкое, среднее и повышенное содержание фосфора; среднее и повышенное содержание калия; низкую и среднюю обеспеченность серой, низкую – марганцем, цинком и медью; обменная кислотность близка к нейтральной и нейтральная.

Производственная технология возделывания озимой пшеницы районированного сорта Таня включает в себя общепринятые в хозяйстве технологические операции (с набором основных минеральных удобрений), проводимые в оптимальный для данной климатической зоны срок: посев агрегатом МТЗ-82+СЗ-5,4 с одновременным внесением в засеваемые рядки удобрения аммофос (50 кг/га); две ранневесенние подкормки агрегатом МТЗ-82 + Bogballe M2 base аммиачной селитрой (по 150 кг/га каждая). Предпосевная обработка семян (ПС-10) осуществлялась препаратом Бенефис (0,8 л/т). В течение вегетации обработку посевов выполняли агрегатом МТЗ-82+ОПГ-3000/24МК «Гварта5» (рис. 1) с расходом рабочей жидкости 200 л/га: в фазе кущения – гербицидом Ланселот (33 г/га) с фун-

Краткая характеристика препаратов, применяемых в экспериментальных исследованиях

Культура	Препарат (действующее вещество), производитель
Озимая пшеница, подсолнечник, кукуруза на зерно	Биофунгицид БФТИМ КС-2, Ж (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>), ООО «Биотехагро»
Озимая пшеница	Микробиологическое удобрение комплексного действия с защитными функциями БСка-3 (<i>Trichoderma viride</i> 256, <i>Pseudomonas koreensis</i> Ap33, <i>Bacillus subtilis</i> 17, <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (<i>Rhizobium japonicum</i>) 614a), ООО «Биотехагро»
	Жидкий концентрат Гумэл-Люкс (гуминовые кислоты, обогащенные кремнием), ООО «Биотехагро»
Озимая пшеница, кукуруза на зерно	Жидкий концентрат Гумат+7 (природные гуминовые кислоты), ООО «Биотехагро»
Озимая пшеница, подсолнечник	Жидкое минеральное удобрение Гелиос Кремний (кремний в форме диоксида кремния особой формы обработки), АК «ЧелныАгроХим»
Озимая пшеница	Адьювант Гелиос Кропсил (ряд модифицированных трисилоксанов), АК «ЧелныАгроХим»
	Жидкое минеральное удобрение Гелиос Супер (питательные вещества и аминокислоты), АК «ЧелныАгроХим»
	Жидкое минеральное удобрение Гелиос Трио (питательные вещества и аминокислоты), АК «ЧелныАгроХим»
Кукуруза на зерно	Смесь микроэлементов ЦМС (цинк сернокислый, магний сернокислый), ООО «Биотехагро»

В экспериментальном варианте технологии возделывания подсолнечника дополнительно проведена листовая обработка посевов биофунгицидом БФТИМ КС-2, Ж (3 л/га) с удобрением Гелиос Кремний (0,5 л/га) в фазе шести пар листьев культуры агрегатом МТЗ-82+ОПГ-300/24МК «Гварта 5» (рис. 2).

Производственная технология возделывания кукурузы на зерно среднеспелого гибрида Пионер Р9241, обработанного перед посевом инсектицидом «Максим» (5,3 л/т), включала в себя азотную подкормку аммиачной селитрой (150 кг/га) и обработку посевов агрегатом МТЗ-82+ОПГ-300/24МК «Гварта 5»: в фазе двух-четырех листьев культуры баковой смесью гербицида Элюмис (1,5 л/га) и Гумат Калия (0,5 л/га), в фазе четырех-шести пар листьев культуры – баковой смесью сернокислого цинка (1 кг/га) и препаратом Гумат Калия (0,5 л/га); параллельно проведены две междурядные культивации в фазах

гицидом ЗИМ 500 (0,5 л/га), в фазе выхода в трубку – Карбамид (20 кг/га), колошения – инсектицидом Эсперо (150 г/га) с фунгицидом Триада (0,6 л/га) и Карбамидом (10 кг/га).

Экспериментальные схемы интегрированной защиты растений озимой пшеницы исследованы в трех вариантах с применением следующих биопрепаратов и удобрений (см. таблицу): биофунгицид БФТИМ, микробиологическое удобрение с защитными функциями БСка-3, удобрения Гелиос Кремний, Гелиос Супер, Гелиос Трио, адьювант Гелиос Кропсил, природные гуминовые концентраты Гумэл-Люкс и Гумат+7 в различных дозах и сочетаниях по фазам развития культуры.

Производственная технология возделывания среднераннего гибрида подсолнечника Пионер П64ЛЛ125 включала в себя дождевую обработку посевов гербицидом Пропонит (3 л/га) с последующей заделкой агрегатом МТЗ-82+БШ-12 и две междурядные культивации в фазах трех-четырех и шести пар листьев культуры (МТЗ-82+КРК-5,6).



Рис. 1. Обработка посевов озимой пшеницы в фазу выхода в трубку



Рис. 2. Обработка посевов подсолнечника

двух-четырех и шести пар листьев культуры (МТЗ-82 + КРН-5,6).

В экспериментальном варианте технологии возделывания кукурузы на зерно листовая обработка посевов (рис. 3) серноокислым цинком в сочетании с препаратом Гумат Калия в фазе четырех-шести пар листьев культуры заменена на следующий состав препаратов: биофунгицид БФТИМ КС-2, Ж (2 л/га), микроудобрение ЦМС-1 (1 л/га) и гуминовое удобрение Гумат +7 (1 л/га).

Результаты исследований и обсуждение

По результатам экспериментальных исследований технологии возделывания озимой пшеницы наиболее высокие показатели урожайности и качества зерна получены в варианте с интегрированной защитой растений, которая включала в себя обработку семян БСка-3 (3 л/т) + Гумэл Люкс (3 л/т), листовые обработки: в фазе кущения – гербицид Ланцелот (33 г/га) + БСка-3 (2 л/га) + Гелиос Кремний (1 л/га), в фазе выхода в трубку – Карбамид (20 кг/га) + Гелиос Кропсил (0,1 л/га) + Гелиос Супер (1 л/га), в фазе колошения – фунгицид Триада (0,6 л/га) + инсектицид Эсперо 150 г/га + Гелиос Кремний (0,5 л/га) + Гелиос Трио (0,5 л/га). Данный вариант привел к увеличению урожайности на 2,5 %, массы 1000 зерен – на 2,6 % и массовой доли белка (протеина) – на 1 п.п. Стоимость дополнительной продукции от прибавки урожая (1,38 ц/га) составила 1380 руб/га.

По результатам исследований технологии возделывания подсолнечника обработка посевов в фазе четырех-шести настоящих листьев культуры баковой смесью биофунгицида БФТИМ КС-2, Ж (3 л/га) и удобрения с микроэлементами Гелиос Кремний (0,5 л/га) способствует интенсивному росту и развитию растений в период вегетации, а также увеличению диаметра корзинки на 1,2 см (7,1 %), массы 1000 семян – на 4,85 г (8,8 %), что позволило получить прибавку урожая 0,2 т/га (6,25 %) по сравнению с применяемым вариантом технологии. Дополнительный



Рис. 3. Обработка посевов кукурузы на зерно

доход от прибавки урожая составил 2540 руб/га.

По результатам исследований технологий возделывания кукурузы на зерно обработка посевов в фазе четырех-шести настоящих листьев культуры баковой смесью биофунгицида БФТИМ КС-2, Ж (2 л/га) и удобрений с микроэлементами ЦМС (1 л/га) и Гумат +7 (1 л/га) способствует улучшению биометрических параметров растений: по высоте растений – на 9,9 см (3,4 %), по диаметру початка – на 0,3 мм (0,7 %), по длине початка – на 1 см (6,25 %) и по массе 1000 зерен – на 9,18 г (3,2 %). Урожайность составила 85,7 ц/га, что на 1,5 ц/га, или на 1,8 %, выше контрольного значения – 84,2 ц/га. Дополнительный доход от прибавки урожая составил 1800 руб/га.

Выводы

Экспериментальными исследованиями различных схем внесения биологических препаратов и удобрений с микроэлементами отечественного производства в технологиях с интегрированной системой защиты сельскохозяйственных культур (озимая пшеница, подсолнечник и кукуруза на зерно) в условиях центральной зоны Краснодарского края установлено следующее:

1. В технологии возделывания озимой пшеницы применение биологических препаратов в качестве основного ухода (предпосевная обработка семян) и дополнительного (в сочетании с химическими обработками посевов) способствует увеличению урожайности на 2,5 % и дополнительной прибыли – 1380 руб/га.

2. В технологии возделывания подсолнечника проведение дополнительной обработки посевов биофунгицидом БФТИМ КС-2, Ж совместно с удобрением Гелиос Кремний обеспечило интенсивный рост и развитие растений, а также повышение урожайности на 0,2 т/га и дополнительный доход от прибавки урожая – 2540 руб/га.

3. В технологии возделывания кукурузы на зерно замена минеральной подкормки посевов на биологическую схему (БФТИМ, ЦМС и Гумат+7) улучшила рост и развитие растений в период вегетации и позволила получить прибавку урожайности в 1,5 ц/га, при этом дополнительная прибыль составила 1800 руб/га.

Список

использованных источников

1. Федеральный закон от 03.08.2018 г. № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <https://legalacts.ru/doc/federalnyi-zakon-ot-03082018-n-280-fz-ob-organicheskoi-produksii/> (дата обращения: 10.03.2021).

2. Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030 годы) № 3684-р [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/skz00DEvyFOIBtXobzPA3zTyC71cRAOi.pdf> (дата обращения: 10.03.2021).

3. Перечень средств производства для применения в системе органического и биологизированного земледелия на основе международных стандартов органического сельского хозяйства

(2021 г.) [Электронный ресурс]. URL: <https://soz.bio/> (дата обращения: 12.03.2021).

4. **Бабенко С.Б.** Биометод против фитопатогенов (фузариев, альтернарии и т.д.) // Агропромышленная газета юга России. 2020. № 19-20 (570-571).

5. **Юрина Т.А., Ткаленко А.Е.** Обзор инновационных препаратов для биологизации сельскохозяйственного производства // АгроФорум. 2020. № 1. С. 51-53.

6. **Юрина Т.А., Глущенко Н.Н., Богословская О.А.** Анализ исследований по применению препаратов на основе современных биологических и нанотехнологий // Техника и оборуд. для села. 2020. № 11. С. 12-15.

7. **Коршунов С.А., Любовецкая А.А., Асатулова А.М., Исмаилов В.Я., Коноваленко Л.Ю.** Органическое сельское хозяйство: инновационные технологии, опыт, перспективы: науч. аналит. обзор. М.: ФГБНУ «Росинформ-агротех», 2019. 92 с.

8. Биопрепараты и микроудобрения в интегрированных схемах выращивания сельхозкультур [Электронный ресурс]. URL <http://biotechagro.ru/> (дата обращения: 05.04.2021).

9. **Бабенко С.Б., Бушнев А.С., Бушнева Н.А.** Эффективность органических фунгицидов против болезней сои // Деловой Крестьянин. 2020. № 11. С. 32-33.

An Integrated Agricultural Crop Protection System in the Krasnodar Territory

T.A. Yurina, M.A. Belik

(KubNIITIM)

E.V. Truflyak

(Kuban State Agrarian University)

S.B. Babenko, A.A. Lesnyak

(Biotechagro LLC)

Summary. *The results of the use of biological products in the cultivation of agricultural crops in the conditions of the central zone of the Krasnodar Territory are presented. The best options for the integrated protection of winter wheat, sunflower and grain corn are given with an assessment of the yield and quality of the grain obtained.*

Keywords: *biological product, winter wheat, sunflower, grain corn, yield, profit.*

ПРАВИЛА направления научных статей в редакцию журнала «Техника и оборудование для села»

К публикации принимаются соответствующие профилю журнала статьи, содержащие новые, ранее не опубликованные материалы.

Журнал включен в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), поэтому автор(ы) публикации предоставляет(ют) редакции журнала «Техника и оборудование для села» неисключительные права для их публикации.

Направляемые в редакцию статьи должны отвечать следующей схеме изложения материала: постановка проблемы; степень изученности вопроса (обзор литературы по теме); новизна данной статьи; изложение проблемы (анализ современного состояния, аргументы, пути решения); научно-практические выводы и предложения; заключение; список использованных источников (только тех, на которые имеются ссылки в тексте).

Материал следует излагать предельно лаконично и понятно. Расчетные зависимости должны иметь исходные данные и конечный результат без промежуточных выкладок (за исключением случая, когда сам математический аппарат расчета обладает новизной и составляет предмет исследования).

Структура статьи следующая:

- ✓ индекс УДК (слева);
- ✓ название статьи (прописными буквами по центру);
- ✓ инициалы, фамилия, ученая степень, ученое звание, должность, название организации (сокращенное, официальное), электронный адрес;
- ✓ аннотация (40-50 слов), ключевые слова (5-7 слов);
- ✓ текст статьи;
- ✓ список использованных источников (библиографические ссылки должны быть оформлены по ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления»);
- ✓ название статьи, инициалы и фамилия автора(ов), аннотация и ключевые слова на английском языке.

Принимаются материалы, представленные непосредственно в редакцию в бумажном (компьютерная распечатка) и электронном виде или присланные по электронной почте.

Внимание! Бумажный и электронный носители должны быть идентичными.

Материал должен быть набран в текстовом редакторе Microsoft Word 97-2003, -2007, -2010, -2016, шрифт – 14 пт, межстрочный интервал – 1,5 пт, абзацный отступ – 1 см, без форматирования. Для выравнивания использовать только «выключку» текста, но не пробелы, а также автоматическую расстановку переносов.

Символ перевода строки (Enter) – только в конце абзаца. При подготовке текста к публикации не применять команды «нумерованный список по умолчанию» и «маркированный список по умолчанию».

Графики и диаграммы должны быть переведены в формат Word/Excel, таблицы – в формат Microsoft Word (шрифт – не менее 10 пт), формулы – в формат Microsoft Equation, иллюстрации в формате JPEG или TIF с разрешением не менее 300 dpi должны передаваться отдельными файлами.

Объем рукописи – не более 15 стандартных страниц машинописного текста, включая таблицы (число рисунков и таблиц – не более трех).

Заголовок статьи не должен превышать 50 знаков. Автор обозначает соподчиненность заголовков и подзаголовков, нумерует иллюстрации и таблицы, которые должны быть размещены в тексте после абзацев, содержащих ссылку на них. Рукописи не возвращаются. Образцы оформления статей и библиографических ссылок размещены на сайте <https://rosinformagrotech.ru>

Редакция в обязательном порядке осуществляет рецензирование, необходимое научное и стилистическое редактирование всех материалов, публикуемых в журнале. За фактологическую сторону материалов юридическую и иную ответственность несут авторы.

УДК 631.5+633.24 (470.331)

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-1-12-16

Обоснование механизированной технологии ввода залежных земель в оборот под семенники многолетних трав

Н.В. Алдошин,

д-р техн. наук, проф.,

зав. кафедрой

naldoshin@yandex.ru

(ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА

имени К.А. Тимирязева»);

А.С. Васильев,

канд. с.-х. наук,

доц., зав. кафедрой

vasilevtgsha@mail.ru

(ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА»)

Аннотация. Представлены материалы исследований по разработке и реализации различных машинно-технологических схем ввода средневозрастных залежей в сельскохозяйственный оборот под семенники тимopheевки луговой. Структурно схемы различались приемами обработки почвы и машинным обеспечением. Оценка технологических воздействий исследуемых агроприемов выявила технологию, которая характеризовалась наибольшим позитивным влиянием на структурно-агрегатный состав, плотность и твердость почвы, а также засоренность агрофитоценозов.

Ключевые слова: залежные земли, технологии, средства механизации, семенники тимopheевки, свойства почвы, засоренность, урожайность.

Постановка проблемы

Одной из наиболее актуальных проблем современного сельского хозяйства Российской Федерации, сдерживающих его динамичное развитие, является высокий объем неиспользуемых сельскохозяйственных угодий [1-7]. Ввод таких земель в оборот, как правило, сопряжен с рядом трудностей, создаваемых, прежде всего, высокой степенью зарастания сорной растительностью и изменениями агрофизических и технологических свойств почвы, вызванных длительным отсутствием механического воздействия [3, 4]. Указанные обстоятельства предъявляют определенные требования к формированию технологического процесса производства растениеводческой продукции и средств механизации для его осуществления [1, 8].

Основной задачей при реализации эффективных технологий возделывания сельскохозяйственных культур является комплексная оптимизация технологических воздействий с целью получения устойчивой продуктивности выращиваемых агрофитоценозов [4, 5]. При этом важнейшее место отводится обработке почвы как фактору,

формирующему свойства почвенной среды пахотного слоя, которая служит основой для корневого питания растений [1, 4, 6, 7]. При осуществлении мероприятий, связанных с основной обработкой почвы, происходит заделка растительных остатков и удобрений, вегетирующих сорняков и их семян, комплексное рыхление корнеобитаемого слоя, определяющее его водно-воздушный режим [1, 8-10]. Качественная подготовка почвы к посеву влияет на ход прорастания семенного материала, увеличивает размер «пятен контакта» семян с почвенными агрегатами, определяя интенсивность появления всходов и их выживаемость [3, 10, 11].

Анализ уровня современных исследований по разработке различных аспектов технологий возделывания сельскохозяйственных культур показал наличие обширной информационной базы по их составлению, машинному наполнению и оценке [3-8]. Вместе с тем в открытых источниках практически полностью отсутствуют данные по формированию механизированных технологий возделывания семенных посевов многолетних трав, в особенности при условии их размещения на залежных землях. Указанный факт определяет актуальность рассматриваемой тематики и обосновывает необходимость проведения специальных исследований.

Цель исследований – разработка эффективной механизированной технологии ввода средневозрастных залежных земель в эксплуатацию под семенники тимopheевки, обеспечивающей пролонгированное улучшение основных характеристик почвенной среды и агрофитоценозов.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Составление экспериментальных схем механизированных технологий;
2. Изучение влияния условий технологических воздействий на формирование параметров структурно-агрегатного состава, плотности, твердости почвы;
3. Исследование особенности засоренности агрофитоценозов овса и тимopheевки, выращиваемых по разным технологиям;
4. Выявление влияния технологий на урожайность зерна овса и семян тимopheевки.

Материалы и методы исследования

Исследования выполнялись на землях Тверской ГСХА в период 2017-2020 гг. Почва опытных участков – дерново-подзолистая, легкосуглинистая по гранулометрическому составу.

Общий банк сельскохозяйственных угодий академии составляет порядка 2300 га, из которых более трети требуют проведения различных технологических воздействий, направленных на возвращение их в эффективную эксплуатацию. Данная часть земельного фонда в настоящее время, по сути, является исследовательским полигоном, где специалисты отрабатывают теоретические и практические аспекты действенного вовлечения в оборот земельных угодий, различных по срокам залежности и характеру использования (пашня, сенокос, пастбище). Ежегодно вводимые в оборот земли пополняют площадь севооборотов, часть из них засеивается многолетними травами с целью нивелирования возникающей при расширении пашни нагрузки на имеющийся у вуза машинно-тракторный парк.

Одно из самых приоритетных направлений развития научно-производственной деятельности академии – семеноводство различных сельскохозяйственных культур. При его реализации особое место уделяется производству дорогостоящих семян многолетних трав. Для исследований по разработке технологии ввода в оборот залежных земель под семенники тимофеевки луговой сорта Вик 9 (покровная культура – овес посевной сорта Кречет) были отобраны участки средневозрастной залежи, не подвергавшейся воздействию почвообрабатывающих машин в течение восьми лет. Растительный покров участков – преимущественно малоценные и сорные виды: мятлик луговой, луговик дернистый, полынь обыкновенная, щавель конский, василек синий, в краевых зонах – единично борщевик Сосновского.

Площадь опытной делянки – 350 м² (7×50 м), повторность опыта – трехкратная. Размещение вариантов – методом рандомизации [12]. В рамках опыта исследовались три разные по интенсивности воздействия и машинному наполнению технологические схемы подготовки земель к посеву семенников трав (рис. 1). Первая схема, базирующаяся на вспашке и двукратном дисковании, являлась контролем, так как эти два приема наиболее распространены в регионе при введении в оборот залежных земель. В опыте дискование проводилось на глубину 14–16 см, отвальная вспашка – на 20–22 см, вспашка плугами со снятыми отвалами – на 22–24 см. Западка горчицы белой выполнялась в начале фазы цветения.

В исследованиях применялись хорошо апробированные методики [13]: плотность почвы определяли объемно-весовым методом, структурно-агрегатный состав – методом Н.И. Саввинова, твердость – твердомером И.Ф. Голубева, засоренность – количественно-весовым методом.

Учет урожайности осуществлялся с закрепленных площадок (1 м² каждая) в пятикратной повторности. Отобранный вручную сноповый материал этикетировался и помещался в тканые мешки для транспортировки с целью их дальнейшего обмолачивания на лабораторной молотилке и взвешивания полученного урожая.

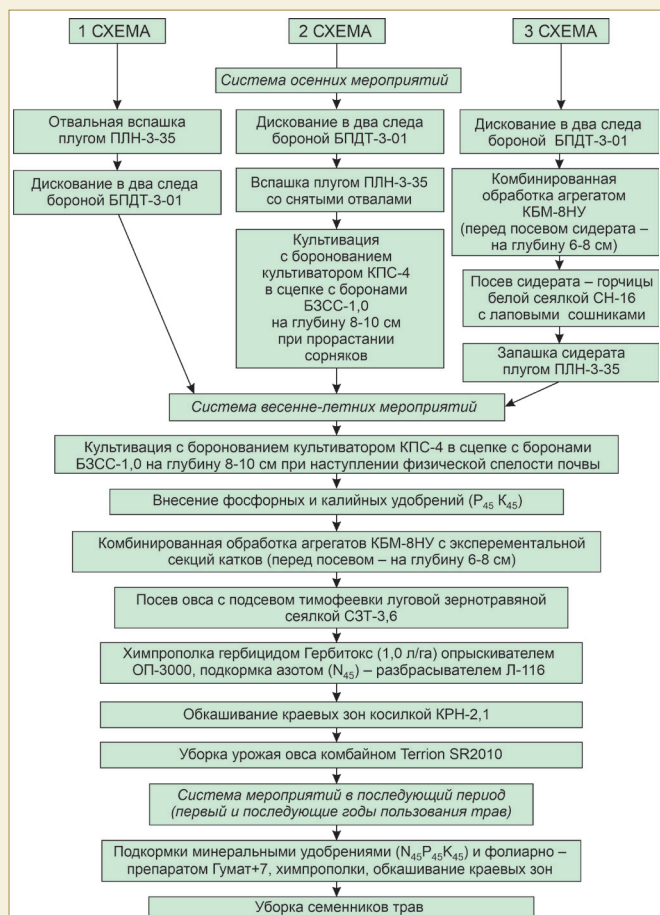


Рис. 1. Технологические схемы ввода в оборот средневозрастной залежи

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ технологических воздействий используемых агроприемов показал высокую целесообразность посева сидерата в системе осенней обработки почвы. Данный прием, выполняемый на фоне глубокого двукратного дискования и комбинированной обработки залежных земель, позволяет существенно улучшить свойства почвенной среды и снизить засоренность формируемых агрофитоценозов сегетальной растительностью (табл. 1, 2).

Выявленный эффект достигается главным образом путем обогащения почвы органическим веществом, определяющим ее структурно-агрегатное состояние и способность сопротивляться воздействию рабочих органов машин, а также благодаря запахке сорняков совместно с вегетирующей массой сидеральной культуры. Создаваемые позитивные условия сохраняются на длительный период и способствуют оптимизации процесса накопления урожая растениями. Снижение плотности почвы относительно исходного состояния в первый год освоения по всходам овса составило 14,8%, во второй и третий годы (при весеннем отрастании тимофеевки) – соответственно 12,1 и 9,4%. Сопоставимая закономерность наблюдалась и при оценке динамики формирования твердости почвы, где ее уменьшение составляло по годам от 9,5 до 10,5%.

Таблица 1. Влияние технологии освоения залежных угодий на структурно-агрегатный состав, плотность и твердость почвы пахотного слоя

Период определения показателей	Реализуемая технологическая схема	Агрономическая ценная фракция (0,25-10 мм), %	Коэффициент структурности, ед.	Плотность, г/см ³	Твердость почвы, кг/см ²
Исходная	1	51,1	1,04	1,48	9,6
	2	53,3	1,14	1,50	9,5
	3	51,7	1,07	1,49	9,5
В фазе всходов овса	1	62,3	1,65	1,33	9,2
	2	66,1	1,95	1,30	9
	3	71,2	2,47	1,27	8,6
После уборки овса	1	64,1	1,79	1,29	9,1
	2	67,0	2,03	1,28	8,8
	3	72,2	2,60	1,26	8,4
При весеннем отрастании многолетних трав первого года пользования	1	63,8	1,76	1,36	9,1
	2	68	2,13	1,33	8,9
	3	72,5	2,64	1,31	8,5
После уборки трав	1	66,7	2,00	1,34	8,9
	2	70,3	2,37	1,31	8,7
	3	73,6	2,79	1,29	8,3
При весеннем отрастании многолетних трав второго года пользования	1	67	2,03	1,43	9
	2	69,4	2,27	1,40	8,8
	3	74,1	2,86	1,35	8,6
После уборки трав	1	68,2	2,14	1,41	8,9
	2	71	2,45	1,37	8,7
	3	75,5	3,08	1,34	8,4

Таблица 2. Засоренность посевов овса и тимopheевки под влиянием условий технологических воздействий

Период определения показателей	Реализуемая технологическая схема	Многолетние виды		Малолетние виды		Всего	
		число, шт/м ²	сырая масса, г/м ²	число, шт/м ²	сырая масса, г/м ²	число, шт/м ²	сырая масса, г/м ²
В фазе всходов овса	1	10	23,45	88	100,42	98	123,87
	2	8	17,81	67	86,59	75	104,40
	3	5	9,74	51	75,83	56	85,57
Перед уборкой овса	1	8	15,13	24	33,12	32	48,25
	2	7	14,89	15	23,25	22	38,14
	3	3	8,11	7	12,07	10	20,18
При весеннем отрастании многолетних трав первого года пользования	1	14	21,05	26	36,40	40	57,45
	2	12	17,33	21	31,13	33	48,46
	3	10	14,26	18	25,57	28	39,83
Перед уборкой трав	1	11	24,59	17	31,02	28	55,61
	2	8	20,03	13	24,19	21	44,22
	3	4	10,12	8	15,89	12	26,01
При весеннем отрастании многолетних трав второго года пользования	1	18	24,98	30	43,62	48	68,60
	2	16	21,52	27	35,83	43	57,35
	3	12	19,01	22	31,15	34	50,16
Перед уборкой трав	1	13	28,92	18	26,77	31	55,69
	2	9	20,64	14	20,02	23	40,66
	3	5	14,73	9	15,34	14	30,07

Достоверным положительным воздействием на свойства почвы и агрофитоценоза характеризовалось послышное рыхление корнеобитаемого слоя рабочими органами различных сельскохозяйственных машин, включающее в себя двукратное дискование на глубину 14-16 см с последующей вспашкой плугами со снятыми отвалами на глубину 22-24 см и культивацией с боронованием на глубину 8-10 см. Реализация указанной технологии позволила улучшить оструктуренность пахотного горизонта относительно исходного состояния: в первый год освоения – на 12,8%, во второй и третий годы – на 14,7 и 16,1%, а по сравнению с наиболее распространенной технологией освоения, представленной в схеме 1, – на 3,8, 4,2, 2,4% соответственно. В свою очередь, качественное улучшение структурно-агрегатного состава пахотного слоя почвы снижало ее плотность и твердость.

Количественное насыщение технологической схемы приемами мелкой обработки, а именно культивацией, выполняемой культиватором со стрельчатыми лапами при прорастании семян сорняков, способствовало существенному уменьшению засоренности посевов, выращиваемых в системе освоения залежных земель, культур севооборота. Сокращение обилия сеgetалов относительно первой схемы составило в первый, второй и третий годы освоения соответственно 23,5, 17,5 и 10,4% в начале вегетационного периода и 31,3, 25 и 25,8% – в конце.

Одним из инновационных элементов разработанной технологии явилось использование в рассматриваемых технологических схемах модернизированного ротационного органа (рис. 2), смонтированного вместо штатной секции на блочно-модульном культиваторе КБМ-8НУ.

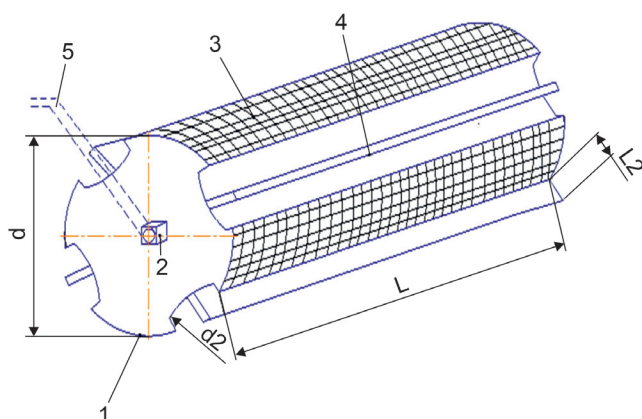


Рис. 2. Схема модифицированного ротационного рабочего органа:

1 – пустотелый барабан; 2 – ось; 3 – сетчатые элементы; 4 – бич (подвижная планка); 5 – рама крепления к энергосредству

Выполненные ранее полевые испытания выявили его значительные преимущества, формируемые благодаря сочетанию ячеистой рабочей поверхности с подвижными планками, оказывающими суммарно более многообразное воздействие на почвенные агрегаты с одновременным их интенсивным крошением, что является особенно необходимым в системе предпосевной обработки [11].

Комплексное улучшение отдельных почвенных и фитоценологических характеристик среды для роста и развития культур севооборота в период ввода земель в эксплуатацию оказало пролонгированное влияние на формирование их урожайности (табл. 3). Наибольшая суммарная продуктивность звена «овес – тимофеевка первого года пользования (семена) – тимофеевка второго года пользования (семена)» при унифицированном переводе в зерновые единицы сформировалась при запашке сидерата (горчица белая) и составляла 2,87 т зерн. ед/га. Значительные прибавки урожайности (20,6% к контролю) зерна овса и семян тимофеевки за два года пользования травостоем обеспечило также проведение глубокой безотвальной вспашки почвы плугами со снятыми отвалами (на 22-24 см) в сочетании с предварительным дискованием в два следа и последующей культивацией с боронованием.

Выводы

1. В результате полевых исследований установлено, что наибольшим позитивным влиянием на структурно-агрегатный состав, плотность сложения и твердость почвы, а также засоренность посевов культур семеноводческого севооборота, развернутого на залежных землях, характеризовалась технологическая схема, базирующаяся на дисковании, комбинированной обработке, посеве сидеральной культуры – горчицы белой с последующей ее запашкой в начале фазы цветения. Данная технология обеспечила формирование наилучшей в опыте продуктивности вводимых в оборот земель, в частности,

Таблица 3. Продуктивность культур семеноводческого севооборота в период освоения

Реализуемая технологическая схема	Овес (зерно), т/га	Тимофеевка первого года пользования (семена), т/га	Тимофеевка второго года пользования (семена), т/га	Сбор продукции в зерновых единицах*, т/га	Прибавка продукции, %
1	1,87	0,16	0,20	1,65	0
2	2,20	0,25	0,29	1,99	20,6
3	3,16	0,37	0,45	2,87	74,4
НСР ₀₅	0,15	0,06	0,07	0,19	-

*Коэффициент перевода в зерновые единицы для зерна овса – 0,80, для семян многолетних трав – 0,42.

было суммарно получено 2,87 т зерн. ед/га со сбором 0,82 т/га семян тимофеевки луговой за два года пользования и 3,16 т/га зерна покровной культуры овса.

2. При низкой ресурсной обеспеченности целесообразно также проводить глубокую безотвальную вспашку (на 22-24 см) с предварительным двукратным дискованием и последующей (при прорастании сорняков) культивацией с боронованием культиватором КПС-4 со стрельчатыми лапами в сцепке с зубowymi боронами БЗСС-1,0.

3. В рамках реализации разработанной технологии ввода залежных земель под посевы семенников трав была разработана новая очесывающая жатка для их уборки [14], в которой были аккумулированы основные конструктивные решения, позволяющие оптимизировать процесс сбора семян тимофеевки с наименьшими их потерями и травмируемостью. В настоящее время изготовлены отдельные узлы жатки и ведутся их лабораторные исследования, результаты которых будут представлены в отдельном материале.

Список использованных источников

1. **Алдошин Н.В.** Обоснование приемов обработки почвы при освоении залежных земель / Н.В. Алдошин, А.С. Васильев, В.В. Голубев // Вестник Воронежского ГАУ. 2020. Т. 13. № 1 (64). С. 28-35. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.1.28.
2. **Aldoshin N.V.** Improvement of forage lands in Central Non-Black earth zone of Russia by using some integrated approaches / N.V. Aldoshin, A.S. Vasiliev, A.V. Kudryavtsev, A.S. Firsov, V.V. Golubev, L.Y. Vasilieva // Plant Science Today. 2021. Vol. 8. Is. 1. P. 9-15. DOI:10.14719/pst.2021.8.1.827.
3. **Суровцева Ю.С.** Эффективность различных систем предпосевной обработки дерново-карбонатной среднесуглинистой почвы при освоении залежных земель в звене севооборота в условиях Ленинградской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / С.-Пб., 2018. 19 с.
4. **Кузьминых А.Н.** Сидеральные пары и система севооборотов при освоении залежных земель Волго-Вятского региона: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.01 / Йошкар-Ола, 2018. 47 с.

5. **Соколов И.В.** Эффективность средств воспроизводства плодородия дерново-подзолистых почв при освоении закустаренных залежных земель в условиях Северо-Запада РФ: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / С.-Пб., 2020. 21 с.

6. **Павлов А.А.** Приемы повышения плодородия дерново-подзолистых, серых лесных почв и урожайности кормовых культур при освоении залежных земель: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.04 / Рязань, 2021. 21 с.

7. **Ади́ко Я.И.О.** Продуктивность сеяных злаковых трав при освоении залежей с кустарниковой и лесной растительностью: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Ади́ко Япо Ив Оливье. Москва, 2017. 23 с.

8. **Гумарова Ж.З.** Агротехнологические приемы освоения залежных темно-каштановых почв Северо-Запада Казахстана: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Саратов, 2016. 19 с.

9. **Никитин В.В.** Влияние систем удобрения и способа основной обработки почвы на урожайность многолетних бобовых трав / В.В. Никитин, А.Н. Воронин, С.И. Тютюнов, В.Д. Соловченко // Агрохимия. 2017. № 3. С. 20-26.

10. **Хвостов Е.Н.** Влияние приемов основной и предпосевной обработки почвы и удобрений на продуктивность звена полевого севооборота / Е.Н. Хвостов, Л.Н. Прокина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. Т. 67. № 6. С. 115-120. DOI: 10.30766/2072-9081.2018.67.6.115-120.

11. **Aldoshin, N.V.** Study of seedbed preparation with rod-type soil compaction roller / N.V. Aldoshin, A.S. Vasiliev, A.V. Kudryavtsev, V.V. Golubev, A.Yu. Alipichev // Agricultural Engineering. 2020. № 2 (96). P. 9-16. DOI: 10.26897/2687-1149-2020-2-9-16.

12. **Доспехов Б.А.** Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для вузов. 6-е изд., стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. М.: Альянс, 2011. 350 с.

13. **Доспехов Б.А.** Практикум по земледелию / Б.А. Доспехов, И.П. Васильев, А.М. Туликов. М.: Агропромиздат, 1987. 383 с.

14. Жатка для очеса семенников многолетних трав на корню: пат. 201349 РФ / Васильев А.С., Алдошин Н.В., Голубев В.В., Фаринюк Ю.Т.; по заявке № 2020129813, заявл. 09.09.2020; опубл. 11.12.2020. Бюл. № 35.

15. **Алдошин Н.В.** Уборка бинарных посевов зерновых культур / Н.В. Алдошин, А.А. Золотов, А.С. Цыгуткин, Н.А. Лылин // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ имени В.П. Горячкина. 2016. № 3. (73). С. 11-17. ISSN 1728-7936.

16. **Алдошин Н.В.** Управление процессами кормопроизводства с неопределенным временем выполнения работ / Н.В. Алдошин, Р.Н. Дидманидзе // Международный технико-экономический журнал. 2012. № 1. С. 65-70. ISSN 1995-4646.

17. **Алдошин Н.В.** Совершенствование конструкции очесывающих устройств для уборки зернобобовых культур / Н.В. Алдошин, М.А. Мосяков // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ имени В.П. Горячкина. 2018. № 2 (84). С. 23-27. ISSN 1728-7936.

Substantiation of the Mechanized Technology of Putting Fallow Lands into Circulation for the Testes of Perennial Grasses

N.V. Aldoshin

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy);

A.S. Vasiliev

(Tver State Agricultural Academy)

Summary. The paper presents research materials on the development and implementation of various machine-technological schemes for introducing middle-aged deposits into agricultural circulation for the testes of meadow timothy. Structurally, the schemes differed among themselves in the methods of soil cultivation and machine support. Assessment of the technological impacts of the studied agricultural practices revealed the technology, which was characterized by the greatest positive effect on the structural and aggregate composition, density and hardness of the soil, as well as the weediness of agrophytocenoses.

Keywords: fallow lands, technologies, mechanization means, testes of timothy, soil properties, weediness, yield.

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 401028108453700000004
Казначейский счет 032146430000000014800
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 631.58

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-1-17-20

Исследование взаимодействия движителей дождевальных установок с опорной средой

М.Г. Загоруйко,канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,
зав. лабораторией,
zagorujko.misha2013@yandex.ru**И.А. Башмаков,**канд. техн. наук, науч. сотр.,
igorbash@bk.ru

(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

Д.А. Рыбалкин,канд. техн. наук, доц.,
rybalcin2903dm@mail.ru
(ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева»)

Аннотация. Проведен анализ существующих математических моделей вариантов работы дождевальных установок на пневматических колесных опорах, который показал безусловную перспективность их использования для создания оптимальных условий фотосинтетического и симбиотического аппаратов сои и повышения урожайности. Доказана целесообразность расчётных изысканий при усовершенствовании конструкции пневматических колес для обеспечения равенства транспортирующих способностей и минимизации пробуксовывания ведущих колес, что, в свою очередь, снизит уровень травмирования и положительно скажется на прорастании семян сои.

Ключевые слова: соя, урожайность, дождевальная техника, уплотнение почвы, движители, грунт, влажность, деформация.

Постановка проблемы

Соя – одна из важнейших культур, выращиваемых для получения масла и протеина. Однако в современных реалиях по ряду причин площадь ее возделывания уменьшилась. Урожайность также сократилась до 1,1–1,2 т/га. Значительное влияние на урожайность сои оказывает технология ее возделывания. Повысить урожайность культуры можно путем создания оптимальных условий для

роста и развития ее фотосинтетического аппарата.

Применение оросительной техники оказывает положительное влияние на урожайность сои. Однако многочисленные проходы дождевальных машин по полю вызывают деформацию почвы, приводящую к её чрезмерному уплотнению и ухудшению условий формирования фотосинтетического и симбиотического аппаратов культуры [1].

Влажность почвы также оказывает влияние на ее уплотнение при орошении сои. Влияние ходовой части дождевальной техники на почву, насыщенную влагой, может привести к серьезным деформациям. Плотность почвы зависит от механического и структурного состава, влажности и нагрузки на нее. Высокие механические нагрузки разрушают почвенные связи, происходит сужение пор [2, 3]. В связи с этим разработка дождевальных машин, способных повысить урожайность и улучшить эксплуатационно-технологические показатели почвы, является актуальной задачей.

Цель исследований – анализ воздействия закономерностей и физических процессов, которые происходят в почве при взаимодействии с дождевальной техникой.

Материалы и методы исследования

Площадь уплотнения почвы движителями дождевальных машин зависит от их ширины и типа движения. Так, для машин фронтального типа движения площадь уплотнения почвы определится по формуле

$$S_{\partial m} = B_{\partial m} n L_n, \quad (1)$$

где $B_{\partial m}$ – ширина движителя, м;
 n – число опорных тележек, шт.;
 L_n – длина поля, м.

Для круговых дождевальных машин, площадь уплотнения почвы будет определяться по выражению

$$S_{\partial m} = \sum_{i=1}^n 2\pi R_i B_{\partial m}, \quad (2)$$

где R_i – расстояние от i -й тележки до поворотной опоры машины, м.

Произведя расчеты по выражениям (1) и (2), выяснили, что площадь уплотнения почвы движителями дождевальной машины фронтального действия составляет 0,41 га, или 5 % всей площади поля.

Для дождевальной машины кругового действия этот параметр составил 0,13 и 0,49 га (для машин с 8 и 16 опорными тележками) – соответственно 6,5 и 4,9 % всей площади поля [4].

Результаты исследований и обсуждение

Одним из наиболее важных для изучения движения привода дождевальных машин является процесс взаимодействия их движителей с опорной средой. Направление и величина сил, действующих со стороны опорной поверхности на движитель, непосредственно влияют на характер движения машины. Действие указанных сил зависит от конструктивных особенностей и приемов управления машиной.

В основе изучения процессов взаимодействия движителя с грунтовой поверхностью лежат законы изменения напряжений в грунте. Это видно при рассмотрении зависимостей различных моделей грунта, посредством которых можно описать математические процессы его деформации в различных плоскостях (рис. 1) [5].

Как правило, характеристики и параметры грунтов определяются

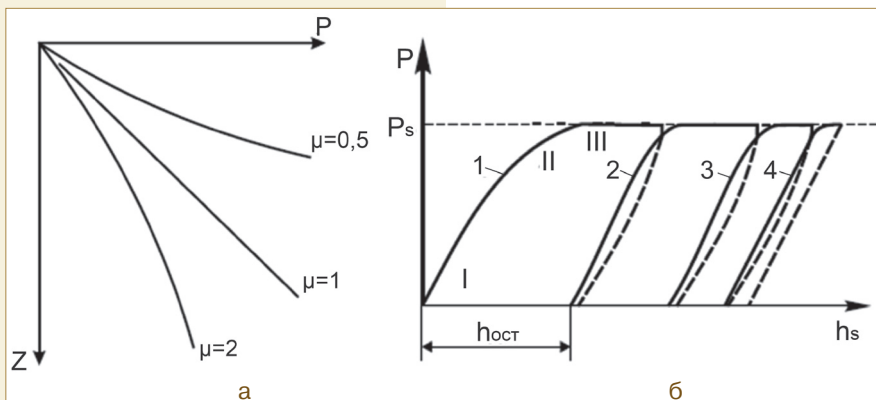


Рис. 1. Зависимость деформации грунта от нормального давления и параметра грунта μ :

а – однократное нагружение грунта; б – многократное нагружение

экспериментально. К параметрам грунтов относят:

- весовую плотность;
- модуль деформации E (Па);
- модуль сдвига грунта E' (Па);
- угол внутреннего трения φ_0 (рад, град.);
- внутреннее сцепление частиц грунта C_0 (Па);
- несущую способность грунта P_s (Па) и др.

При моделировании изменения деформации грунта от движителя можно использовать зависимость (1) определения изменения нормального давления p (МПа), полученную В.П. Горячкиным и М.Н. Летошневим:

$$p = 10^{-2} C \left(\frac{h}{h_0} \right)^\mu, \quad (3)$$

где C – параметр, характеризующий реактивное сопротивление грунта вдавливаю штампа на 1 см (коэффициент усадки грунта);

h – нормальная деформация грунта, см;

$h_0 = 1$ – единичная осадка, см;

μ – степень, характеризующая закон изменения сопротивления грунта вдавлыванию.

На рис. 1 показаны графики для различных условий грунта: $\mu > 1$ – уплотняемый грунт; $\mu < 1$ – неуплотняемый, разрушаемый грунт; $\mu \approx 1$ – рыхлый сухой грунт.

Следует отметить, что зависимость (3) не учитывает все параметры грунта и, как следствие, не может дать

качественную оценку происходящих процессов. К примеру, соответствие между напряжением p и деформацией грунта η может быть до определенного предела, после наступления которого изменение давления не подчиняется зависимости (3), происходит сдвиг соседних частиц грунта. На рис. 1 (б) грунт не уплотняется, а перемещается, вытесняя в стороны прилегающие массы. Таким образом, несущая способность грунта зависит от сцепных свойств почвы, а также от таких показателей, как плотность и влажность (рис. 2).

При движении дождевальной машины по влажному грунту проявляется гидростатический эффект, который заключается в том,

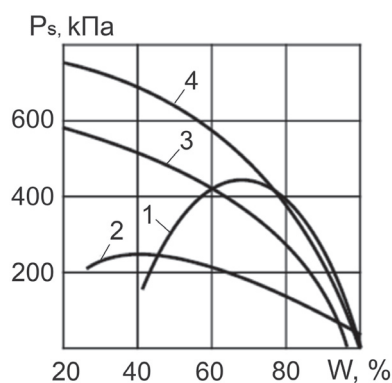


Рис. 2. Зависимость несущей способности p_s грунта от влажности:

- 1 – песчаный грунт;
- 2 – супесь; 3 – суглинок;
- 4 – глина

что вода не успевает выжиматься из пор [6]. С увеличением влажности сопротивляемость грунтов при достижении предела текучести уменьшается.

Максимальные касательные напряжения (предел текучести) прямо пропорциональны нормальному давлению. Сопротивление сжатию и другие показатели грунта связаны с сопротивлением его тангенциальным нагрузкам. Внутреннее трение в грунте определяет сдвиг и подчиняется закону Кулона – Мора (условие прочности Кулона). На рис. 3 показаны характеристики грунтов.

Закон Кулона – Мора в зависимости от параметров грунта определяет максимальные напряжения при его сдвиге:

$$\tau_{\max} = C_0 + p \operatorname{tg} \varphi_0, \quad (4)$$

где C_0 – внутреннее сцепление частиц, Па;

p – несущая способность, МПа;

φ_0 – угол внутреннего трения, рад.

Зависимость между нормальной нагрузкой и максимальным сдвигающим напряжением носит нелинейный характер, тогда как угол внутреннего трения φ_0 определяется по углу наклона касательной к данной кривой при нулевой нагрузке. Величина параметра C_0 между частицами грунта присуща связным грунтам. Для несвязных грунтов молекулярные силы и внутреннее сцепление C_0 могут совсем отсутствовать, но здесь обычно присутствуют значительные силы трения. С повышением нормального давления на грунт внутреннее трение увеличивается.

Механические свойства грунтов при высокой влажности оказывают существенное влияние на движение колеса по ним. Так, при повышенной влажности несущая способность связанных грунтов имеет значения $P_s = 0,3-0,7$ МПа, $C_0 = 0,035-0,19$ МПа, $\varphi_0 = 17-21^\circ$, модуль деформации $E = 25-50$ МПа. При дальнейшем повышении влажности данные значения параметров становятся значительно меньше [7-9].

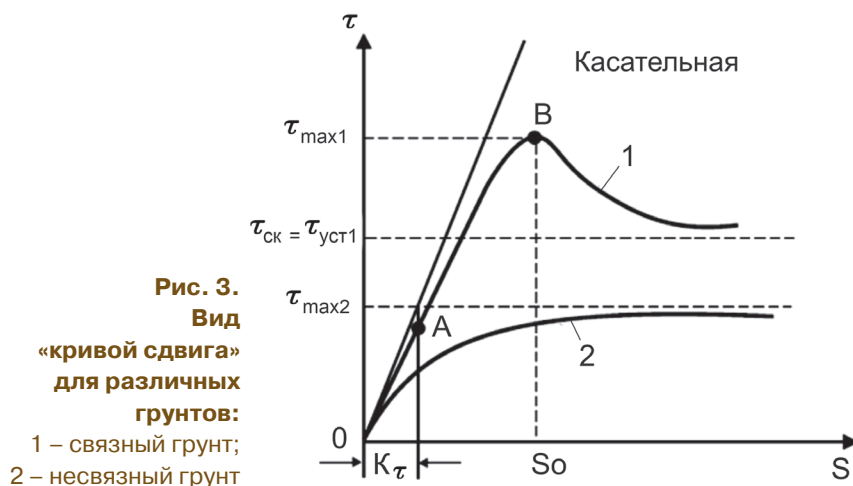


Рис. 3.
Вид
«кривой сдвига»
для различных
грунтов:

1 – связный грунт;
2 – несвязный грунт

Выражением Джаноси-Ханамото аппроксимируют кривую сдвига (рис. 3)

$$\tau = \tau_{\max} \left(1 - e^{-s/k_{\tau}}\right), \quad (5)$$

где $\tau_{\max}$ – максимальное сопротивление грунта сдвигу, Па;
 s – горизонтальная деформация грунта, м;
 k_{τ} – параметр грунта (модуль деформации грунта), м.

Модуль деформации грунта определяется следующим образом:
при $s = 0$

$$\frac{d\tau}{ds} = \left| \frac{\tau_{\max}}{k_{\tau}} e^{-s/k_{\tau}} \right| = \frac{\tau_{\max}}{k_{\tau}}. \quad (6)$$

По сути, эта величина характеризует интенсивность начального изменения напряжений в грунте при его сжатии. Для несвязных грунтов хорошо описывает кривые сдвига выражение (5). Кривая 1 на рис. 3 показывает более сложную зависимость для связных грунтов, имеющих максимальное значение при сдвиге s_0 .

Знание законов механических характеристик и моделирование грунтов позволяют проводить математическое моделирование процесса движения поливальных машин [10, 11].

Анализ существующих законов и математических моделей позволяет прорабатывать ситуации работы дождевальных установок на пневматических колесных опорах, показывает

безусловную перспективность их использования. Это обуславливает непрерывное совершенствование конструкций колесных трубопроводов с учетом движения по грунтам, находящимся в различном состоянии, при этом совершенствуются и технологические процессы полива.

Выводы

1. Колесные дождевальные машины просты по конструкции, легки в управлении и, как показывает практика, достаточно экономичны и эффективны в плане сбережения посевов от повреждений. Наряду с этими преимуществами установки на колесных опорах имеют существенную проблему – искривление трубопровода при перекачивании, что вызывается причинами конструктивного характера, а также особенностями состояния грунта. Авторы многочисленных исследований данного вопроса предлагают в той или иной степени осуществимые способы решения этой задачи. Проблему можно решить, используя при проектировании теоретические исследования опорно-тяговой проходимости приводных тележек, а также учитывая их воздействие на посевной материал. Это позволит рассредоточить привод по отдельным группам колес, чтобы выровнять величину крутящего момента по длине трубопровода.

2. Для создания оптимальных условий фотосинтетического и симбиотического аппаратов сои, а также повышения урожайности необходимо

сокращать площади полей, подвергающихся уплотнению из-за постоянного прохождения техники по одному и тому же участку.

3. Целесообразно также учитывать расчётные изыскания при усовершенствовании конструкции пневматических колес для обеспечения равенства транспортирующих способностей всех колёсных тележек и минимизировать пробуксовывание ведущих колес, что в свою очередь, положительно скажется на прорастании семян сои.

Список

использованных источников

1. **Захарова Е.Б.** Формирование фотосинтетического и симбиотического аппаратов сои в зависимости от уплотнения почвы // Вестник АГАУ. 2009. № 3. С. 17-24.
2. **Затинацкий С.В., Колганов Д.А., Загоруйко М.Г.** Математическая модель оценки недобора урожая от переуплотнения почвы движителями сельхозмашин // Аграрный научный журнал. 2020. № 7. С. 69-72.
3. **Дорохов А.С., Бельшикина М.Е., Большова К.К.** Производство сои в Российской Федерации: основные тенденции и перспективы развития // Вестник Ульяновской ГСХА. 2019. № 3 (47). С. 25-33.
4. **Русинов А.В.** Определение площади уплотнения мелиоративных полей движителями машин // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: матер. II Междунар. науч.-практ. конф. Кафедра «Техносферная безопасность и транспортно-технологические машины». 2015.
5. **Павлов В.В., Кувшинов В.В.** Теория движения многоцелевых гусеничных и колесных машин: учебник для вузов. Чебоксарская типография №1, 2011. 424 с.
6. **Соловьев Д.А., Корсак В.В., Камышова Г.Н.** Цифровые технологии оптимизации параметров увлажнения расчетного слоя почвы // Аграрный научный журнал. № 1. 2021. С. 86-88.
7. **Dorokhov A.S., Sibirev A.V., Aksenov A.G.** Dynamic systems modeling using artificial neural networks for agricultural machines // INMATEH – Agricultural Engineering. 2019. Т. 58. № 2. С. 63-74.
8. **Aksenov A.G., Izmailov A.Yu., Dorokhov A.S. et al.** Onion bulbs orientation during aligned planting of seed-onion

using vibration-pneumatic planting device // INMATEH - Agricultural Engineering. 2018. T. 55. № 2. С. 63-69.

9. **Чижиумов С.Д.** Основы гидродинамики: учеб. пособ. Комсомольск-на-Амуре: ГОУ ВПО КНАГТУ, 2007. 106 с.

10. **Дасаева З.З., Русинов А.В.** Технические решения для снижения воздействия ДМ «ФРЕГАТ» на почву // Техносферная безопасность: наука и практика: матер. Междунар. науч.-практ. конф. Кафедра «Техносферная безопасность и транспортно-технологические машины». 2015.

11. **Соловьев Д.А., Елисеев М.С., Колганов Д.А.** и др. Результаты создания

дождевальной машины «Фрегат», работающей в режимах при низких напорах // Аграрный научный журнал. № 2. 2017. С. 67-69.

Research of the Interaction of Sprinkling Machine Propellers with the Support Environment

M.G. Zagoruiko, I.A. Bashmakov
(VIM)

D.A. Rybalkin

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

Summary. The analysis of the existing mathematical models of the options for

the operation of sprinkling machines on pneumatic wheel supports shows the unconditional promising of their use to create optimal conditions for photosynthetic and symbiotic soybean apparatus, as well as to increase yields. The expediency of design surveys has been proven when improving the design of pneumatic wheels to ensure equality of transporting capabilities and minimize slipping of the driving wheels is proved, which, in turn, will reduce the level of damage and have a positive effect on the germination of soybean seeds.

Keywords: soybean, yield, sprinkling machine, soil compaction, propellers, soil, wetness, deformation.

2-4 марта 2022



БОЛЕЕ 11 500 ПОСЕТИТЕЛЕЙ:
владельцы, руководители и ведущие специалисты хозяйств, а также региональные дилеры и молодые специалисты

50 ДЕЛЕГАЦИЙ ФЕРМЕРОВ
из районов Ростовской области и Юга РФ

ВЫСТАВКИ

ИНТЕРАГРОМАШ АГРОТЕХНОЛОГИИ

190 экспонентов из России, Беларуси, Польши

Более 50 новинок в области сельхозтехники и агротехнологий

Более 35 деловых мероприятий для специалистов в рамках Аграрного конгресса

23 000 м² выставочной экспозиции

180 единиц крупногабаритной прицепной и самоходной техники

130 брендов агрохимической продукции

Выставка «ИНТЕРАГРОМАШ» – это современная площадка для демонстрации новинок в области сельхозтехники аграриям юга России

Выставка «АГРОТЕХНОЛОГИИ» – это уникальная возможность для компаний-производителей семян и удобрений презентовать современные разработки конечным покупателям перед стартом весенне-полевых работ

РОСТОВ-НА-ДОНУ, ПР. М. НАГИБИНА, 30
Тел. (863) 268-77-94; www.interagromash.net



УДК: 632.935.9: 664.727

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-1-21-24

Применение низкотемпературной плазмы для обработки семян ячменя

Д.И. Петрухина,

канд. биол. наук, ст. науч. сотр.,
daria.petrukhina@outlook.com

В.И. Шишко,

науч. сотр.,
valentine585@yandex.ru

О.В. Тхорик,

науч. сотр.,
oxana.tkhorik@gmail.com

В.А. Харламов,

канд. биол. наук, ст. науч. сотр.,
kharlamov@gmail.com

С.А. Горбатов,

науч. сотр.,
gorbatovsa004@gmail.com
(ФГБНУ ВНИИРАЭ)

Аннотация. Установлено, что обработка низкотемпературной аргоновой СВЧ-плазмой атмосферного давления длительностью от 1 до 10 мин статистически значимо не изменяет лабораторную всхожесть, а также степень поражения и распространенность гельминтоспориоза у семисуточных проростков ячменя. Обработка в течение 10 мин уменьшает сырую массу. Энергия прорастания семян ячменя снижается при воздействии в течение 5 и 10 мин.

Ключевые слова: холодная плазма, ячмень, гельминтоспориоз, лабораторная всхожесть, энергия прорастания.

Постановка проблемы

Применение низкотемпературной плазмы атмосферного давления в сельском хозяйстве и пищевой промышленности находится в стадии первоначального развития и имеет весьма обширные перспективы. Согласно литературным данным, первичные активные частицы плазмы образуются непосредственно в месте ее контакта с обрабатываемым объектом. Они напрямую реагируют с органическими веществами биологических субстратов объекта. Также излучение плазмы воздействует на объект дистанционно (бесконтактно, неинвазивно), а первичные активные частицы образуются под действием излучения в субстрате и далее вступают в реакции с его веществами. Излучение плазмы – фотоны – принимают участие в образовании активных форм кислорода и азота. Именно эти активные частицы инициируют химические превращения органических субстратов [1].

Актуальным направлением применения низкотемпературной плазмы является предпосевная обработка семенного материала с целью обеззараживания его поверхности от микроорганизмов, а также для стимулирования прорас-

тания семян, роста и развития растений [2]. В литературе приведены данные исследований по обработке низкотемпературной плазмой различных семян для дезинфекции их поверхностей, в том числе семян деревьев [3], сои [4], томатов [5], огурца и перца [6]; зерен кукурузы [7], семян маша, или бобов мунг [8], базилика [9].

В литературных источниках сообщается, что низкотемпературная плазма наиболее эффективна в борьбе с микробной обсемененностью поверхности семян по сравнению с обработкой электронным пучком. Оба метода ускоряли прорастание семян при кратковременной плазменной обработке (<120 с) и всех применяемых дозах обработки электронным пучком (8-60 кГр). Однако даже самая низкая доза обработки электронным пучком (8 кГр) в этом исследовании вызвала аномалии корней у проростков, что свидетельствует о пагубном ее воздействии на ткань семян [10].

Активно создаются устройства – генераторы плазмы и генераторы излучения плазмы различного типа, которые являются источниками активных частиц. В генераторах плазмы используют барьерный, скользящий дуговой, искровой и коронный электрический разряды [1]. Получаемый эффект от применения низкотемпературной плазмы во многом зависит от используемого источника [2].

Цель исследований – оценка применимости сконструированного микроволнового источника нетермальной плазмы атмосферного давления для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур на примере ярового ячменя.

Материалы и методы исследования

В эксперименте использовали семена ячменя (*Hordeum vulgare* L.) ярового сорта Владимир урожая 2018 г., которые были отсортированы по 150 шт. на каждый вариант эксперимента. Для генерирования низкотемпературной плазмы использовали микроволновый разряд коаксиальной конфигурации в струе аргона при атмосферном давлении. Источник плазмы состоял из малобюджетного магнетронного СВЧ-генератора диапазона 2,45 ГГц с высоковольтным блоком питания, набора сменных элементов волноводного тракта, согласованной оконечной водяной нагрузки, ионизационной камеры.

Обработку семян проводили аргоновой плазмой в коническом концентраторе на расстоянии 13 см от сопла источника до исследуемого объекта. Расход аргона – 5 л/мин. Семена выкладывали в один слой на сетку, облучали в течение 1, 5 и 10 мин. Далее контрольные и обработанные группы семян про-

рачивали в рулонах в термостате при температуре 20-21 °С в соответствии с ГОСТ 12038-84. В каждом рулоне содержалось по 50 семян. На третьи сутки определяли энергию их прорастания, на седьмые – лабораторную всхожесть и силу роста, измеряли длину ростка и корня, сырую и сухую массу. Далее проводили фитосанитарную экспертизу. Степень поражения и распространенность болезней определяли по ГОСТ 12044-93 на гельминтоспориоз и фузариоз.

Результаты исследований и обсуждение

Используемый плазменный источник содержит ионизационную камеру со впускным патрубком для ввода газа, ионизирующий электрод внутри ионизационной камеры и микроволновый генератор. Кроме того, прямоугольный волновод снабжен волноводной согласованной нагрузкой. Для снижения температуры потока при сохранении концентрации ионизации/активации на внешнем конце наконечника выполнен газовый концентратор из нержавеющей стали толщиной 0,4 мм, который образует расширительную камеру в виде усеченного конуса, при этом площадь сечения входа в расширительную камеру больше площади выходного сечения сопла в соотношении 2:1, а диаметр основания конуса вдвое больше диаметра его верхнего сечения. Общий вид экспериментальной установки представлен на рис. 1.

Обработка низкотемпературной плазмой в течение 5 и 10 мин снижала энергию прорастания семян ячменя (рис. 2). Энергия прорастания характеризует способность семян давать в полевых условиях дружные и ровные всходы, что гарантирует хорошую выравненность и выживаемость растений. Данный показатель демонстрирует долю проросших семян в общем их количестве (%), которое закладывалось в опыте.

Во всех экспериментах длина ростка и корешка у семисуточных проростков ячменя статистически значимо не изменялась, независимо от длительности обработки низкотемпературной СВЧ-плазмой.

Результаты исследования показали, что сырая масса семисуточных проростков ячменя после 10 мин обработки низкотемпературной СВЧ-плазмой уменьшилась, а сухая масса не изменилась. Доля содержания воды после обработки плазмой также статистически значимо не изменялась (см. таблицу).

Далее определяли количество семян (%), давших проростки в стандартных условиях, – лабораторную всхожесть. Под действием низкотемпературной СВЧ-плазмы лабораторная всхожесть статистически значимо не изменялась. Также обработка плазмой не влияла на силу роста у семисуточных проростков ячменя.

Изучали воздействие низкотемпературной СВЧ-плазмы на фитосанитарное состояние. Ни в контрольных, ни в облученных образцах фузариоз обнаружен не был. Степень поражения гельминтоспориозом в контроле составила 25±5 %. После обработки плазмой степень поражения гельминтоспориозом, а также его распространенность статистически значимо не изменялись.

В контроле распространенность гельминтоспориоза составила 75±12 %.

Полученные результаты исследований не показали стимулирующего эффекта плазмы. В исследованиях других авторов семена ячменя обрабатывали поверхностным диэлектрическим барьерным разрядом [11].



Рис. 1. Источник СВЧ-плазмы с коническим концентратором

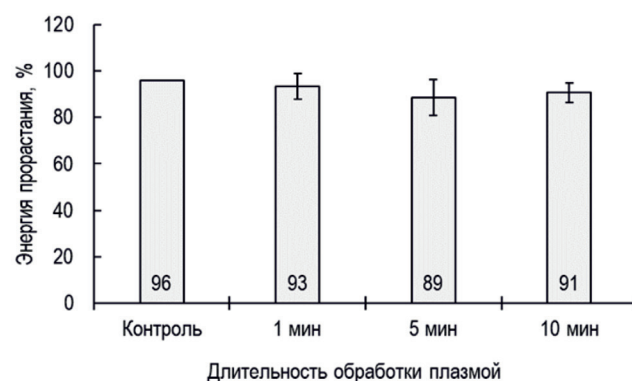


Рис. 2. Энергия прорастания семян ячменя на третьи сутки после обработки низкотемпературной плазмой

Сырая и сухая масса семисуточных проростков ячменя после обработки семян низкотемпературной плазмой

Длительность облучения плазмой	Масса на один проросток, г		Содержание воды в проростках, %
	сырая	сухая	
Контроль	0,29 ± 0,02	0,0425 ± 0,0041	85,40 ± 1,42
1 мин	0,28 ± 0,01	0,0425 ± 0,0008	84,69 ± 0,46
5 мин	0,29 ± 0,01	0,0441 ± 0,0023	84,79 ± 0,33
10 мин	0,26 ± 0,00	0,0379 ± 0,0054	85,29 ± 2,07

Было показано, что после плазменной обработки поверхность семян была потрескавшейся, в то время как у необработанных семян она была неповрежденной. Рост ячменя, обработанного плазмой, увеличился с 15 до 110 % в зависимости от продолжительности плазменной обработки.

Полученные результаты исследования также показали отсутствие существенных нарушений посевных качеств семян ячменя при предпосевной обработке СВЧ-плазмой. Исследованные образцы семян имели низкую исходную зараженность болезнями (кроме гельминтоспориоза), поэтому выраженного дезинфицирующего эффекта не наблюдалось. Однако в работе [12] показан биоцидный эффект низкотемпературной аргоновой плазмы при обработке семян ячменя, определяемый по снижению общего микробного числа (на 36,7 % при обработке в течение 5 мин) поверхностной микрофлоры.

Экспериментально установлено, что модернизированная (с использованием конусовидного концентратора плазмы) конструкция СВЧ-плазмотрона подходит для проведения обработки семенного материала, поскольку генерирует достаточный поток плазмы и обеспечивает устойчивое поддержание разряда в течение длительного времени. Существенных нарушений посевных качеств семян не обнаружено, при этом воздействие плазмой способствует снижению общей микробиологической обсемененности.

Практическая значимость работы состоит в том, что разработанная конструкция плазмотрона позволяет проводить длительные лабораторные исследования по внедрению плазменных технологий в сельское хозяйство. Таким образом, обработка низкотемпературной аргоновой СВЧ-плазмой атмосферного давления длительностью от 1 до 10 мин не изменяет основные морфометрические показатели у семисуточных проростков ячменя. Однако обработка в течение 10 мин приводила к уменьшению сырой массы. Энергия прорастания семян ячменя при воздействии в течение 5 и 10 мин снижалась, но лабораторная всхожесть статистически значимо не изменялась. Степень поражения и распространенность гельминтоспориоза находились на одном уровне с контрольными образцами.

Выводы

1. Предложена конструкция источника низкотемпературной аргоновой СВЧ-плазмы с газовым концентратором, выполненным в виде усеченного конуса, для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных растений.
2. Источник низкотемпературной плазмы генерирует достаточный ее поток и обеспечивает устойчивое поддержание разряда в течение длительного времени, а температура подходит для обработки биообъектов.
3. Плазменная обработка (1-10 мин, на расстоянии 13 см от источника до исследуемого объекта, расход аргона – 5 л/мин) не оказывает стимулирующего и угнетающего эффекта на начальные ростовые процессы семян сельскохозяйственных растений, но воздействие плазмой способствует снижению общей микробной обсемененности.

Список использованных источников

1. Пискарев И.М., Астафьева К.А., Иванова И.П. Источники газоразрядной плазмы: влияние поглощенной дозы и состава активных частиц на физико-химические превращения в биологических субстратах // Современные технологии в медицине. 2018. № 10(2). С. 90-100.
2. Development of Cold Plasma Technologies for Surface Decontamination of Seed Fungal Pathogens: Present Status and Perspectives / J. Mravlje, M. Regvar, K. Vogel-Mikuš // Journal of Fungi. 2021. No. 7(8) Article no. 650.
3. Disinfection from pine seeds contaminated with *Fusarium circinatum* Nirenberg & O'Donnell using non-thermal plasma treatment / B. Šerá, A. Zahoranová, H. Bujdaková, M. Šerý // Romanian Reports in Physics. 2019. No.71. Article no. 701.
4. Effects of non-thermal plasmas on seed-borne Diaporthe/Phomopsis complex and germination parameters of soybean seeds / M.C.P. Pizá, L. Prevosto, C. Zilli, E. Cejas, H. Kelly, K. Balestrasse // Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2018. No. 49. P. 82-91.
5. Stimulation of the Germination and Early Growth of Tomato Seeds by Non-thermal Plasma / M. Măgureanu, R. Sîrbu, D. Dobrin, M. Gîdea // Plasma Chemistry and Plasma Processing. 2018. No. 38(5). P. 989-1001.
6. Atmospheric pressure plasma treatment of agricultural seeds of cucumber (*Cucumis sativus* L.) and pepper (*Capsicum annuum* L.) with effect on reduction of diseases and germination improvement / V. Štěpánová, P. Slaviček, J. Kelar, J. Prášil, M. Smékal, M. Stupavská, J. Jurmanová, M. Černák // Plasma Processes and Polymers. 2017. No. 15. Article no. e1700076.
7. Cold Atmospheric Pressure Plasma Treatment of Maize Grains - Induction of Growth, Enzyme Activities and Heat Shock Proteins / L. Holubová, R. Švubová, L. Slováková, B. Bokor, V. Chobotová Kročková, J. Renčko, F. Uhrin, V. Medvecká, A. Zahoranová, E. Gálová // International Journal of Molecular Sciences. 2021. No. 22(16). Article no. 8509.
8. Aqueous and gaseous plasma applications for the treatment of mung bean seeds / M. Darmanin, A. Fröhling, S. Bußler, J. Durek, S. Neugart, M. Schreiner, V. P. Valdrámidis // Scientific reports. 2021. No. 11(1). Article no. 19681.
9. An Application of Cold Atmospheric Plasma to Enhance Physiological and Biochemical Traits of Basil / F. M. Abarghuei, M. Etemadi, A. Ramezani, A. Esehaghbeygi, J. Alizargar // Plants. 2021. No. 10(10). Article no. 2088.
10. Low-energy electron beam has severe impact on seedling development compared to cold atmospheric pressure plasma / A. Waskow, D. Butscher, G. Oberbossel, D. Klöti, P. Rudolf von Rohr, A. Büttner-Mainik, M. Schuppler // Scientific Reports. 2021. No. 11(1). Article no. 16373.
11. The biological effects of surface dielectric barrier discharge on seed germination and plant growth with barley / Y. Park, K.S. Oh, J. Oh, D.C. Seok, S.B. Kim, S.J. Yoo, M.J. Lee // Plasma Processes and Polymers. 2018. No. 15(2). Article no. 1600056.
12. Харламов В.А., Полякова И.В., Петрухина Д.И. Биоцидное действие нетермальной аргоновой плазмы на микрофлору семян ячменя // Техника и оборудование для села. 2021. № 4 (286). С. 20-23.

Application of Low-temperature Plasma for Treatment of Barley Seeds

D.I. Petrukhina, V.I. Shishko, O.V. Tkhorik, V.A. Kharlamov, S.A. Gorbатов (RIRAE)

Summary. It has been established that treatment with low-temperature argon microwave plasma of atmospheric pressure for 1 to 10 minutes does not statistically significantly change laboratory germination, as well as the degree of damage and prevalence of helminthosporiasis in seven-day-old barley seedlings. Processing for 10 minutes reduces the wet weight. The barley seeds germination energy decreases when exposed for 5 and 10 minutes.

Keywords: cold plasma, barley, helminthosporiasis, laboratory germination, germination energy.

Реферат

Цель исследований – оценка применимости сконструированного микроволнового источника нетермальной плазмы атмосферного давления для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур. В исследованиях на каждый вариант опыта брали по 150 семян ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.) сорта Владимир. Для генерирования низкотемпературной плазмы использовался микроволновый разряд коаксиальной конфигурации в струе аргона при атмосферном давлении. Источник плазмы состоял из магнетронного СВЧ-генератора диапазона 2,45 ГГц с высоковольтным блоком питания, набора сменных элементов волноводного тракта, согласованной оконечной водяной нагрузки, ионизационной камеры. Обработку семян проводили аргонной плазмой в коническом концентраторе на расстоянии 13 см от сопла источника до исследуемого объекта. Расход аргона составлял 5 л/мин. Семена выкладывали в один слой на сетку, облучали в течение 1,5 и 10 мин. Далее контрольные и обработанные группы семян проращивали в рулонах в термостате при температуре 20-21 град. – в соответствии с ГОСТ 12038-84. В каждом рулоне содержалось 50 семян. На третьи сутки определяли энергию их прорастания, на седьмые – лабораторную всхожесть и силу роста. Измеряли длину ростка и корня, сырую и сухую массу, проводили фитосанитарную экспертизу семян. Степень поражения и распротраненность болезней определяли по ГОСТ 12044-93 (гельминтоспориоз и фузариоз). В результате исследований установлено, что обработка низкотемпературной плазмой (продолжительность 1-10 мин, расстояние от источника излучения до объекта 13 см, расход аргона 5 л/мин) не оказывает стимулирующего и угнетающего воздействия на начальные ростовые процессы, но способствует снижению общей микробной обсемененности семян ячменя.

Abstract

The purpose of the research is to assess the applicability of the designed microwave source of non-thermal atmospheric pressure plasma for pre-sowing treatment of agricultural crops. In the course of studies, 150 seeds of Vladimir cultivar spring barley (*Hordeum vulgare* L.) were taken for each option of the experiment. A microwave discharge of a coaxial configuration in an argon jet at atmospheric pressure was used to generate a low-temperature plasma. The plasma source consisted of a 2.45 GHz microwave magnetron generator with a high-voltage power supply, a set of replaceable waveguide path elements, a matched terminal water load, and an ionization chamber. The seeds were treated with argon plasma in a conical concentrator at a distance of 13 cm from the source nozzle to the item under study. The argon flow rate was 5 L / min. The seeds were laid out in one layer on a grid irradiated for 1.5 and 10 minutes. Further, the control and treated groups of seeds were germinated in rolls in a thermostat at 20-21 Centigrade in accordance with GOST 12038-84. Each roll contained 50 seeds. On the third day, the seed germination energy was determined, and the laboratory germination and growth force were determined on the seventh day. The length of the sprout and root, as well as wet and dry weight was measured, and a phytosanitary examination of the seeds was carried out. The degree of damage and the prevalence of diseases were determined according to GOST 12044-93 (helminthosporium and fusarium). As a result of research, it was found that treatment with low-temperature plasma (duration: 1-10 min; distance from the radiation source to the item: 13 cm, argon consumption: 5 L / min) did not have a stimulating and depressing effect on the initial growth processes, but helped to reduce the total microbial contamination of seeds barley.

XIV МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ВЫСТАВКА

КАРТОФЕЛЬ

3-4 марта 2022



В ТОРГОВО-ВЫСТАВОЧНОМ
КОМПЛЕКСЕ «ЭКСПО-КОНТУР»
Г. ЧЕБОКСАРЫ,
ЯДРИНСКОЕ ШОССЕ, 3

ТЕЛ. +7(8352)45-93-26
AGRO-IN.CAP.RU

УДК 631.55

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-1-25-29

Особенности воздействия на почву зерноуборочных комбайнов

В.И. Скорляков,

канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,
skorlv@yandex.ru

В.Ю. Ревенко,

канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,
skskniish@rambler.ru

(Новокубанский филиал

ФГБНУ «Росинформагротех»

[КубНИИТИМ])

Аннотация. Установлены диапазоны изменения нагрузки на колеса зерноуборочных комбайнов в технологическом процессе уборки зерновых культур. Приведены результаты экспериментальных и расчетных оценок показателей максимального давления колес на почву и тенденций их изменения в производственно востребованном диапазоне размерно-весовых характеристик комбайнов.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, нагрузка на колесо, максимальное давление, анализ тенденций.

Постановка проблемы

В последние годы наблюдается устойчивый рост продуктивности зерновых колосовых культур, что вызывает повышение потребности в высокопроизводительных уборочных и транспортных средствах. В результате конкуренции фирм в борьбе за производительность значительно увеличились размерные характеристики зерноуборочных комбайнов. Так, в настоящее время вместимость бункеров отдельных моделей комбайнов фирмы «CLAAS» достигает 13,5 м³, фирмы «New Holland» – 14,5 м³ при их массе соответственно 18,9 и 20 т [1]. Тенденция увеличения размерно-массовых характеристик прослеживается и для отечественных зерноуборочных машин. Так, у комбайнов Дон 1500 Б, Acros 580 и Torum 760, поочередно поставленных на производство, вместимость бункеров составляет соответственно 6, 9 и 12 м³.

При этом ряд исследователей считают, что в последние годы прослеживается тенденция необоснованного завышения вместимости бункеров комбайнов, приводящая к росту их массы и увеличению негативного воздействия на почву. В работе [2] отмечено, что комбайны с пропускной способностью 8,5-12 кг/с и вместимостью бункера 9-12 м³ оказывают давление на почву 250-350 кПа, поэтому авторы рекомендуют использовать высокопроизводительные комбайны с бункерами 6-9 м³.

Очевидно, что увеличение вместимости бункеров комбайнов вызывает необходимость соответствующего увеличения грузоподъемности обслуживающих их автомобилей. Повышенные объемы зерна, перемещаемые по полю в технологических емкостях высокопроизводительных уборочных и транспортных машин, как и повышенная масса самих машин, неизбежно приводят к росту вертикальной нагрузки на почву, способствуя деградации почвенного плодородия.

Негативное воздействие ходовых систем тяжелых сельскохозяйственных машин на почву приводит к увеличению её плотности на 30,6 % (до 1,6-1,8 г/см³), твердости – до 100-120 Н/см², ухудшению макроагрегатного состава почв, нарушению водного, воздушного, теплового режимов и снижению урожайности зерновых на 20-30 % [3].

Значительны затраты и при вспашке переуплотненных почв. Так, если сопротивление вспашке по следам гусеничных тракторов возрастает на 16-25%, колесных тракторов, автомобилей и комбайнов – на 44-65, то по следам транспортных агрегатов – на 72-90% [4]. При этом глубина переуплотнения почвы ходовыми органами тяжелых уборочных и транспортных машин достигает 0,8-1 м.

Но если пахотный слой в процессе почвообработки может быть разуплотнен, то расположенная ниже и не подвергаемая механическому разуплотнению прослойка сохраняется до нескольких лет, ухудшая режимы влагопереноса в почве и другие важные для плодородия процессы.

Острота проблемы переуплотнения и деградации почвы вызвала логичные рекомендации некоторых ученых о кардинальном сокращении номенклатуры и отказе от тяжелой техники для механизации растениеводства, в том числе от тяжелых самоходных комбайнов [5, 6].

Таким образом, решение вопросов повышения производительности ведёт в последние годы к увеличению размерно-массовых параметров зерноуборочных комбайнов, а следовательно, нарастанию негативного воздействия на почву ходовых органов как уборочных, так и транспортных машин. Несмотря на регламентацию методов определения воздействия движителей на почву [7], методов оценки их максимального давления [8], норм воздействия [9], на поля выходят комбайны со значительным превышением нормативов и допусков.

При выборе нового комбайна для хозяйства вопросы давления на почву, требующие проведения сложных расчетов, остаются вне компетенции потребителей. Очевидно, что данная ситуация требует глубокого анализа и поиска путей ее исправления. Тем более, что наряду с оценками негативного влияния на почву высокой массы зерноуборочных комбайнов в известных публикациях слабо отражены численные оценки тенденций изменения показателей применительно ко всему востребованному размерному ряду комбайнов.

Цель и задачи исследования – анализ тенденций изменения пока-

зателей воздействия ходовых систем зерноуборочных комбайнов на почву в производственно востребованном диапазоне их размерно-массовых характеристик с учетом реальных условий уборочного процесса.

Материалы и методы исследования

Метод исследования – экспериментально-расчетный. Объекты исследований – зерноуборочные комбайны с производственно востребованными размерно-массовыми и функциональными характеристиками. Для исследования были отобраны комбайны, эксплуатационная масса которых рассредоточена в диапазоне 6–17 т (см. таблицу). Параметры бункера для зерна и ширина жатки были типичными для рассматриваемого диапазона.

В соответствии с поставленной целью при эксплуатационной массе комбайнов (полностью укомплектованы и заправлены эксплуатационными жидкостями и топливом согласно инструкции по эксплуатации, но без жатки и с пустым бункером) определяли среднее условное давление движителей комбайнов на жесткое опорное основание по ГОСТ 7057-81 [10]. Площадка, на которой было установлено тензометрическое весовое устройство, отвечала требованиям ГОСТ 23734-98 [11]. Отклонение от плоскостности её поверхности в пределах габаритных размеров комбайна не превышало 5 мм. Вертикальную нагрузку колесного движителя на опорное основание определяли с помощью четырех платформенных

Основные технические характеристики зерноуборочных комбайнов

Марка комбайна	Масса эксплуатационная, кг	Вместимость бункера, м ³	Ширина жатки, м	Типоразмер шин: передних / задних	Внутришинное давление, МПа
СК-5 «Нива»	6690	3,1	5	21,3-24 / 12,0-16	0,245 0,206
ДОН-1500Б	12090	6	7	30,5L32 / 18,4-24	0,171 0,147
Fendt 6300C	14050	9	6,75	650/75R32 / 540/65R24	0,27 0,24
New Holland CX8080	16280	10,5	10,2	900/60R32 / 600/65R28	0,22 0,16
Torum-780	17450	12	9,1	30,5L32 / 18,4-24	0,28 0,26
K3C-3219	18770	9,5	9,1	900/60R32 / 600/65R28	0,24 0,23

тензометрических весов CAS RW-10P (Корея) с пределом взвешивания 10 т, цена поверочного деления – 10 кг, предел допустимой погрешности – 20 кг.

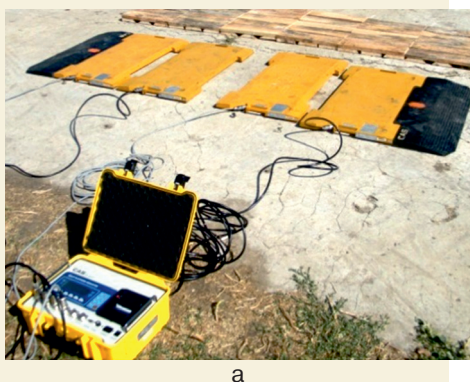
При определении среднего условного давления шины на почву диаметр ненагруженной шины рассчитывали по длине окружности, измеренной на центральной линии протектора. Ширину профиля шины определяли на поверхности боковин в четырех равнорасположенных точках. Статический радиус нагруженной вертикальным усилием шины измеряли от плоскости опоры до центра колеса с помощью специального штатива.

Контурную площадь контакта протектора шины определяли в соответствии с требованиями ГОСТ 7057-81 [10]. Измерения проводили на ровной бетонной площадке с использованием стального квадратного листа со стороной, равной 1 м. Отпечаток по-

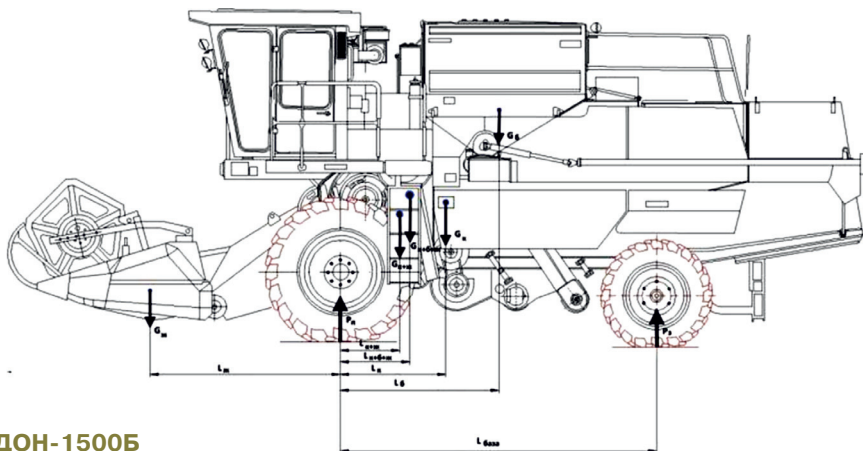
лучали путем многократного подъема и опускания колеса комбайна на лист с помощью домкрата до полного заполнения отпечатка. После каждого цикла колеса поворачивали на угол, соответствующий ширине почвозацепа. Нанесение мела на выступы последнего обеспечивало наличие четкого отпечатка на черном стальном листе. Его контур очерчивали плавной кривой, охватывающей выступы. Полученный след фотографировали цифровой камерой с последующей обработкой снимка на компьютере с целью точного определения искомой площади.

На рис. 1 приведены бетонная площадка с установленными тензометрическими весами и схема комбайна с приложенными к нему статическими нагрузками.

Расстояния между векторами приложения сил определяли с помо-



а



б

Рис. 1. Тензометрические весы (а) и схема приложения сил к комбайну ДОН-1500Б в различных комплектациях (б)

щью масштабирования графических компоновок комбайнов, приводимых в технической документации, величину максимального давления на почву – по ГОСТ 26953-86 [8]. Также с использованием расчетных методов определяли необходимые показатели для следующих вариантов применения комбайнов:

- с поднятой жаткой и пустым бункером;
- с поднятой жаткой и бункером, заполненным зерном озимой пшеницы;
- без жатки и пустым бункером;
- без жатки, с полным бункером.

Первые два варианта имитировали реальные производственные условия применения комбайнов, включая воздействие массы адаптера на передние колеса при работе на «высоком срезе», а также нагрузки на ось в начале и по окончании цикла заполнения бункера зерном. Последние два варианта необходимы для оценки «вклада» массы жатки в общий результат суммарного показателя максимального давления передних колес на почву.

Результаты исследований и обсуждение

Разнообразие производственных хозяйственных условий требует гибкого использования комбайнов соответствующих классов пропускной способности с разными весовыми характеристиками, что обуславливает потенциальные различия исходных условий, влияющих на взаимодействие ходовых систем комбайнов с почвой. В зависимости от размерно-массовых характеристик комбайнов применяются шины разных размеров (рис. 2), но при безусловной комплектации шинами увеличенных типоразмеров колес передней оси как наиболее нагруженной.

Общая оценка максимального давления колес комбайна на почву с шинами того или иного типоразмера является достаточно сложной задачей, в том числе для специалистов-производственников. При приёмочных испытаниях в подавляющем большинстве случаев определяется нагрузка на колеса комбайна, не укомплектованного жаткой и с пустым

бункером. Но в процессе работы масса комбайна изменяется по мере заполнения бункера зерном, а также в зависимости от варианта использования жатки (с опорой на копирующие устройства или при работе на весу). В последнем варианте жатка, представляя собой своеобразную консоль, которая увеличивает нагрузку на передние колеса (в том числе от динамических воздействий), одновременно разгружая задний мост.

Расчетами, проведенными для исследуемой группы комбайнов, установлено, что с ростом их эксплуатационной массы нагрузка на переднее колесо значительно увеличивается в каждом из вариантов: «без жатки с пустым бункером», «с поднятой жаткой и пустым бункером», «без жатки, с полным бункером» и «с поднятой жаткой и полным бункером». Это увеличение выражается устойчивой тенденцией с достаточно высокими коэффициентами детерминации R^2 – соответственно 0,753, 0,692, 0,799 и 0,789.

Наиболее интенсивно нагрузка на переднее колесо в указанном массовом диапазоне увеличивается в варианте с приподнятой жаткой (на весу) и при заполненном бункере. Причем наибольшие значения достигаются для комбайнов с наибольшими бункерами, которые у комбайнов New Holland CX8080 и Torum-780 составляют соответственно 10,5 и 12 м³.

Необходимо отметить, что объем зерна, набираемого в бункер при производственной эксплуатации ком-

байна, существенно превышает приведенные конструкционные значения вместимости бункера вследствие распространенной практики наполнять его, дополнительно набирая зерно «с горкой», для чего предусмотрены соответствующие элементы конструкции бункеров. Впрочем, надо полагать, что данные элементы предусмотрены для экстренных случаев, например, при запаздывании транспорта для перевозки зерна.

Вполне очевидно, что негативное влияние на почву оказывают не только возросшие объемы зерна в бункере, но и соответствующее увеличение металлоемкости несущих конструкций комбайна. Как отмечено в работе [12], «Увеличение грузоподъемности бункера ведет к росту массы зерноуборочного комбайна с интенсивностью 300-400 кг/м³ и увеличению мощности двигателя на 5 кВт/м³».

В варианте «с поднятой жаткой и полным бункером» по сравнению с вариантом «без жатки, с пустым бункером» средняя нагрузка на переднее колесо комбайна ДОН-1500Б увеличивается в 1,7 раза (с 4030 до 6830 кг). У Torum-780 с эксплуатационной массой 17450 кг и вдвое большей вместимостью бункера (12 м³) нагрузка на переднее колесо увеличивается в 2,2 раза (с 4525 до 9955 кг), а у New Holland CX8080 – в 2,21 раза и достигает 10100 кг.

Применительно к уплотнению почвы при работе комбайна представляет интерес максимальное давление

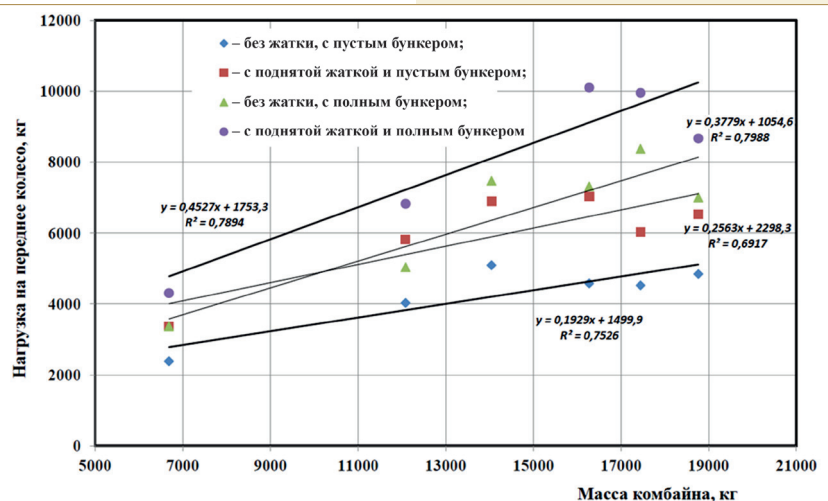


Рис. 2. Нагрузка на переднее колесо комбайнов в технологическом процессе комбайнирования

на нее, оказываемое ходовой системой комбайна, которое регламентируется стандартами. В соответствии с методикой [8], максимальное давление было определено для всех рассматриваемых комбайнов применительно к вариантам нагрузок от жаток, для порожних и заполненных бункеров.

Согласно ГОСТ 58655-2019 [9], при влажности почвы 0,5-0,6 НВ, как наиболее характерной для периода проведения уборочных работ в зоне проведения исследований, давление на почву не должно превышать 180 кПа. Очевидно, что, исходя из необходимости проведения приемочных испытаний новых машин, комбайностроители стремятся обеспечить соответствие своих изделий данному критерию. Из рис. 3 видно, что для комбайна без жатки и с пустым бункером регламентированное в стандарте требование практически выдержано для пяти комбайнов из шести (кроме Fendt 6300C с превышением допустимого показателя на 18,3 %).

При работе комбайна с пустым бункером и приподнятой жаткой (без опоры на копирующие устройства) у пяти комбайнов из шести максимальное давление колеса на почву превышает допустимое (180 кПа) на 19,4-47,8 % и лишь у ДОН-1500Б находится в пределах допустимого. Даже без учета массы жатки, при заполненном бункере у пяти комбайнов из шести (за исключением ДОН-1500Б) превышение максимального давления на почву сверх допустимого находится в пределах 28-105 кПа (15,6-58,3 %). Еще большее превышение

допустимого давления для исследуемой группы комбайнов соответствует работе с приподнятой жаткой и при заполненном бункере (в пределах его конструкционного объема) – на 72-155 кПа, или на 40,0-86,1 % от допустимого уровня. Исключением, как и в предыдущем случае, является ДОН-1500Б с превышением максимального давления всего на 2,8 %.

Наиболее существенным отличием ДОН-1500Б среди комбайнов с эксплуатационной массой более 12 т является наименьшая вместимость бункера (6 м³) и расположение его в середине базы машины. Очевидно, что данные параметры наряду с обоснованным выбором шин позволяют комбайну соответствовать установленному требованию к максимальному давлению на почву наиболее нагруженных передних колес.

При этом иллюстрацией нерационального подбора шин является СК-5 «Нива», у которого, несмотря на меньшие эксплуатационную массу и вместимость бункера, работа с заполненным бункером и приподнятой жаткой приводит к превышению допустимого уровня максимального давления на 48,9 %. При работе остальных комбайнов с приподнятыми жатками с начала поступления зерна в бункер и до его заполнения превышение допустимого максимального давления на почву передних колес изменяется в следующих пределах: у СК-5 «Нива» – с 20 до 48,9 %; Fendt 6300C – с 27,8 до 86,1%; New Holland CX8080 – с 47,8 до 67,2 %; КЗС-3219 – с 24,4 до 40 %; Torum-780 – с 19,4 до 59,4 %.

Из трех комбайнов (New Holland CX8080, КЗС-3219 и Torum-780) с наибольшей вместимостью бункеров (соответственно 10,2, 9,5 и 12 м³) и эксплуатационной массой (соответственно 16,28, 18,77 и 17,45 т) у двух из них (New Holland CX8080 и Torum-780) заполненный бункер приводит к превышению допустимого уровня давления на почву на 67,2 и 59,4 %. Однако один комбайн из этой тройки (КЗС-3219) выглядит более предпочтительным, так как при заполненном бункере максимальное давление сверх допустимого уровня не превышает 40 %.

Действующие стандартизованные требования к ограничению давления на почву зерноуборочных комбайнов в реальности не обеспечиваются как отечественными, так и зарубежными современными высокопроизводительными образцами. Для нормализации сложившейся ситуации необходимы системный анализ и корректировка действующей нормативной документации (ГОСТы, агротребования и др.) с учетом вариативности применения комбайнов в реальных условиях уборочного процесса.

Следует отметить, что в процессе исследований была установлена пропорциональная зависимость между максимальным давлением передних колес на почву в условиях производственной эксплуатации с первоначальным давлением их на почву в варианте «с пустым бункером и без жатки» (рис. 4). Поэтому для предварительного выбора комбайна можно ограничиться результатами развесовки и определением максимальных давлений передних колес для базового варианта (без жатки, с пустым бункером). При необходимости уровень воздействия на почву комбайна по вариантам производственного применения может быть определен в результате соответствующих расчетов и в дальнейшем использован при выборе комбайна или типоразмера шин к нему.

Таким образом, доминирующий при испытаниях вариант развесовки комбайнов – без жатки, с последующим расчетом максимальных давлений – может обеспечить выбор машины с наименьшими показателями

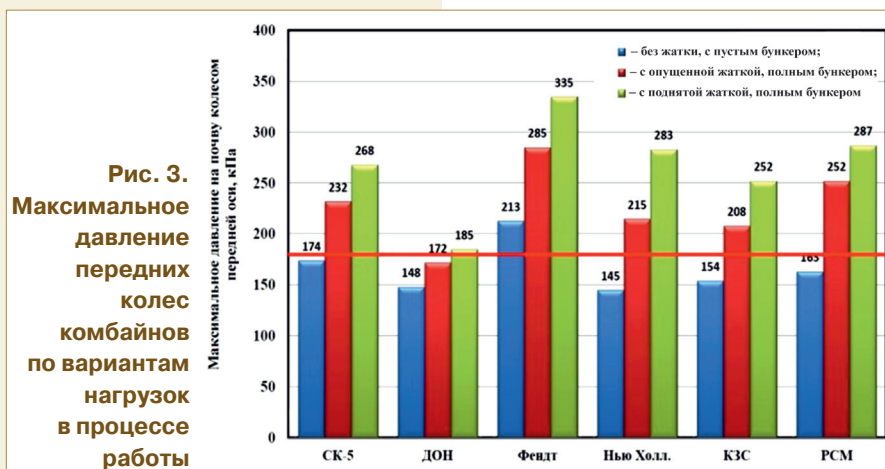
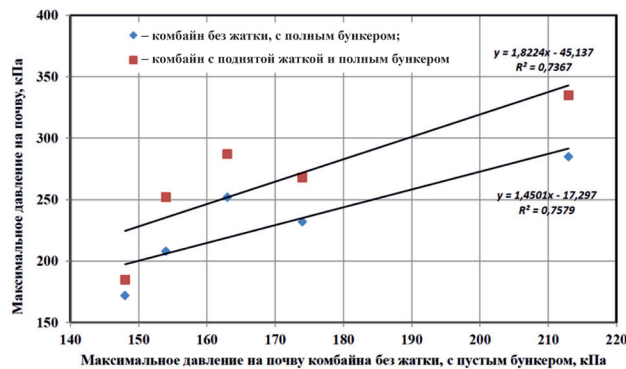


Рис. 4.
Зависимость
максимального
давления колес
исследуемых
комбайнов на почву
по вариантам
их производственного
применения
от базовых
показателей



воздействия на почву. Однако наиболее приближен к реальным условиям работы вариант с установленным на комбайн адаптером, приподнятым в положение «высокого среза».

Выводы

1. Для зерноуборочных комбайнов в диапазоне их эксплуатационной массы 6690-18770 кг значения нагрузок на почву, оказываемых колесом передней оси в варианте «без жатки, с пустым бункером» изменяется от 2385 до 5095 кг, в варианте «с приподнятой жаткой и пустым бункером» – увеличивается в 1,38-1,41 раза, в варианте «без жатки и с полным бункером» – в 1,41-1,64 раза, а в варианте «с приподнятой жаткой и полным бункером» – в 1,82-1,98 раза (с 4525 до 9955 кг).

2. Величина максимального давления на почву в диапазоне изменения эксплуатационной массы комбайнов 6690-18770 кг в варианте «без жаток и с пустыми бункерами» изменяется в пределах 148-213 кПа, а при заполненных бункерах и приподнятых жатках – в пределах 185-335 кПа. Наибольшие значения характерны для комбайнов New Holland CX8080, КЗС-3219 и Torum-780 с наибольшей вместимостью бункеров (соответственно 10,2, 9,5 и 12 м³) и высокой эксплуатационной массой, без адаптера – соответственно 16,28, 18,77 и 17,45 т. В данном случае превышение допустимого уровня максимального давления на почву (180 кПа) составит соответственно 67,2, 40 и 59,4 %.

3. Из шести представленных комбайнов стандартизованным требованиям по допустимому уровню давления на почву при их производственной эксплуатации благодаря гармоничности конструкции в наи-

большей мере удовлетворяет сочетание параметров, реализованное в комбайне ДОН-1500Б.

4. При работе комбайнов с приподнятыми жатками (без опор на копирующие устройства) с началом поступления зерна в бункер и до его заполнения степень превышения допустимого максимального давления на почву колес передней оси возрастает: у СК-5 «Нива» – с 20 до 48,9 %; ДОН-1500Б – до 2,8 %; Fendt 6300C – с 27,8 до 86,1 %; New Holland CX8080 – с 47,8 до 67,2 %; КЗС-3219 – с 24,4 до 40 %; у Torum-780 – с 19,4 до 59,4 %.

5. Согласно представленным результатам исследований, определение максимального давления зерноуборочных комбайнов на почву необходимо выполнять с учетом реальных условий уборочного процесса, в контексте возникновения дополнительных нагрузок на оси от сменных адаптеров и зерна в бункере.

Список использованных источников

1. Гольяпин В.Я. Новые зерноуборочные комбайны: особенности и инновационные разработки // Техника и оборудование для села. 2017. № 10. С. 40-47.
2. Дьячков А.П., Колесников Н.П., Семенов С.В. и др. Возможности повышения производительности технологических агрегатов, используемых в сельском хозяйстве, при снижении отрицательных воздействий на почву // Вестник Воронежского ГАУ. 2015. № 4 (47). Ч. 2. С. 105-108.
3. Слюсаренко В.В. Механико-технологическое совершенствование движителей энергонасыщенных сельскохозяйственных тракторов и их влияние на агроэкологическое состояние почвы и ее продуктивность: дис. ... д-ра техн. наук. Саратов, 2000. 469 с.

4. Русанов В.А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути ее решения. М.: ВИМ, 1998. 368 с.

5. Трубилин Е.И., Маслов Г.Г., Перстков В.В. Почему «буксует» машинно-технологическая модернизация сельскохозяйственного производства // Научный журнал КубГАУ. 2017. № 128(04) [Электронный ресурс]. URL: <http://ej.kubagro.ru/2017/04/pdf/33.pdf> (дата обращения: 05.03.2020).

6. Маслов Г.Г., Малашихин Н.В., Лаврентьев В.П. Эффективные направления снижения уплотнения почвы для сохранения ее плодородия // Научный журнал КубГАУ. 2019. № 146. С. 24-37.

7. ГОСТ Р 58656-2019 Техника сельскохозяйственная мобильная. Методы определения воздействия движителей на почву. М.: Стандартинформ, 2019. 20 с.

8. ГОСТ 26953-86 Техника сельскохозяйственная мобильная. Методы определения максимального давления движителей на почву. М.: Изд-во стандартов, 1986. 18 с.

9. ГОСТ Р 58655-2019 Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия движителей на почву. М.: Стандартинформ. 2019. 6 с.

10. ГОСТ 7057-81 Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний. М.: ИПК. Изд-во стандартов. 1981. 18 с.

11. ГОСТ 23734-98 Тракторы промышленные. Методы испытаний. М.: ИПК. Изд-во стандартов. 1998. 16 с.

12. Дьячков А.П., Трофимова Т.А., Колесников Н.П. и др. Совершенствование транспортно-технологического процесса функционирования машин и комплексов // Вестник Воронежского ГАУ. 2017. № 1(52). С. 94-101.

Features of the Impact on the Soil of Combine Harvesters

V.I. Skorlyakov,
V.Yu. Revenko
(KubNIITiM)

Summary. The ranges of change in the wheels load of combine harvesters in the technological process of harvesting grain crops are established. The results of experimental and calculated estimates of the indicators of the maximum pressure of the wheels on the soil and of the tendencies of their change in the production in-demand range of the size and weight characteristics of combines are presented.

Keywords: combine harvester, wheel load, maximum pressure, tendency analysis.

УДК 631.348.8: 621.318.373

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-1-30-34

Метод резонансно-низкочастотного обеззараживания зерна: биофизическое обоснование и инновационные преимущества

А.И. Пахомов,

д-р техн. наук, гл. науч. сотр.,

alivPx@mail.ru

(ФГБНУ «Аграрный научный центр
«Донской»)

Аннотация. Предложен новый способ обеззараживания зерна и семян с использованием резонансно-низкочастотных электромагнитных колебаний, характеризующийся простотой оборудования, экономичностью, безопасностью, равномерным качеством стерилизации. Получена целостная биофизическая модель, поэтапно отражающая процесс обеззараживания, которая иллюстрирует преимущества метода, недостижимые для других способов.

Ключевые слова: фитопатогены, резонансно-низкочастотные электромагнитные колебания, гидратированные ионы, осцилляции, мембранные каналы, патологии метаболизма, клеточная смерть.

Постановка проблемы

Известно, что широкое применение пестицидов в сельском хозяйстве приводит к тяжелым экологическим последствиям [1, 2]. Во избежание дальнейшего ухудшения ситуации как в природно-почвенном комплексе, так и в качестве конечной продукции нужны новые обеззараживающие технологии, не связанные с химическим протравливанием.

Определённые надежды на возможность отказа от ядохимикатов возлагают на биологические методы борьбы с фитопатогенами. Применяемые с этой целью биопрепараты нетоксичны, поскольку созданы на основе полезных грибов и бактерий. Однако, как отмечают агрономы, биофунгициды проигрывают химическим препаратам по ряду свойств [3].

Это устойчивость к внешним условиям, сложность приготовления рабочего раствора, недопустимость смешивания с другими препаратами. Кроме того, препараты данного класса действуют медленно и работают лишь на начальных стадиях инфицирования. При высоких фонах заражения, большом видовом разнообразии вредоносных грибов и бактерий, что характерно для современной фитосанитарной обстановки в АПК, они малоэффективны [3].

Другое направление экологически чистого обеззараживания – электрофизические методы на основе СВЧ-, КВЧ- и других электромагнитных излучений (ЭМИ) верхних частотных диапазонов. Эти методы не требуют покупных, весьма дорогостоящих препаратов, что сулит ежегодную выгоду хозяйствам, однако имеют ряд недостатков. К ним относятся неглубокое и неравномерное обеззараживание в результате малой проникающей способности микроволн и оптических излучений, значительное энергопотребление и невысокая производительность из-за отсутствия избирательного действия на фитопатогены, сложность и дороговизна оборудования, небезопасность рабочих излучений.

Принципиальную возможность избавиться от указанных недостатков предоставляют ЭМИ низкочастотного (НЧ) диапазона. Вопрос об их обеззараживающих свойствах находит положительный ответ в методе низкочастотного магнитного поля (НМП) [4, 5]. Метод НМП весьма эффективен в многокритериальной оценке [6], но по энергозатратам сопоставим с СВЧ-обеззараживанием. Другим его недостатком является фактор обу-

дования, т.е. зависимость результата от технических средств [7, 8].

В поисках новых решений обращает на себя внимание факт многочисленных гармоник несинусоидального НМП, неравнозначных для целей обеззараживания. Специальными исследованиями выявлены особые ингибирующие гармоники 23, 25, 30-го порядков, относящиеся к так называемым зубцовым [8]. Своим происхождением они обязаны зубчатой структуре статора и другим нелинейностям магнитной цепи. Согласно расчету и эксперименту указанные гармоники излучаются только двухполюсным устройством, благодаря чему его обеззараживающий эффект более чем в 4 раза превосходит эффект четырехполюсного [8].

Высокая критичность найденных гармоник НМП приводит к выводу об их доминирующем значении при индифферентности других частот, включая первую гармонику (основную частоту), которые только увеличивают энергопотребление. С этой точки зрения электромагнит – неэффективное устройство, производящее несколько полезных частот как продуктов искажений. Питающий его преобразователь частоты создает свои высокочастотные гармоники, способные нивелировать эффект указанных [7].

Из изложенного вытекает перспектива разработки более совершенного метода, оперирующего монохромными биоактивными частотами от линейного оборудования. При основной частоте НМП 20 Гц гармоникам 23, 25, 30-го порядков соответствуют частоты 460, 500, 600 Гц, которые и должны быть положены в основу нового метода. Не исключены, разумеется, и другие ингибирующие частоты,

нахождение которых требует дополнительных исследований.

Генерация и подвод к материалу синусоидальных НЧ-колебаний в диапазоне до 1 кГц не представляют трудностей (рис. 1), а благодаря их монохромности исчезает фактор оборудования. Также эти ЭМИ полностью безопасны, обладают высокой проникающей способностью и применимы для равномерной обеззараживающей обработки любых растениеводческих материалов, как подлежащих хранению, так и перед посевом.

Вместе с тем природа ингибирующего влияния частот до 1 кГц на данном этапе неизвестна. Сведения в работах [7, 8] носят краткий характер. Поэтому актуальны исследования, дающие полную картину взаимодействия НЧ электромагнитных полей с внутренними процессами в живых клетках патогенов. Это позволит теоретически обосновать новый метод, получивший название резонансно-низкочастотного (РНЧ).

Цель исследования – определить объект резонансно-низкочастотных (РНЧ) электромагнитных воздействий в микробных клетках, разработать целостную биофизическую модель ингибирующих процессов и на её основе показать преимущества РНЧ-метода.

Материалы и методы исследования

Исследования базировались на физике волн и колебаний, электромагнетизме, элементах теории биохимии и биофизики клетки, факторном анализе свойств гидратированных ионов, теоретическом анализе и информационном моделировании сложных взаимосвязанных и взаимозависимых явлений.

Первый этап методики предусматривал нахождение объекта НЧ ЭМИ в живых клетках. При этом целесообразно опираться на фундаментальные физические законы – теорию волн и колебаний и электромагнетизм, не прибегая к информационным и другим плохо проверяемым взаимодействиям. Например, сила Лоренца по отношению к движущимся ионам не подлежит сомнению и является



Рис. 1.
Техническая
реализация
НЧ-обеззараживания

установленным физическим фактом. Это же касается механических колебаний и резонанса. Подобный методический подход с использованием базовых законов повышает достоверность исследований.

Второй этап методики посвящен рассмотрению биологического отклика клеток на физические воздействия. Исходным материалом здесь служат известные представления о клеточном гомеостазе, метаболизме и роли плазматической мембраны в этих процессах. Особый интерес представляют мембранные каналы, свойства которых предметно изучаются в биологии, но прикладное значение имеют и в данном случае.

Мембранные каналы при всём своём многообразии – эволюционно-консервативные белковые структуры, которые естественным образом адаптированы к наличию у ионов гидратной оболочки. Разрушение последней из-за физических воздействий не может не сказаться на их транспортных функциях. Развивающиеся вследствие этого ингибирующие процессы в причинно-следственной связи и являются предметом исследований второго этапа.

Методически целесообразно выделить отдельный обменный процесс и исследовать его, обобщая протекающие явления. С этой целью выбран натриево-калиевый цикл – важнейший для клеточного метаболизма, играющий ключевую роль в самом существовании клеток.

Результаты исследований и обсуждение

«Мишенью» ЭМИ в живых клетках могут служить молекулы воды [9] или макромолекулы ДНК [10]. Эти объекты как колебательные системы имеют

резонансный отклик на гигагерцевых и терагерцевых частотах [9, 10], что подразумевает их индифферентность к частотам НЧ-диапазона. Это же касается и других клеточных элементов, которые едва ли способны осциллировать на низких частотах, а следовательно, не являются искомыми объектами воздействия.

Вместе с тем в клеточных средах присутствуют соединения, включающие в себя множество элементов. К таковым относятся гидратированные ионы K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- и др. Каждый гидратированный ион содержит центральный ион (или катион) и множество окружающих его молекул воды, удерживаемых электростатическими силами. Очевидно, что это довольно крупный конгломерат и многомерная колебательная система. Её возможному отклику на НЧ ЭМИ способствует и имеющийся электрический заряд.

Известны эксперименты по нахождению собственных частот гидратированных ионов K^+ , Na^+ , Cl^- в химических растворах [11]. Эти исследования, во-первых, подтверждают сам факт ионных осцилляций с характерными плавными резонансными кривыми и частотами резонанса в единицы килогерц. Во-вторых, их результаты позволяют перейти к оценке собственных частот биологических гидратированных ионов.

Естественные клеточные биосреды отличаются от искусственных химрастворов большей вязкостью и меньшей концентрированностью. Оба этих фактора снижают резонансы колеблющихся элементов, благодаря чему резонансы гидратированных ионов живых клеток принадлежат уже не единицам [11], а долям килогерца [8]. В этом же диапазоне излучаются

гармоники обеззараживающего электромагнита, включая ингибирующие 23, 25, 30-ю. Таким образом, налицо частотно-диапазонное соответствие между внешними возбуждающими частотами и собственными частотами гидратированных ионов, что позволяет считать последние объектом РНЧ-воздействия.

Что касается силовых взаимодействий, кроме упомянутой силы Лоренца, в них проявляется вихревое электрическое поле, образующееся внутри силовой катушки (см. рис. 1) от магнитного поля по законам Максвелла. Под действием электрической и магнитной составляющей заряженные объекты – движущиеся ионы – совершают сложные колебательные движения. Важна не форма, а амплитуда колебаний, которая будет максимальной $A_{\max}$ на определенной для каждого гидратированного иона частоте $F_{\text{рез}}$ (рис. 2).

Таким образом, из первого этапа исследований можно заключить, что в клеточных средах присутствуют низкочастотные низкодобротные колебательные системы – гидратированные ионы. Амплитуда их вынужденных колебаний зависит от выполнения условия $F = F_{\text{рез}}$, где F – внешняя возбуждающая частота. Если, например, $F = F_{\text{рез}} = 600$ Гц, гидратированный ион войдет в высокоамплитудные колебания с числом 600 в 1 с. Из-за интенсивных вибраций слабосвязанные молекулы воды отрываются от иона – происходит его искусственная дегидратация. Дальнейшие биологические последствия этого явления нуждаются в отдельном рассмотрении.

Согласно второму этапу методики биологические явления целесообразно анализировать на примере натриево-калиевого цикла (обмена). Настоящий цикл присутствует во всех живых клетках, но несколько отличается у микробов и млекопитающих. В микробных клетках нет единого натриево-калиевого насоса, а обмен ионов натрия и калия протекает через отдельные каналы. Для конкретизации рассмотрим два из них: 1) калиевый канал – унипортер,

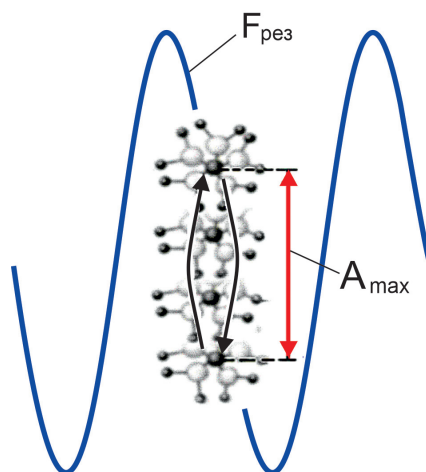


Рис. 2. Резонансные осцилляции гидратированного иона

доставляющий ионы K^+ в клетку; 2) канал-антипортер Na^+/H^+ , удаляющий натрий из клетки и доставляющий в неё протоны водорода.

Оба канала строго селективны, пропускают только соответствующие им ионы, причем антипортер Na^+/H^+ избирательно обменивает ионы Na^+ на H^+ . Необходимо отметить, что непрерывные процессы переноса указанных заряженных частиц важны не только для метаболических потребностей клетки, но и для формирования электрического заряда мембраны – движущей силы всего электродиффузионного транспорта.

Характеризуя калиевый канал или ионно-селективную пору, можно отметить, что при размере 0,41 нм он пропускает ионы калия диаметром 0,27 нм, но задерживает ионы натрия диаметром 0,19 нм. Таким образом, положительно заряженные катионы K^+ , Na^+ , движущиеся по одинаковому закону электродиффузии, неким образом разделяются каналом, несмотря на их размеры, допускающие свободное прохождение через него. Можно заключить, что «ключом» для их распознавания служит не сам ион, а его гидратная оболочка.

Свойства ионов, представленные в таблице, говорят о том, что ион натрия в силу большего гидратного числа присоединяет больше молекул воды, чем ион калия. Это увеличивает его размер до 0,48-0,66 нм и не позволяет двигаться по калиевой поре

размером 0,41 нм. Казалось бы, это объясняет механизм селекции, но, с другой стороны, известно, что ионы движутся по каналу практически без гидратной оболочки, а значит, принцип простого ионного «сита» в данном случае не состоятелен.

В современных представлениях механизм селективности сложнее и основан на теории Эйзенмана и модели Хилле [12]. При этом учитываются как стерические причины (размеры канала и иона), так и энергетические, заключающиеся во взаимодействии с полярными группами в стенках канала. Указанные группы представляют собой атомы кислорода, выстилающие стенку канала в области селективного фильтра.

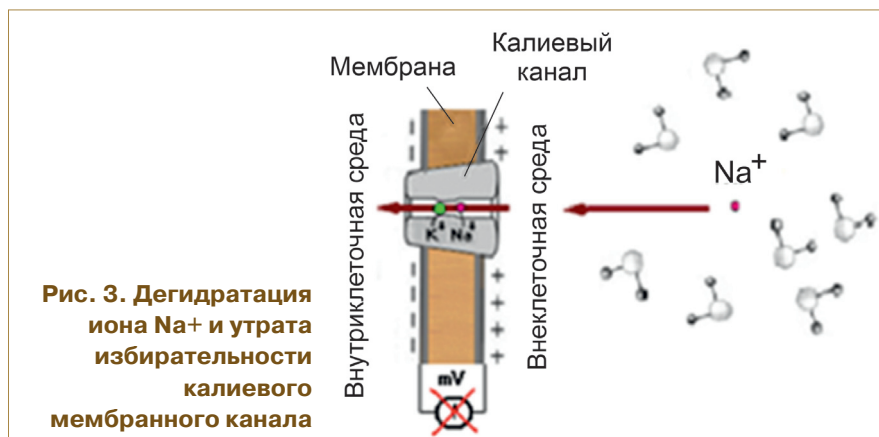
Общий принцип функционирования ионно-селективной поры в кратком изложении состоит в следующем. Свободный ион вместе с гидратной оболочкой входит в селективный фильтр, где благодаря атомам кислорода, связывающим воду, освобождается от окружающих его молекул H_2O . При этом по Эйзенману наблюдается возрастание свободной энергии, обусловленное потерей гидратной оболочки (500-700 кДж/моль), которое компенсируется понижением энергии при взаимодействии с дипольными группами канала, что облегчает проникновение иона в канал.

Последующее продвижение по каналу обусловлено, в том числе, стерическими причинами. Параметры фильтра калиевого канала по числу атомов кислорода таковы, что связываются практически все молекулы воды, после чего размеры иона K^+ без гидратной оболочки (см. таблицу) обеспечивают его свободное движение по каналу. Гидратная оболочка иона Na^+ содержит больше молекул воды, которые не могут быть полностью связаны фильтром калиевого канала, вследствие чего его эффективный размер остается большим, чем размеры данного канала, и движение по нему невозможно.

Рассмотренный селективный механизм, весьма совершенный (на 10^2 - 10^4 ионов калия может проникнуть один ион натрия), дан для понимания сути его уязвимости. Так, ион натрия,

Свойства гидратированных ионов

Ион	Диаметр, нм	Гидратное число	Размер с гидратной оболочкой, нм
Na ⁺	0,19 	7-17	 0,48-0,66
K ⁺	0,27 	4-12	 0,32-0,44



принудительно осциллируя, теряет «гидратный код» – необходимое число молекул воды для связывания их селективным фильтром калиевого канала, включая те, которые при естественной селекции остаются вокруг иона, не позволяя ему войти в «чужой» канал. В результате ион Na⁺ получает размер (см. таблицу), не препятствующий его движению по калиевой поре наряду с ионом K⁺, т.е. селекция отсутствует.

Поток натрия – основного внеклеточного элемента – внутрь клетки вызывает грубые отклонения характеристик внутриклеточной среды. Этим же потоком деполяризуется клеточная мембрана (рис. 3), что инактивирует весь электродиффузионный транспорт. Последствия губительны для метаболизма: блокируется активность ферментов из-за искажения внутриклеточного pH, нарушается естественный ход химических реакций, становится невозможным преобразование химической энергии в высокоэнергетическую форму аденозинтрифосфата (АТФ). Без АТФ прекращают работу энергозависимые каналы-антипортеры, включая антипортер Na⁺/H⁺. Последний уже не способен удалять натрий из клетки при его избыточном поступлении

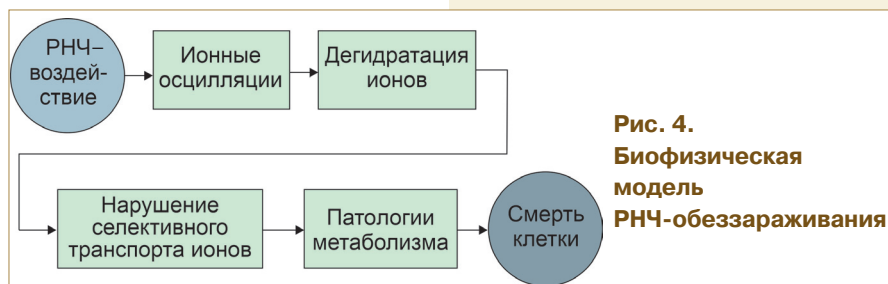
через утративший избирательность калиевый канал. В результате внутриклеточное содержание натрия лавинообразно растёт, вызывая необратимые патологии и быстрый итог в виде клеточной смерти.

Таким образом, можно видеть, что дегидратация иона и нарушение избирательности мембранного канала ведут к взаимозависимому отказу других мембранных каналов. Деструктивные процессы усиливают друг друга, протекают с положительной обратной связью. Пусковым механизмом в рассматриваемом примере служат осцилляции иона Na⁺, что запускает всю цепочку ингибирующих явлений. Не исключено, что аналогичного результата можно добиваться осцилляциями ионов K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻ и др., а при одновременных осцилляциях нескольких ионов и интенсифицировать процесс.

В практическом приложении рассмотренный биофизический механизм обеспечивает следующие инновационные преимущества. Во-первых, он касается только фитопатогенов, не затрагивая весь остальной зерновой материал, который остаётся «прозрачным» к используемым частотам. Во-вторых, характер воздействия – резонансный, когда не требуется больших уровней напряжённости поля и мощных источников. Всё это способствует эффективности, экономичности и производительности обеззараживания. На данный способ получен патентный приоритет (заявка № 2021118919 от 28.06.21).

Общая биофизическая информационная модель объединённых рассмотренных процессов представлена на рис. 4. Модель наглядно и компактно отображает этапы ингибирования в их последовательном развитии, образуя в конечном итоге единый быстрое протекающий цикл обеззараживания.

В заключение необходимо отметить новизну модели и её предсказанность как научной гипотезы. Речь, в частности, идёт о неспецифичности обеззараживания по отношению к разным фитопатогенам. Действительно, свойства гидратированных ионов в микробных средах близки, их собственные частоты не имеют критичных отличий, а резонансные зависимости не «острые». Некоторое возможное несоответствие между внешними возбуждающими и собственными частотами лишь снизит амплитуду ионных осцилляций, но не нивелирует конечный эффект. В этом случае произойдёт неполная дегидратация ионов, однако мембранные каналы, свойства которых также подобны у всех живых клеток, уже не смогут сохранять строгую селективность, а значит, процесс ингибирования



ния будет запущен, хотя, вероятно, с меньшей интенсивностью. Таким образом, согласно гипотезе, следует ожидать подавления любых клеточных патогенов, т.е. обеззараживание неспецифично. И это подтверждается на практике: в опытах с НМП- и РНЧ-обеззараживанием наблюдалось реальное уничтожение разных видов патогенных грибов и бактерий [4, 5].

Выводы

1. Проведёнными исследованиями раскрыт биофизический механизм резонансно-низкочастотного обеззараживания, который заключается в возбуждении ионных осцилляций в клеточных средах, последующей дегидратации ионов и утрате вследствие этого естественного взаимодействия с селективными фильтрами мембранных каналов. В результате инактивируется трансмембранный перенос – базовый механизм существования клетки, лавинообразно нарастают патологии метаболизма, и живой патоген быстро гибнет.

2. Представленная биофизическая модель как научная гипотеза обладает новизной, имеет определенное экспериментальное подтверждение и отвечает цели исследования. Отражая сущностные процессы, она иллюстрирует инновационные преимущества метода РНЧ, недостижимые для других способов обеззараживания.

3. Обладая высоким потенциалом, РНЧ-метод перспективен для дальнейших исследований с целью уточнения резонансных ингибирующих частот и эффективных параметров их применения, в том числе в различных комбинациях.

Список

использованных источников

1. **Рогозин М.Ю., Бекетова Е.А.** Экологические последствия применения пестицидов в сельском хозяйстве // Молодой ученый. 2018. № 25 (211). С. 39-43. URL: <https://moluch.ru/archive/211/51593/> (дата обращения: 21.10.2021).
2. **Fisher M.C.** Worldwide emergence of resistance to antifungal drugs challenges human health and food security / M.C. Fisher, N.J. Hawkins, D. Sanglard, S.J. Gurr // Science. 2018. Vol. 360. Issue 6390. Pp. 739-742. DOI: 10.1126/science.aar7999.
3. Эффективность биофунгицидов [Электронный ресурс]. URL: <https://direct.farm/post/2581> (дата обращения: 21.10.2021).
4. **Пахомов А.И., Максименко В.А., Буханцов К.Н., Ватутина Н.П.** Экспериментальное определение параметров магнитного обеззараживания зерна // Аграрный научный журнал. 2019. № 3. С. 84-89. DOI: 10.28983/asj.y2019i3pp84-89.
5. **Пахомов А.И., Максименко В.А., Буханцов К.Н., Ватутина Н.П.** Результаты исследований по использованию вращающегося магнитного поля для обеззараживания зерна // Хлебопродукты. 2019. № 6. С. 40-43.
6. **Пахомов А.И.** Методика многокритериальной оценки и выбора эффективного метода обеззараживания зерна // Тракторы и сельхозмашины. 2019. № 5. С. 87-96. DOI: 10.31992/0321-4443-2019-5-87-96.
7. **Пахомов А.И.** Анализ влияния гармонического спектра магнитного поля на результаты магнитного обеззараживания зерна // Техника и оборудование для села. 2020. № 10 (280). С. 22-27.

8. **Пахомов А.И.** Биофизика и экспериментальный поиск ингибирующих гармоник магнитообеззараживающего оборудования // Техника и оборудование для села. 2021. № 6 (288). С. 32-35. DOI: 10.33267/2072-9642-2021-6-32-35.

9. **Савельев С.В., Бецкий О.В., Морозова Л.А.** Основные положения теории действия миллиметровых волн на водосодержащие и живые биологические объекты // Журнал радиоэлектроники [Электронный ресурс]. 2012. № 11. Режим доступа: <http://jre.cplire.ru/jre/nov12/4/text.html> (дата обращения: 21.10.2021).

10. Способ дезинфекции без нагрева: / пат. № 2675696 Российской Федерации, МПК А61L 2/08. / Ощепков А.Ю., Ихлов Б.Л., Мельниченко А.В., Бражкин А.В.; Заявитель и патентообладатель Ощепков А.Ю. № 2016150750, заявл.: 22.12.2016, опубл. 24.12.2018, Бюл. № 36.

11. **Килимник А.Б., Слобина Е.С.** Резонансные частоты колебаний гидратированных ионов натрия, калия и хлора в смесях растворов хлоридов калия и натрия // Вестник Тамбовского ГТУ. 2015. Т. 21. № 4. С. 624-629. DOI: 10.17277/vestnik.2015.04.pp.624-629.

12. **Хилле Б.** Ионные каналы возбудимых мембран. 3-е изд. // Sinauer Associates, Сандерленд, Массачусетс. 2001.

The Method of Resonant-Low-frequency Disinfection of Grain: Biophysical Substantiation and Innovative Advantage

A.I. Pakhomov

(Donskoy Agrarian Research Center)

Summary. A new method of disinfection of grain and seeds using resonant-low-frequency electromagnetic oscillations, characterized by simplicity of equipment, economy, safety, uniform quality of sterilization, has been proposed. The processing method and its advantages are theoretically substantiated. A holistic biophysical model has been obtained that gradually reflects the process of disinfection, which illustrates the advantages of the method that are unattainable for other methods of disinfection.

Keywords: phytopathogens, resonant-low-frequency electromagnetic oscillations, hydrated ions, oscillations, membrane channels, metabolic pathologies, cell death.



УДК 631.3

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-1-35-38

Повышение ресурсных возможностей технологических машин на мелиоративных работах

Н.С. Севрюгина,

канд. техн. наук, доц.,
nssevr@yandex.ru

А.С. Апатенко,

д-р техн. наук, зав. кафедрой
a.apatenko@rgau-msha.ru
(ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА
имени К. А. Тимирязева»);

И.Г. Голубев,

д-р техн. наук, зав. отделом,
golubev@rosinformagrotech.ru
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

Аннотация. Определена потребность в ремонтных воздействиях в зависимости от ресурса технологических машин и их деталей. На примере ковша экскаватора показаны направления повышения ресурсных возможностей.

Ключевые слова: мелиоративная работа, технологическая машина, отказ, ремонтное воздействие, ресурс.

Постановка проблемы

Для роста производства сельскохозяйственной продукции необходимо вовлекать в оборот залежные земли, повышая их плодородие. По состоянию на 1 января 2020 г., по

данным субъектов Российской Федерации, площадь неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения составляла 44,93 млн га (11,8 % от общей их площади в стране) [1]. Поэтому целью Государственной программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации является вовлечение в оборот земель сельскохозяйственного назначения площадью не менее 13234,8 тыс. га к концу 2031 г. [2].

Практика введения в оборот залежных земель показывает, что агрофон, сформировавшийся в течение многолетнего неиспользования данных участков, включает в себя мелкий кустарник, мелколесье, закоряченные участки, каменистые поля, заросшие высокостебельной сорной растительностью [3]. Технология выполнения мелиоративных работ на таких участках зачастую включает в себя процессы разработки грунтов, что подразумевает нарушение почвенного покрова, удаление

кустарников, мелколесья и сорной растительности (рис. 1).

Эти работы выполняются технологическими машинами, оборудованными специальными рабочими органами. Почва, являясь агрессивной абразивной средой, вызывает высокую интенсивность изнашивания рабочих органов и потерю их ресурса. Установлено, что у мелиоративных машин, выполняющих культуртехнические работы, повышенный износ рабочих органов составляет основную группу характерных отказов [4]. Поэтому улучшение ресурсных возможностей технологических машин на мелиоративных работах путем обоснования потребности в ремонтных воздействиях является актуальной задачей [5, 6].

Цель исследования – обосновать потребность в ремонтных воздействиях в зависимости от ресурсных возможностей технологических машин и их деталей.

Материалы методы исследования

Надежность технологических машин по ресурсным показателям



Рис. 1. Выполнение мелиоративных работ по вводу в оборот земель сельскохозяйственного назначения

принималась с учетом статистических сведений о сроке их службы (по данным Технологического портала Минсельхоза России) из числа стоящих на балансе самоходных машин и прицепов в субъектах Российской Федерации. Особое внимание уделялось сбору показателей надежности технологических машин отечественных производителей со сроком эксплуатации 10 лет и более.

Мелиоративные работы выполнялись в полевых условиях, окружающая воздушная среда содержала частицы пыли и другие вещества, попадающие на открытые поверхности сопрягаемых деталей, в частности, на элементы рабочего органа. При анализе сроков службы использовали понятие «процентиль», что означает период

времени, в течение которого отказывает заданный процент объектов. Например, B_{10} -ресурс – период времени, в процессе которого отказало 10% объектов (например, ковш экскаватора). В-ресурсы могут быть получены непосредственно по графику распределения Вейбулла, точнее, по формуле распределения Вейбулла. Период времени, за который отказало 50% объектов, представляет собой B_{50} -ресурс, т.е. медиану наработки до отказа [7, 11].

Результаты исследований и обсуждения

Установлено, что около 70% технологических машин, выполняющих мелиоративные работы, имеет срок эксплуатации 10 лет и более. Обра-

ботка статистической информации позволила сделать вывод, что годовая наработка распространенных базовых машин отечественного производства имеет четкую тенденцию к снижению с увеличением «возраста» (рис. 2).

Нормативно для технологических машин срок службы исчисляется рубежом показателем, расчетная модель которого характеризуется значением «процентиль». Медианным принято считать 50-ю процентиль, т.е. B_{50} . Устанавливая ограничения по периоду эксплуатации, производители при оценке надежности и составлении карты ресурсных показателей исходят из того, что B_{20} является критичной практически для всех узлов и агрегатов на всех режимах эксплуатации машины. На основе статистических данных производителями технологических машин составлена сводная таблица фиксированных значений срока службы с выделением их ключевых компонентов по процентильям 20/50/80 (см. таблицу) [8-13].

Как показали результаты, разброс ресурсных значений достаточно велик, что на первый взгляд можно квалифицировать высоким показателем надежности. Однако, как показывает практика, более 70% продолжительности простоев технологических машин при эксплуатации происходит из-за внезапных отказов, для устранения последствий которых проводят ремонтные воздействия. От сроков устранения отказов (проведение ремонтных воздействий) зависят затраты эксплуатации, связанные с потерями. Установлено, что с увеличением обеспеченности ремонтно-техническими воздействиями они снижаются. Анализ и обобщение статистических данных по ресурсу отдельных деталей технологических машин с наработкой 700-3000 мото-ч представлен на графике (рис. 3) [11-14].

По данным графика, формируя полиномиальную линию тренда, получено уравнение регрессии с наибольшим значением величины достоверности аппроксимации $R^2 = 99,26\%$:

$$y = -0,00000003x^2 + 0,0005x - 0,1093. \quad (1)$$

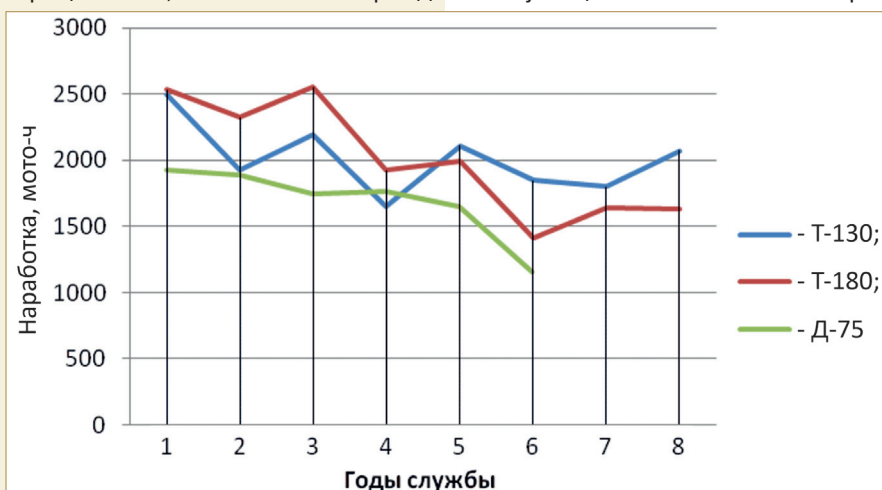


Рис. 2. Влияние «возраста» на годовую наработку машин

Среднестатистические сроки службы технологических машин и их компонентов, мото-ч

Наименование	B_{20}	B_{50}	B_{80}
<i>Гусеничные бульдозеры (мощность более 75 л.с.)</i>			
Двигатель	6000	9000	12000
Трансмиссия	5500	8000	10000
Гидростатический привод	4000	7000	10000
Ходовая часть	2500	4000	6000
Общая наработка машины на отказ	6000	9000	15000
<i>Экскаваторы-погрузчики (с глубиной копания 4,3 и 4,6 м)</i>			
Двигатель	6000	8500	12000
Трансмиссия	5000	8000	12000
Мосты	5000	9000	10000
Шины (до износа)	1750	3000	5000
Общая наработка машины на отказ	5500	8000	12000

Полученное выражение позволяет в режиме реального времени прогнозировать необходимость в ремонтных воздействиях по данным фактической наработки машины. В качестве базового для планирования потребности в ремонтных воздействиях принят показатель 80% безотказной работы деталей, что соответствует наработке машины в 700 мото-ч.

Из графика (см. рис. 3) видно, что для машины с заложенным ресурсом 1500 мото-ч потребность в ремонтных воздействиях составляет 30%. При достижении наработки 2500 мото-ч она увеличивается более чем в 2 раза. В частности, расчеты по формуле регрессии (1) при наработке 1000 мото-ч дают значение частоты наступления отказа 0,3607, что позволяет исключить необоснованные ремонтные воздействия, однако при наработке 2000 мото-ч значение частоты возрастает до 0,7707, что обосновывает рекомендации проведения углубленной диагностики для исключения непредвиденных отказов.

На основании изложенного и, учитывая, что эксплуатант не использует научно обоснованные расчетные модели, сделан вывод о необходимости разработки рекомендаций по методике оценки технологий повышения ресурсных возможностей различных деталей и узлов технологических машин. Установлено, что отказы в различных узлах машин с учетом характера и специфики функционирования можно разделить на четыре характерные группы.

К первой группе следует отнести отказы, связанные с нарушением герметичности гидравлической системы



Рис. 3. Изменение потребности в ремонтных воздействиях в зависимости от ресурса машины

агрегата. Вторая объединяет отказы, связанные с разрушением сварочных швов. В третью группу характерных технических отказов входят неисправности, связанные с разрушением элементов зубчатых передач редукторов (излом зубьев шестерни), подшипников транспортёров, ведущей, ведомой и направляющих звёздочек, срезом хвостовика вала редуктора привода фрезы, провисанием цепей отбрасывающего устройства и др. К четвёртой группе относят отказы, связанные с повышенным износом быстроизнашиваемых элементов рабочих органов из-за их недостаточной износостойкости.

Так как на мелиоративных работах используются различные рабочие органы, то износ их компонентов снижает эффективность функционирования

машин в целом. Например, при достижении предельного износа зубьев ковша одноковшового экскаватора сопротивление копанью возрастает в 2-2,5 раза, что ведет к повышенным нагрузкам, перерасходу топлива и снижению функциональности машины, в том числе производительности. Для повышения ресурсных возможностей ковша экскаватора можно использовать различные технологии ремонтных воздействий, наименее трудоемкими из которых являются замена изношенных зубьев на новые или восстановленные, включенные в перечень деталей, находящихся в комплекте запасных частей как резерв (рис. 4).

Перспективно применение современных аддитивных технологий, которые позволяют создавать резервные



Рис. 4. Зуб ковша экскаватора (изношенный, новый и восстановленный)

комплекты зубьев, ножей ковшей и прочих рабочих органов технологических машин с помощью 3D-печати металлическим порошком [15]. Кроме того, эти технологии позволяют использовать различные упрочняющие наплавочные материалы для восстановления изношенных зубьев ковша экскаватора, которые обеспечивают увеличение износостойкости в 2-3 раза по сравнению с новыми [16].

Выводы

1. Установлено, что около 70% технологических машин, выполняющих мелиоративные работы, имеют срок эксплуатации 10 лет и более. Годовая наработка распространенных базовых машин отечественного производства имеет четкую тенденцию к снижению при увеличении «возраста».

2. Для машин с заложенным ресурсом 1500 мото-ч потребность в ремонтных воздействиях составляет 30%. При достижении наработки 2500 мото-ч она увеличивается более чем в 2 раза.

3. Для повышения ресурсных возможностей ковша экскаватора изношенные зубья заменяют на новые или восстановленные. Для их изготовления можно использовать аддитивные технологии, а для восстановления – упрочняющие наплавочные. Такие детали должны быть включены в перечень деталей, находящихся в комплекте запасных частей как резерв.

Список

использованных источников

1. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2019 г. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. 404 с.
2. Государственная программа эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации (утв. постановлением Правительства Российской Федерации 14 мая 2021 г. № 731).
3. Голубев И.Г., Мишуев Н.П., Голубев В.В., Васильев А.С., Апатенко А.С.,

Северюгина Н.С. Передовые практики введения залежных земель в оборот : аналит. обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. 80 с.

4. Апатенко А.С. Анализ причин простоев и отказов агрегатов для выполнения культуртехнических работ // Техника и оборудование для села. 2014. № 2. С. 14-17.

5. Апатенко А.С., Владимиров Н.И. Повышение технической готовности машин мелиоративного комплекса за счет оптимизации ремонтно-технических воздействий // Тр. ГОСНИТИ. 2013. Т. 113. С. 116-120.

6. Северюгина Н.С., Апатенко А.С., Панин А.В., Голубев И.Г. Системно-целевой метод формирования сервисных центров обслуживания объектов мелиоративных комплексов и систем // Техника и оборудование для села. 2021. № 1 (283). С. 30-33.

7. ГОСТ Р 50779.27-2017 Статистические методы. Распределение Вейбулла. Анализ данных. М.: ФГУП «Стандартинформ». 2017. 58 с.

8. Северюгина Н.С., Кулева Н.С. Оценка эффективности различных научных теорий в исследованиях характеристик надежности элементной базы и систем транспортных и технологических машин // Мир транспорта и технологических машин. 2016. № 1(52). С. 70-77.

9. Apatenko A., Sevryugina N. Model of optimization of materials and equipment for machinery fleet when servicing objects of reclamation systems // E3S Web of Conferences : Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TPACEE 2019, Moscow, 20-22 ноября 2019 г. Moscow: EDP Sciences, 2020. P. 06018. DOI 10.1051/e3sconf/202016406018.

10. Sevryugina N.S., Apatenko A.S., Revyako S.I. Theory of the technological machine state recognition by the criterion of resource uncertainty // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Rostov-on-Don, 20-22 октября 2020 г. Rostov-on-Don, 2020. P. 012983.

11. Протасов С. Как продлить ресурс дорожно-строительных машин и их компонентов // Основные средства. 2010. № 1 [Электронный ресурс]. URL: [https://os1.ru/article/4526-kak-prodlit-resurs-dorojno-stroitelnyh-mashin-i-ih-](https://os1.ru/article/4526-kak-prodlit-resurs-dorojno-stroitelnyh-mashin-i-ih-komponentov-ch-1)

[komponentov-ch-1](https://os1.ru/article/4526-kak-prodlit-resurs-dorojno-stroitelnyh-mashin-i-ih-komponentov-ch-1) (дата обращения: 12.07.2021).

12. Протасов С. Как продлить ресурс дорожно-строительных машин и их компонентов // Основные средства. 2010. № 2 [Электронный ресурс]. URL: <https://os1.ru/article/4527-kak-prodlit-resurs-dorojno-stroitelnyh-mashin-i-ih-komponentov-ch-2> (дата обращения: 02.08.2021).

13. Протасов С. Как продлить ресурс дорожно-строительных машин и их компонентов // Основные средства. 2010. № 3 [Электронный ресурс]. URL: <https://os1.ru/article/4528-kak-prodlit-resurs-dorojno-stroitelnyh-mashin-i-ih-komponentov-ch-3> (дата обращения: 15.08.2021).

14. Севернев М.М., Каплун Г.П., Короткевич В.А., Кот С.Н. и др. Износ деталей сельскохозяйственных машин. Л.: Колос. 1972. 288 с.

15. Федоренко В.Ф., Голубев И.Г. Перспективы применения аддитивных технологий при производстве и техническом сервисе сельскохозяйственной техники. М.: Юрайт, 2020. 156 с.

16. Черноиванов В.И., Лялякин В.П., Голубев И.Г. Организация и технология восстановления деталей машин. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. 586 с.

Increasing the Resource Capabilities of Technological Machines in Reclamation Works

N.S. Sevryugina,

A.S. Apatenko,

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

I.G. Golubev,

(Rosinformagrotekh)

Summary. The need for repair actions was determined depending on the resource of technological machines and their parts. On the example of an excavator bucket, directions for increasing resource capabilities are shown.

Keywords: reclamation work, technological machine, failure, repair impact, resource.

УДК 667.647

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-1-39-42

Повышение эффективности технологии нанесения противокоррозионного состава при постановке сельскохозяйственных машин на хранение

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.uspenskij@yandex.ru

А.И. Ушанев,

канд. техн. наук,

ст. преподаватель,

aushaniev@inbox.ru

Е.И. Степанова,

stepanowastepanowa@yandex.ru

В.П. Воронов,

vp_voronov@bk.ru

(ФГБОУ ВО «РГАТУ им. П.А. Костычева»)

Аннотация. Предложена конструкция пистолета для нанесения защитных покрытий, обеспечивающих качественное хранение и надежную противокоррозионную защиту рабочих органов сельскохозяйственной техники в период ее межсезонного хранения. Защитное покрытие снижает влияние различных агрессивных факторов коррозии, а повышение качества межсезонного хранения способствует увеличению срока службы и эксплуатационных показателей сельскохозяйственных машин, снижению затрат при снятии их с хранения и на поддержание в работоспособном состоянии в период сезонного использования.

Ключевые слова: сельскохозяйственные машины, межсезонное хранение, противокоррозионная защита, пистолет-распылитель, расход композиции.

Постановка проблемы

Для обеспечения надежной работы сельскохозяйственной техники в период сезонной эксплуатации необходима организация ее меж-

сезонного хранения в соответствии с ГОСТ 7751-2009 «Техника, используемая в сельском хозяйстве. Правила хранения» [1]. Характерной особенностью сельскохозяйственной техники является эксплуатация в сложных природных и сезонных условиях. Вследствие взаимодействия рабочих органов с растениями, удобрениями, ядохимикатами, а также частицами дорожного покрытия, почвы, смешанными с топливосмазочными материалами, при резких переменах температурных режимов работы и влиянии ряда других факторов сельскохозяйственная техника подвергается коррозии, что может стать причиной снижения ее производительности, ухудшения функциональных и качественных показателей работы.

Основная часть сельскохозяйственных машин эксплуатируется от 10-15 до 55-60 дней в году, а в остальное время необходимо обеспечить качественное хранение техники с надежной противокоррозионной защитой ее рабочих органов для снижения влияния различных агрессивных факторов [2]. Выбор средств противокоррозионной защиты, используемых при хранении машин, осуществляются в соответствии с требованиями ГОСТ 9.014 «Единая система защиты от коррозии и старения. Временная противокоррозионная защита изделий». Эксплуатационные показатели, работоспособность и срок службы техники при этом могут увеличиться на 10-15% [3]. Повышение качества межсезонного хранения способствует увеличению срока службы сельскохозяйственных машин, снижению затрат при снятии их с хранения и на поддержание в работоспособном состоянии в период сезонного использования [4].

Применяемые в настоящее время защитные составы требуют совершенствования технологии нанесения и нуждаются в улучшении таких свойств, как адгезия с защищаемой металлической поверхностью, сплошность, т.е. отсутствие микро- и макропор, водопроницаемость, способность сместить электродный потенциал подложки в положительную сторону с увеличением области пассивации (электрохимические свойства) и др. [5].

При существующих технологиях нанесения защитного покрытия на поверхности сельскохозяйственных машин в процессе постановки их на хранение сложно добиться высокой производительности работ и улучшения свойств наносимого защитного слоя. В большинстве случаев операции нанесения защитного состава выполняются ручным способом (с помощью кисточек) или пневматическим. Один и тот же состав может проявлять различные защитные свойства в зависимости от качества нанесения, определяемого его способами и средствами. Повышение эффективности защитного покрытия при хранении сельскохозяйственной техники возможно применением гидравлического способа его нанесения [6]. Совершенствование устройств нанесения покрытий необходимо проводить с обоснованием их параметров, снижающих затраты труда и средств, что подтверждает актуальность данного направления научных исследований.

Цель исследования – повышение эффективности противокоррозионного покрытия при межсезонном хранении сельскохозяйственной техники.

Материалы и методы исследования

При нанесении защитного покрытия в основном используются пневматические и гидравлические пистолеты-распылители с набором сменных сопел различных конструкций, изготовленных из соответствующих материалов [7].

Для решения проблемы повышения эффективности защитного покрытия и обеспечения требуемой технологии подготовки техники к хранению разработана конструктивно-технологическая схема и изготовлен пистолет-распылитель для нанесения противокоррозионного состава на металлическую поверхность (рис. 1).

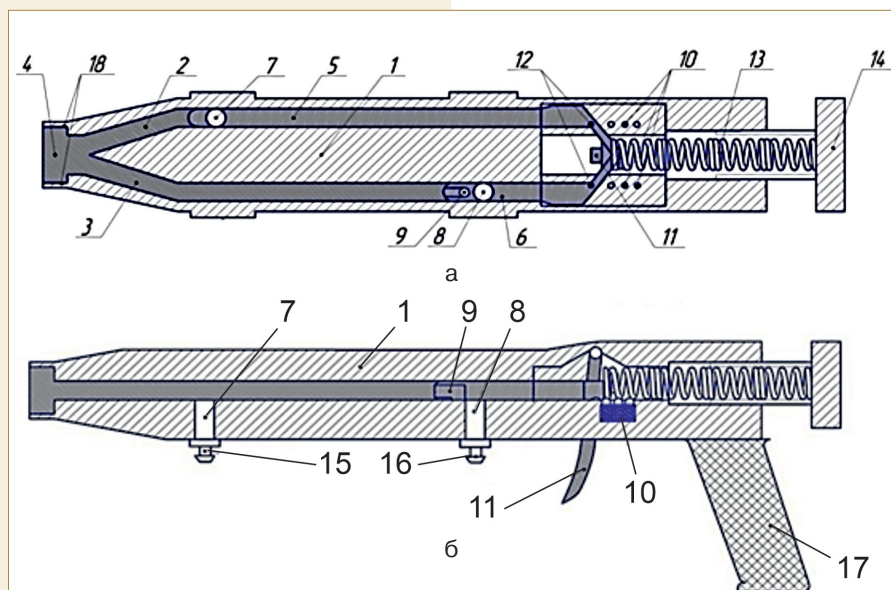
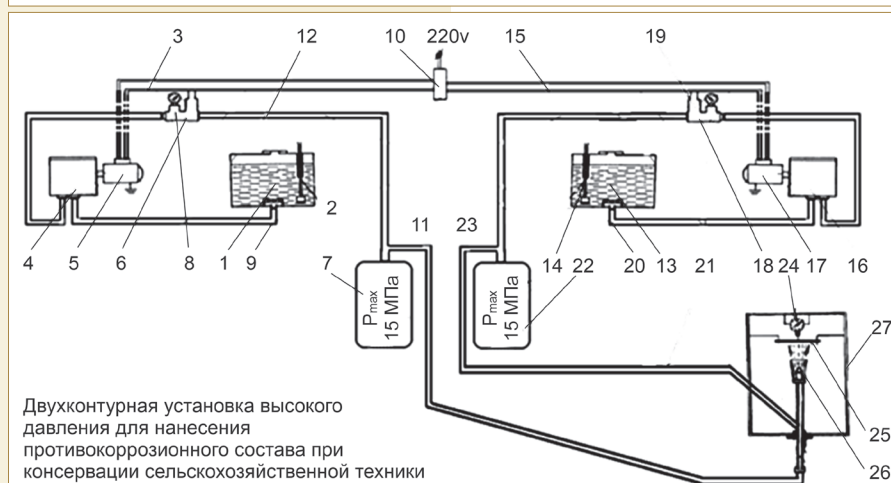


Рис. 1. Универсальный пистолет-распылитель (сопло) для формирования распыла жидкого материала грунтовок:
а – вид сверху; б – вид сбоку



Двухконтурная установка высокого давления для нанесения противокоррозионного состава при консервации сельскохозяйственной техники

Рис. 2. Схема экспериментального стенда установки для нанесения защитных покрытий на поверхности сельскохозяйственной техники:

1, 13 – емкости с грунтовкой; 2, 14 – расходомеры; 3, 15 – электрические кабели; 4, 16 – насосы высокого давления; 5, 17 – электромоторы; 6, 18 – прерыватели электропитания от установленного давления; 7, 22 – подающие баллоны высокого давления; 8, 19 – регуляторы давления с манометром; 9, 20 – подающие магистрали высокого давления; 10 – щит электропитания; 11, 23 – магистрали, подающие материал на пистолет-распылитель; 12, 21 – подающие магистрали; 24 – датчик давления; 25 – образец; 26 – пистолет-распылитель; 27 – камера испытаний

Предлагаемый пистолет-распылитель включает в себя: корпус 1, в котором находятся транспортные каналы 2, 3; смесительную камеру 4; клапанные иглы 5, 6, образующие единую деталь; отверстия в корпусе 7, 8; Г-образную проточку 9; три пары шариково-пружинных фиксаторов 10; пусковой курок 11; два паза фиксации клапанных игл 12; пружину 13; регулировочный болт для регулировки сжатия пружины 14; штоки 15, 16 для подсоединения устройств, подающих исходные компоненты; рукоять 17; резьбу 18.

Пистолет-распылитель работает следующим образом. Из шлангов под давлением подается противокоррозионный состав требуемой вязкости, которую определяли с помощью вискозиметра ВЗ-3, к находящимся в нижней части корпуса штокам. Штоки соединены с транспортными каналами посредством отверстий. В транспортных каналах установлены соответственно клапанные иглы, выполненные в виде двух прецизионных пар. В закрытом положении клапанные иглы напряжены пружиной.

Для разработанного гидравлического пистолета-распылителя предложена схема установки, обеспечивающей работу пистолета во всех режимах, согласно программе исследований (рис. 2).

В качестве противокоррозионного состава использовали битумно-бензиновую композицию на основе битума БН-IV или БН-V. Композицию готовили растворением битума в неэтилированном бензине в соотношении по массе от 1:3 до 1:4 с выдержкой в течение 3-5 суток в закрытых емкостях с периодическим перемешиванием. Перед применением композицию профильтровали через 3-4 слоя марли [8].

Для проведения исследований были приготовлены опытные образцы из стали Ст3 размерами 100×30×2 мм. Их вырезали на гильотинных ножницах, с поверхности удаляли заусенцы и первичные продукты коррозии, обезжиривали и наносили испытываемую противокоррозионную композицию различными способами согласно программе исследований. Вязкость

Результаты исследований по определению расхода и сплошности пленки противокоррозионной композиции

№ образца	Способ нанесения состава	Масса, г				Расход состава, %	Время до появления тока в паре «электрод с покрытием – чистый электрод», мин		Повышение сплошности, %
		образца		покрытия			по образцам	среднее по образцам	
		без покрытия	с покрытием	по образцам	средняя по образцам				
1	Ручное (с помощью кисточки)	47,1010	53,0930	5,9920	5,5525	100	17	16,8	0
2		46,9030	52,7832	5,8802			16		
3		47,3000	52,4231	5,1231			17		
4		47,0489	52,3560	5,3071			18		
5		46,9920	52,4508	5,4588			16		
6	Воздушное распыление	46,8899	51,8088	4,9189	4,6175	83,16	19	19,4	15,48
7		47,3751	51,5042	4,1291			19		
8		46,8831	50,8882	4,0051			21		
9		46,7723	51,8884	5,1162			20		
10		46,9730	51,8908	4,9178			18		
11	Гидравлическое	46,8812	49,9323	3,0511	3,4431	62	23	23,6	40,5
12		47,3450	50,4991	3,1541			24		
13		46,8910	50,8311	3,9401			24		
14		47,1439	50,2728	3,1289			24		
15		46,8730	50,8141	3,9411			23		

композиции по вискозиметру ВЗ-4 составляла 18-20 с. Образцы с покрытием сушили в течение 48 ч при комнатной температуре.

Массу образцов и расход защитной композиции при различных способах нанесения определяли взвешиванием образцов на аналитических весах ВЛА-200 г-М с точностью до 0,0005 г.

На специальной установке [9] (рис. 3) определяли сплошность пленок, полученных различными способами нанесения противокоррозионной композиции (по времени до появления тока коррозии в воде).

Эксперименты проводили в пятикратной повторности, результаты усреднялись.

Результаты исследований и обсуждение

Результаты лабораторных исследований по определению расхода и сплошности пленки противокоррозионной композиции в зависимости от способа нанесения на поверхности опытных образцов приведены в таблице.

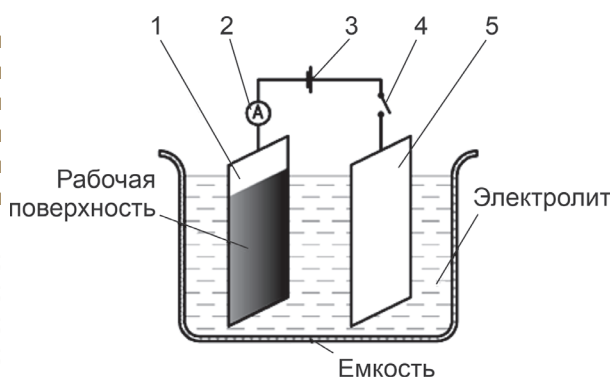
Из данных таблицы видно, что наилучшие результаты по расходу и сплошности пленки получены при

нанесении противокоррозионной композиции с использованием разработанной конструкции пистолета-распылителя. Так, по сравнению с ручным нанесением покрытий применение пистолета-распылителя сокращает расход материала на 38%, при этом сплошность пленки возрастает на 40,5%, что повышает эффективность защиты от коррозии сельскохозяйственной техники в период межсезонного хранения.

В ходе экспериментов было установлено, что наиболее значимыми факторами, влияющими на защитные свойства противокоррозионной композиции и сплошность пленки защитного состава, являются параметры сопла пистолета-распылителя и рабочее давление установки. Для выявления закономерностей при проведении опытов на сопло пистолета устанавливали сменные насадки с различными диаметрами, а также регулировали давление подачи противокоррозионной композиции. При изменении этих параметров менялись размер капель противокоррозионной композиции и сплошность защитной пленки.

Рис. 3.
Принципиальная схема установки для определения сплошности пленки защитного покрытия на поверхности образца:

- 1 – образец с покрытием;
- 2 – миллиамперметр;
- 3 – источник тока;
- 4 – выключатель;
- 5 – образец без покрытия



Выводы

1. Установлено, что при установке сменных насадок на сопло с различными диаметрами, а также регулировке давления подачи противокоррозионной композиции меняется размер ее капель, что, в свою очередь, влияет на сплошность пленки защитного состава.

2. Применение пистолета-распылителя сокращает расход материала на 38% по сравнению с ручным способом нанесения, при этом сплошность пленки повышается на 40,5%, что способствует повышению эффективности защиты от коррозии сельскохозяйственной техники в период межсезонного хранения.

3. Для повышения эффективности технологии нанесения противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники при межсезонном хранении рекомендуется использовать разработанную конструкцию пистолета-распылителя.

Список

использованных источников

1. **ГОСТ 7751-2009** Техника, используемая в сельском хозяйстве. Правила хранения. М.: Стандартинформ, 2009. 19 с.
2. **Фадеев И.В., Белова Н.Н., Садетдинов Ш.В.** Экологически безвредный материал для защиты сельскохозяйственной техники от коррозии // Известия Междуна-

родной академии аграрного образования. 2015. № 21. С. 56-59.

3. **Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А., Фадеев И.В.** Разработка нового средства для защиты сельскохозяйственных машин при хранении // Техника и оборудование для села. 2019. № 6 (264). С. 38-42.

4. **Петрашев А.И., Кузнецова Е.Г., Таха Ф.Д.** Разработка ингибированных битумных составов для противокоррозионной защиты аграрной техники // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сб. матер. Междунар. науч.-практ. конф. Тамбов, 2016. С. 301-307.

5. **Бышов Н.В., Полищук С.Д., Фадеев И.В., Садетдинов Ш.В.** Ингибитор коррозии металлов для использования при ремонте автотракторной техники // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2019. № 2. С. 257-262.

6. **Ушанев А.И.** Обоснование параметров установки гидравлического нанесения защитного покрытия сельскохозяйственной техники: дис. ...канд. техн. наук: 05.20.03 / Рязань, 2018. 133 с.

7. **Прохоренков В.Д., Петрашев А.И.** Практика защиты от коррозии сельскохозяйственной техники в современных условиях // Технология металлов. 2000. № 8. С. 14-20.

8. Оптимизация составов, технологии приготовления битумных паст и мастик / Ю.П. Тырышов [и др.] // Строительные материалы. 2013. № 1. С. 70-73.

9. **Фадеев И.В.** Исследование влияния компонентов агрессивной среды дорожного полотна на коррозию днища кузова легкового автомобиля: дис. ...канд. техн. наук: 05.22.10. М., 2010. 222 с.

Increasing the Efficiency of Anti-Corrosion Application Technology when Delivering Agricultural Machines for Storage

I.V. Fadeev,

(Chuvash State Pedagogical University Named After I.Y. Yakovlev)

I.A. Uspensky, A.I. Ushanev,

E.I. Stepanova, V.P. Voronov

(Ryazan State Agrotechnological University Named After P.A. Kostychev)

Summary. The design of a pistol for applying protective coatings providing high-quality storage and reliable anti-corrosion protection of working bodies of agricultural machinery during the period of its off-season storage is proposed. The protective coating reduces the effect of various aggressive corrosion factors, and improving the quality of off-season storage contributes to an increase in the service life and performance of agricultural machines, reducing costs when removing them from storage and to maintain them in working condition during the period of seasonal use.

Keywords: agricultural machines, off-season storage, anti-corrosion protection, spray pistol, composition consumption.

Информация

Одобрено КНТП по созданию репродукторов нового поколения в Нижегородской области в рамках подпрограммы по созданию отечественного конкурентоспособного кросса мясных кур

30 декабря 2021 г. Комиссией по отбору комплексных научно-технических проектов, созданной Минсельхозом России, отобран новый комплексный научно-технический проект для участия в подпрограмме «Создание отечественного конкурентоспособного кросса мясных кур в целях получения бройлеров» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы. Проект разработан и представлен АО «Линдовская птицефабрика – племенной завод», выступившим заказчиком КНТП, совместно с ФГБНУ ФНЦ ВНИТИП РАН и ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия» (участники КНТП).

В рамках реализации проекта планируется создание репродуктора 1-го и 2-го порядка на базе Линдовской птицефабрики по кроссам кур мясного направления продуктивности. Ключевой задачей проекта является тиражирование кросса кур мясного направления продуктивности с аутосексной материнской родительской формой в Российской Федерации. Для этого ожидается передача прародительских и родительских форм кросса «Смена 9», их выращивание на птицефабрике

в целях получения инкубационного яйца родительских форм и финального гибрида.

Согласно заявочной документации начало реализации КНТП запланировано на 2022 г. В качестве места реализации проекта выбрана Нижегородская область как место расположения Линдовской птицефабрики. По итогам реализации проекта производство суточных цыплят финального гибрида мясного кросса «Смена 9» должно достичь 700 тыс. голов в год, а производства яйца финального по данному гибриду превысит рубеж в 19 млн шт. в год.

В рамках проведенного заседания Комиссией принято решение о направлении заявочной документации, прошедшей отбор, в экспертную группу для экспертной оценки КНТП и вынесения по нему заключения. Рассмотренная экспертной группой заявочная документация будет вынесена на рассмотрение и согласование Президиумом совета по реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы.

Дирекция ФНТП

УДК 338.43+004.03

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-1-43-48

Использование информационно-аналитических систем в экономике и менеджменте АПК

К.В. Чернышева,

канд. экон. наук, доц.,
chernysheva@rgau-msha.ru
(ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева»);

А.П. Королькова,

канд. экон. наук, вед. науч. сотр.,
52_kar@mail.ru
(ФГБНУ «Росинформагротех»);

Н.В. Карпузова,

канд. экон. наук, доц.,
n.karpuzova@rgau-msha.ru

С.И. Афанасьева,

канд. экон. наук, доц.,
afanasyeva@rgau-msha.ru
(ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева»)

Аннотация. Рассмотрено использование цифровых технологий в сельскохозяйственных организациях. Приведены возможности применения информационно-аналитических систем и технологий многомерного и интеллектуального анализа данных, подходы к выбору BI-систем. Предложено использование указанных систем в личном кабинете сельхозтоваропроизводителя в модуле «Моделирование бизнеса» национальной платформы цифрового государственного управления сельским хозяйством «Цифровое сельское хозяйство».

Ключевые слова: информационно-аналитическая система, BI-система, OLAP-куб, уровень управления организацией.

Постановка проблемы

В условиях цифровой экономики, когда ключевым фактором производства становятся данные в цифровом виде, особенно остро встает проблема их оперативного анализа для выработки грамотного управленческого решения [1]. В паспорте национальной программы «Цифровая экономика»,

утвержденном по итогам заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам 24 декабря 2018 г. в рамках федерального проекта «Цифровые технологии», разработаны дорожные карты по ряду перспективных направлений, в том числе технологиям искусственного интеллекта и больших данных. Предполагается комплексное развитие отечественных платформ и технологий, необходимых для преобразования приоритетных отраслей экономики и социальной сферы, включая сельское хозяйство [2].

В ведомственном проекте «Цифровое сельское хозяйство» поставлена задача: разработать системы сбора, хранения и обработки данных о сельскохозяйственных ресурсах, сырье и готовой продукции. Отмечается необходимость создания подсистемы по обработке графической информации, больших данных, в том числе с использованием технологий машинного обучения и Big Data. В рамках создания цифровой платформы управления сельским хозяйством разработана система интеллектуального анализа данных, прогнозирования и моделирования цифрового сельского хозяйства [3].

В модуле «Агрорешения» разрабатывается система взаимодействия участников сельскохозяйственного рынка с личным кабинетом сельскохозяйственного товаропроизводителя, имеющим модуль «Моделирование бизнеса». Система обеспечения операционной деятельности и внедрения комплексных цифровых решений предусматривает автоматизацию бизнес-процессов на оперативном уровне управления, включая интеграцию с системами управления техноло-

гическим процессом производства [4, 5]. Однако в этом модуле отсутствует подсистема оперативного анализа деятельности организации, не приводятся рекомендации по использованию информационно-аналитических систем в модуле «Моделирование бизнеса».

Министерством сельского хозяйства Российской Федерации создана Информационно-аналитическая система оперативного мониторинга и оценки рисков состояния и рисков научно-технического обеспечения развития сельского хозяйства (ИАС НТОР-СХ) [6], назначение которой – формирование единой аналитической базы по всей отрасли, интегрированной с прочими информационными системами, функционирующими в сельском хозяйстве.

В связи с этим становится актуальной выработка предложений по проектированию информационно-аналитических систем как на уровне сельскохозяйственной организации, так и на уровне муниципальных образований.

Цель исследования – разработка рекомендаций по использованию информационно-аналитических (BI-систем, или систем бизнес-аналитики), технологий сбора, подготовки, анализа, хранения данных на разных уровнях управления отраслью.

Материалы и методы исследования

Исследования выполнялись на основе данных Росстата, статистического сборника «Информационное общество в Российской Федерации», нормативно-правовых документов, справочных материалов, разработок отечественных и зарубежных ученых, личных наблюдений авторов. Прове-

дены анализ и систематизация применения различных видов программных продуктов (системы электронного документооборота, информационные системы для решения организационных, управленческих и экономических задач).

Применены методологические подходы к выбору информационных систем и технологий для разных уровней управления организацией, внедрению ERP-систем как составляющих модуля «Агрорешения» национальной платформы ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство». Приведены рекомендации по использованию информационно-аналитических BI-систем в модуле «Моделирование бизнеса».

Результаты исследований и обсуждение

В международных рейтингах цифрового развития по готовности к сетевому обществу Россия в 2020 г. занимала 48 место из 134, соседствуя с Уругваем и Румынией. Довольно высоких показателей страна достигла в инклюзивном Интернете – 25 место из 120 (наравне с Германией и Австрией) и электронном правительстве – 35 место из 193 (наравне с Италией и Францией). В рейтингах экономического развития Россия по показателю глобального инновационного индекса (Global Innovation Index) в 2019 и 2020 г. находилась на 47 месте, уступая лидеру – Швейцарии – почти в 2 раза (35,53 балла у Российской Федерации и 66,08 – у Швейцарии).

По субиндексам, характеризующим развитие информационно-коммуникационных технологий, в структуре глобального инновационного индекса достаточно высокими остаются субиндексы по человеческому капиталу и науке (Human Capital & Research), инфраструктуре (Infrastructure), включающей в себя развитие ИКТ (порядка 68 и 75% от лидера). Однако продолжается тенденция отставания в развитии технологий и экономики знаний (Knowledge & technology outputs) – в 2,5 раза [7,8].

Что касается АПК и сельского хозяйства, то уровень информатизации здесь ниже, чем в других отраслях.

Так, согласно расчетам Института статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ, по данным Росстата, индекс информатизации сельского хозяйства, отражающий уровень использования широкополосного Интернета, облачных сервисов, RFID-технологий, ERP-систем, включенность в электронную торговлю, в 2019 г. составил 23 балла, в то время как в целом по предпринимательскому сектору – 32 балла [8]. Достаточно высок удельный вес сельскохозяйственных организаций, использующих широкополосный Интернет, в 2019 г. – 74,3%, но доля сельскохозяйственных организаций, работающих с облачными сервисами, составляет 20,9%, использующих ERP-системы управления ресурсами предприятия, – только 5,5% от общего количества сельскохозяйственных организаций.

По данным Росстата «Итоги федерального статистического наблюдения по форме № 3-информ «Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг», размещенных в сети Интернет 29.11.2021, в сельском хозяйстве используются не только программы для проведения финансовых расчетов в электронном виде, ERP-системы управления ресурсами предприятия, CRM-системы управления взаимоотношениями с клиентами и SCM-системы управления цепями поставок, но и HRIS-системы управления персоналом, PLM/PDM-системы управления жизненным циклом изделия, программы по складской логистике, управлению покупками и продажами товаров, системы электронного документооборота и др. (табл. 1) [9]. Однако доля организаций, использующих информационные системы по автоматизации бизнес-процессов управления, довольно существенная только по системам электронного документооборота – 40%, а по ERP-, CRM-, SCM-, HRIS-, PLM / PDM-системам колеблется от 1 до 4,5%.

В 2020 г., по данным того же источника, 2,5% обследованных сельскохозяйственных организаций проводили анализ больших данных своими силами, 0,6 – привлекали для анализа

сотрудников специализированных организаций, 1,5% – задействовали для анализа как свои силы, так и силы сторонних организаций. Эти цифры на порядок ниже, чем средние значения по всем рассматриваемым видам деятельности, но потенциал использования технологий больших данных в сельском хозяйстве довольно высок. Это может быть и обработка данных геоинформационных систем, данных, считываемых с цифровых датчиков или радиочастотных меток подсистем «Умная ферма», «Умное поле», «Умная теплица» и другие модуля «Агрорешения» ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство». Кроме того, для выработки грамотного управленческого решения необходим анализ данных транзакционных, ERP-систем как на уровне отдельной организации, так и на уровне муниципальных образований.

В табл. 2 приведены направления использования технологий сбора, обработки и анализа больших данных и удельный вес обследованных сельскохозяйственных организаций, применяющих эти технологии в 2020 г. [9].

Как следует из табл. 2, подавляющая часть сельскохозяйственных организаций (95-98% обследованных) не использует технологии сбора, обработки и анализа больших данных, поступающих из различных источников. Наибольшее количество (порядка 3%) обследованных сельскохозяйственных организаций для совершенствования производственного процесса используют данные геолокации, данные, передаваемые между различным оборудованием, считываемые с цифровых датчиков или радиочастотных меток, операторов сотовой связи. Данные транзакционных систем предприятия (ERP-, CRM-, SCM-, HRIS-систем и т.п.) используют для производственного процесса лишь в 2,6% организаций, а в 0,6% – для маркетинговых целей. В условиях цифровой экономики, формирования единого информационного пространства организации подобное положение недопустимо.

Аналогичная ситуация с использованием в сельскохозяйственных орга-

Таблица 1. Организации, имеющие специальные программные средства, в 2020 г. (от общего числа обследованных организаций, %)

Программные средства	В среднем по всем видам экономической деятельности	Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	Доля сельского, лесного хозяйства, охоты, рыболовства и рыбоводства
Число организаций, использовавших специальные программные средства российского производства	65,4	48,7	0,74
Для научных исследований	3,8	1,1	0,30
Для проектирования / моделирования (CAD/CAE/CAM/CAO)	9,9	1,8	0,18
Для управления автоматизированным производством и/или отдельными техническими средствами и технологическими процессами	7,7	4,1	0,53
CRM-системы	12,1	2,1	0,17
ERP-системы	13	4,5	0,34
HRIS	4,8	1,4	0,30
PLM / PDM-системы	3,5	0,9	0,27
Для обеспечения информационной безопасности	37,5	18,3	0,49
Для осуществления финансовых расчетов в электронном виде	41,8	31,6	0,76
Для предоставления доступа к базам данных предприятия через глобальные информационные сети, включая Интернет	22,1	12,8	0,58
Для управления закупками товаров (работ, услуг)	26,6	13,3	0,50
Для управления продажами товаров (работ, услуг)	17,9	8,8	0,49
Для управления складом	17,2	9,7	0,56
Обучающие программы	15,3	6,3	0,41
Прочие	20,1	11,1	0,55
Редакционно-издательские системы	5,4	2,0	0,36
Системы электронного документооборота	53,8	40,1	0,75
Электронные справочно-правовые системы	42,8	28,4	0,66

Источник: данные Росстата [6].

Таблица 2. Удельный вес организаций по направлениям использования технологий сбора, обработки и анализа больших данных в 2020 г. (от общего числа обследованных организаций, %)

Виды больших данных	Направления преимущественного использования				
	для продаж и маркетинга	для производственного процесса	преимущественно для безопасности	преимущественно для других целей	не используется
Данные, передаваемые между различным оборудованием, считываемые с цифровых датчиков или радиочастотных меток и др.	0,5	2,8	0,3	0,3	95,7
Данные учетных систем предприятия, таких как ERP, CRM, SCM, HRIS и т.п.	0,6	2,6	0,1	0,2	96,1
Данные геолокации, получаемые, в том числе, с использованием портативных устройств	0,8	3	0,2	0,4	95,3
Данные веб-сайта организации	1,6	1,6	0,1	0,4	95,9
Данные операторов сотовой связи	0,9	2,7	0,2	0,5	95,3
Данные, полученные из социальных сетей	1,3	1,6	0,1	0,4	96,3
Дистанционное зондирование Земли	0,6	1,5	0	0,1	97,4
Иные данные	0,6	1,4	0,1	0,3	97,1

Источник: данные Росстата [6].

Таблица 3. Удельный вес организаций по направлениям использования технологий искусственного интеллекта в 2020 г. (от общего числа обследованных организаций, %)

Технологии искусственного интеллекта	Направления преимущественного использования				
	для продаж и маркетинга	для производственного процесса	для безопасности	для других целей	не используется
Распознавание и синтез речи, в том числе голосовые помощники, различные системы для автоматического голосового обслуживания клиентов (технологии, преобразующие разговорную речь в машинно-читаемый формат)	0,2	0,5	0	0,1	99
Интеллектуальный анализ данных (технологии анализа данных, основанные на алгоритмах машинного обучения)	0,2	0,6	0	0	98,9
Компьютерное зрение (технологии распознавания образов, изображений)	0,2	0,6	0	0	98,8
Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений (технологии, принимающие самостоятельные решения, основанные на данных окружающей обстановки и использующиеся, например, в сервисных роботах, беспилотных транспортных средствах)	0,2	0,5	0	0	99
Автоматизация процессов, в том числе с участием роботов (технологии, имитирующие человеческие действия для целей автоматизации)	0,2	0,5	-	0	98,9
Технологии анализа данных, основанные на алгоритмах глубинного обучения (например, системы предиктивной аналитики)	0,2	0,4	-	0	99
Обработка естественного языка, в том числе виртуальные помощники, чат-боты (технологии, направленные на понимание языка и генерацию текста)	0,2	0,4	0	0,1	98,9
Иные технологии искусственного интеллекта	0,4	0,2	-	0	99

Источник: данные Росстата [6].

низациях технологий искусственного интеллекта (табл. 3) [9].

В большинстве обследованных организаций (около 99%) технологии искусственного интеллекта не используются. В качестве причин такого неиспользования технологий сбора, обработки и анализа больших данных, искусственного интеллекта можно указать нехватку квалифицированных кадров, сопротивление инновациям, а также функциональные проблемы, связанные с недостаточной производительностью имеющегося технического обеспечения для обработки больших массивов данных.

Технологии анализа больших данных, искусственного интеллекта реализованы в информационно-аналитических или BI-системах (Business Intelligence), которые пред-

ставляют собой системы, ориентированные на аналитическую обработку данных, интегрирующие данные из различных источников и содержащие различные методы и средства их обработки, включая методы машинного обучения и искусственного интеллекта. Такие системы предназначены для решения широкого спектра бизнес-задач, в том числе и требующих обработки больших объемов данных. Большинство определений трактуют «business intelligence» как процесс, технологии, методы и средства извлечения и представления знаний, необходимых для выработки управленческого решения [10].

BI-системы используются на стратегическом уровне управления организацией, функционируют с хранилищем данных, источниками

данных для которого могут быть и данные транзакционных систем. В BI-системах реализованы технологии многомерного анализа данных (OLAP-технологии), интеллектуального анализа данных Data Mining. Выработка управленческого решения происходит в трех сферах: детализированных данных, агрегированных данных и закономерностей [11, 12].

Рынок отечественных BI-систем представлен достаточно большим набором программных продуктов и демонстрирует положительную динамику по числу успешных внедрений, в том числе и организациях АПК – компании «Лига Цифровой экономики», «Крок», группа компаний «Parma technologies group», «IT Pro», «Loginom Company», «Форсайт», «Астор» и др. [13]. Выбор конкретной компании для

разработки BI-систем определяется стоимостью программного продукта, его функционалом, возможностью работать в «облаках» и на мобильных устройствах и другими критериями.

Авторами ранее предлагалась концепция построения хранилищ данных на базе информационно-аналитических систем как по горизонтали управления с учетом кооперации и интеграции организаций (для крупных агрохолдингов), так и по вертикали (на уровне сельскохозяйственной организации, района, области) [14]. На наш взгляд, данное предложение не утратило свою актуальность.

Источниками данных для хранилищ на уровне района может быть информационная база «1С: Свод отчетов АПК для районов», формы 5 АПК «Отчет о численности и заработной плате работников сельскохозяйственной организации», 8 АПК «Отчет о затратах на основное производство», 9 АПК «Отчет о производстве, затратах, себестоимости и реализации продукции растениеводства», 13 АПК «Отчет о производстве, затратах, себестоимости и реализации продукции животноводства», 15 АПК «Отчет о наличии животных», 16 АПК «Баланс продукции», 17 АПК «Отчет о сельскохозяйственной технике и энергетике» и др. Различные числовые показатели (факты, реквизиты-основания) в хранилищах данных могут анализироваться в разрезе различных измерений (реквизитов-признаков), среди которых может быть сельскохозяйственная организация, организационная форма сельскохозяйственной организации, регион, временной интервал и др. [15].

Кроме того, хранилища данных могут формироваться и на основе данных геоинформационных систем, данных, считываемых с различных датчиков и др. Данные хранилищ могут анализироваться с использованием методов описательного и предсказательного моделирования технологии Data Mining. Это и сегментация объектов решением задачи кластеризации различными алгоритмами с различными визуализаторами; классификация на основе решающих

правил вида «если, то», упорядоченных в древовидную иерархическую структуру; построение моделей линейной, логистической регрессии для прогнозирования временных рядов и др.

Хранилища данных сельскохозяйственных организаций, различные сценарии обработки и визуализации их данных, в том числе с использованием технологии Data Mining, можно использовать в предлагаемой подсистеме оперативного анализа деятельности организации модуля «Агрорешения», а также в личном кабинете сельскохозяйственного товаропроизводителя в модуле «Моделирование бизнеса».

Использование хранилищ данных для сельскохозяйственных организаций, предприятий агропромышленного комплекса, муниципальных образований на уровне районов, областей позволит сформировать единые информационные ресурсы для их использования в Государственной информационной системе «Информационно-аналитическая система оперативного мониторинга и оценки рисков состояния и рисков научно-технического обеспечения развития сельского хозяйства» (ИАС НТОР-СХ).

Выводы

1. В международных рейтингах цифрового и экономического развития Россия имеет довольно высокие показатели инклюзивного Интернета, электронного правительства, но прослеживается тенденция отставания в развитии технологий и экономики знаний (Knowledge & technology outputs).

2. По итогам федерального статистического наблюдения по форме № 3-информ «Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг», размещенных в сети Интернет 29.11.2021, менее половины обследованных организаций использовали специальные программные средства российского производства. Технологии сбора, обработки и анализа больших данных, технологии искусственного интеллекта используют

1-2% обследованных сельскохозяйственных организаций.

3. В качестве составляющих модуля «Агрорешения» национальной платформы цифрового государственного управления сельским хозяйством «Цифровое сельское хозяйство» возможна организация подсистемы оперативного анализа деятельности предприятия, представляющей собой BI-систему, реализованную на базе отечественных аналитических платформ. В BI-системе возможно использование хранилищ данных, наполняемых из транзакционных систем и прочих источников, включая геоинформационные системы, данные о производственных процессах, поступающие непосредственно с цифровых датчиков, социальных сетей и Web-источников, и др. Для анализа данных хранилища возможно использование OLAP-технологий оперативного многомерного анализа данных, а также методов технологии интеллектуального анализа данных, извлечения знаний из «сырых», необработанных данных Data Mining. Возможно использование перечисленных процессов и методов в личном кабинете сельхозтоваропроизводителя в модуле «Моделирование бизнеса».

4. Концепция построения хранилищ данных по вертикали управления отраслью (на уровне организации, района, области) способствует формированию единых информационных ресурсов Государственной информационной системы «Информационно-аналитическая система оперативного мониторинга и оценки рисков состояния и рисков научно-технического обеспечения развития сельского хозяйства» (ИАС НТОР-СХ).

5. Критерии выбора информационно-аналитических систем (BI-систем) для сельскохозяйственной организации аналогичны критериям выбора любого программного продукта и должны учитывать специализацию, размер, структуру управления, имеющееся техническое и программное обеспечение сельскохозяйственной организации, а также стоимость, функциональные и нефункциональные требования к BI-системе.

Список

используемых источников

1. Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы». [Электронный ресурс]. URL: <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201705100002.pdf> (дата обращения: 13.12.2021).

2. Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/urKHM0gTPPnzJlaKw3M5cNLo6gczMkPF.pdf> (дата обращения: 13.12.2021).

3. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 48 с.

4. **Огневцев С.Б.** Концепция цифровой платформы агропромышленного комплекса // Международный с.-х. журнал. 2018. № 2. С. 16-22.

5. Развитие экономико-математических методов, информационных систем и технологий в АПК Российской Федерации / А.М. Гатаулин [и др.] // Летопись кафедры экономической кибернетики. Иркутск: Металлпресс, 2017. 161 с.

6. Перечень информационных систем Минсельхоза России [Электронный ресурс]. URL: www.mcsx.gov.ru (дата обращения: 13.12.2021).

7. Информационное общество в Российской Федерации. 2020: статистический сборник [Электронный ресурс]. URL:

<https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/lqv3T0Rk/info-ob2020.pdf> (дата обращения: 22.11.2021).

8. Индикаторы цифровой экономики: 2021 : статистический сборник / Г.И. Абдрахманова, К.О. Вишневецкий, Л.М. Гохберг и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: НИУ ВШЭ, 2021. 380 с.

9. Итоги федерального статистического наблюдения по форме № 3-информ «Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг» [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/3-inform.html> (дата обращения: 13.12.2021).

10. BI-системы в России [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/BI> (дата обращения: 13.12.2021).

11. BI-система Loginom: учеб. пособие. / Н.В. Карпузова, К.В. Чернышева, С.И. Афанасьева; М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2020. 162 с.

12. **Яковлев В.Б.** Анализ данных в аналитической платформе Loginom: учеб. пособие. Lambert Academic Publishing, 2020. 174 с.

13. Проекты в отрасли «Сельское хозяйство и рыболовство». [Электронный ресурс]. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/BI?cache=no&otr_no&otr=Сельское_хозяйство_и_рыболовство&ptype=otr#ttop (дата обращения: 13.12.2021).

14. **Карпузова В.И., Чернышева К.В., Карпузова Н.В.** Формирование и использование хранилищ данных в АПК : матер.

IX науч.-практ. конф. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. С. 395-399.

15. **Карпузова Н.В., Чернышева К.В., Королькова А.П.** Совершенствование управления сельскохозяйственной организацией в условиях информационной экономики // Техника и оборудование для села. 2021. № 2 (284). С. 44-47.

The Use of Information-Analytical Systems in the Economy and Management of the Agribusiness

K.V. Chernysheva,

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

A.P. Korolkova,

(Rosinformagrotekh)

N.V. Karpuzova, S.I. Afanasyeva,

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

Summary. The use of digital technologies in agricultural organizations is considered. Possibilities of using information-analytical systems and technologies of multidimensional and data mining, approaches to the choice of BI-systems are given. The use of BI-systems in the personal account of an agricultural items producer in the «Business Modeling» module of the national platform for digital public administration of agriculture «Digital Agriculture» is proposed.

Keywords: information-analytical system, BI-system, OLAP-cube, organization management level.

Информация

Цифровые сервисы Ростсельмаш получили награды Всероссийского конкурса

Электронные системы РСМ Агротроник Пилот 2.0 и РСМ Карта урожайности от компании Ростсельмаш получили статус «Новинка» и дипломы Всероссийского конкурса Программы «100 лучших товаров России». Эксперты отметили значимость новых продуктов Ростсельмаш для потребителей страны.

В 2021 году Ростсельмаш впервые вышел на рынок интеллектуальных систем с цифровыми новинками. Всего компания разработала более 15 электронных систем, которые делают работу агротехники более результативной. Все они – часть инновационного проекта «Автономная ферма» компании. Основные направления цифровизации: мониторинг и контроль техники и межмашинное взаимодействие, автоуправление парком машин, автоматизация технологических процессов, безопасность.

«Повсеместная цифровизация – один из трендов последнего времени в сельском хозяйстве. С помощью широкого спектра различных сервисов аграрии могут решать большой список задач и более эффективно использовать технику. В интеллектуальных системах, разработанных и внедряемых нашей компанией, заложен огромный резерв для роста рентабельности сельхозбизнеса», – говорит директор по маркетингу Ростсельмаш Андрей Рябов.

Цифровые решения Ростсельмаш успели получить высокую оценку от потребителей и экспертов АПК. В числе первых наград –

победы конкурсов инновационной техники «Агросалон» (Москва, Россия) в 2020г., Agritechnica (Ганновер, Германия) в 2019 и 2021 гг. В конце 2021 года копилку побед Ростсельмаш пополнили награды от «100 лучших товаров России» – одного из наиболее авторитетных конкурсов в Российской Федерации.

РСМ Агротроник Пилот 2 – первая в мире гибридная система автоуправления сельскохозяйственными машинами, которая помимо спутниковой навигации и технологии РТК использует машинное зрение. РТК-поправки дают точность вождения до 2,5 см, а машинное зрение способно вовремя распознать препятствие и остановить технику. Таким образом, совмещение технологий делает работу на агромашинах не только точной, но и безопасной. Система позволяет механизатору сконцентрироваться на качестве уборки, повышает производительность даже в темное время суток.

Система РСМ Карта урожайности предназначена для точного определения урожайности и влажности в любой точке поля и в любой момент времени и является незаменимым инструментом для агронома при создании карт дифференцированного внесения удобрений. Данные в реальном времени передаются на платформу агроменеджмента и контроля Агротроник, где автоматически формируется итоговая карта урожайности, которую пользователь может посмотреть, обработать и выгрузить на компьютер для дальнейшего использования.