

УДК 621.7.01

И.А. Черепнев, В.И. Дьяконов, А.А. Варако

Харьковский НТУ сельского хозяйства им. Петра Василенко, Харьков

## ВОЗМОЖНОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОТИВОДЕЙСТВИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ НА ЭЛЕВАТОРАХ И В ХРАНИЛИЩАХ ЗЕРНА

Проанализированы возможные чрезвычайные ситуации на элеваторах и хранилищах зерна. Высказано обоснованное предположение о возрастающей угрозе биотерроризма государственным продовольственным запасам. Показаны широкие возможности электромагнитных технологий по уничтожению насекомых-вредителей зерна.

**Ключевые слова:** биологические системы, биоэкологическое оружие, электромагнитное излучение.

### Введение

На протяжении последней четверти века в большинстве стран мира наблюдается устойчивая тенденция увеличения числа и тяжести чрезвычайных ситуаций (ЧС). Организация Объединенных Наций в своей резолюции 54/ 219 «Международное десятилетие по уменьшению опасности стихийных бедствий: последующие механизмы» выражает «глубокую обеспокоенность по поводу растущего числа и последствий стихийных бедствий, которые сопровождаются огромными человеческими жертвами и имеют долгосрочные негативные социальные, экономические и экологические последствия для уязвимых групп населения во всем мире, особенно в развивающихся странах» [1].

Одновременно продолжает обостряться проблема с обеспечением продовольствием миллионов людей. «Недостаточная обеспеченность продовольствием, и в особенности продуктами животного происхождения отрицательно сказывается на средней продолжительности жизни людей, на их здоровье, физической работоспособности, сопротивляемости болезням, адаптации к современным высокотехнологичным производственным процессам. К числу болезней, вызываемых калорийно-белковой недостаточностью, относятся: квашиоркор – заболевание, связанное с недостатком белкового питания, зобовая болезнь, анемия, глазные болезни. В странах с большим потреблением полированного (очищенного от оболочки) риса широкое распространение получили болезни, вызываемые недостатком витамина В1» (рис. 1), [2].

В формировании запасов продовольствия важнейшее место занимает пшеница. В мировом производстве зерна пшеница занимает около 30% и дает почти 20% всех пищевых калорий для населения земного шара. Пшеница является основным продуктом в 53 странах мира. Возможность длительного хранения и транспортабельности зерна определяют его ведущую роль в создании стратегических запасов продовольствия. Ведущая роль в создании и хранении таких запасов отводится элеваторам

(рис. 2), которые осуществляют две функции:

- технологическую – преобразование разрозненных потоков зернового сырья, поступающего от производителей, в товарные, относительно выравненные по качеству, партии;
- экономическую – продвижение товара на внутреннем и внешнем рынках [3].

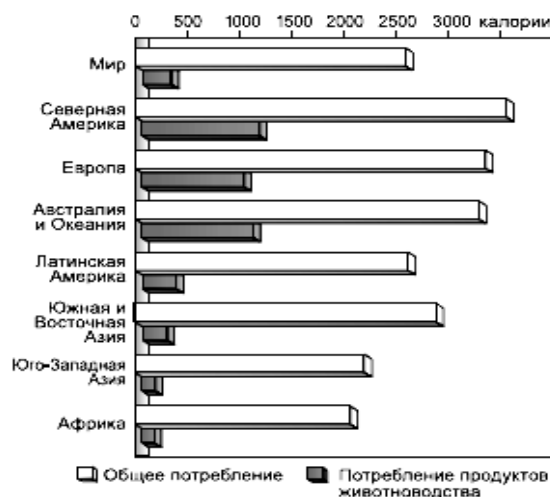


Рис. 1. Структура питания населения мира (по «Рио-92»)

В международной практике признано, что для гарантированной продовольственной безопасности государства в элеваторах на хранении должен находиться «не менее чем 70-дневный запас зерна» [4].

Следовательно, повышение устойчивости элеваторов к ЧС различного типа, в результате которых могут быть уничтожены запасы зерна, является актуальной задачей.

В работе [5] на основании анализа широкого перечня литературных источников подробно рассмотрены причины и особенности ликвидации ЧС на элеваторах и зернохранилищах с точки зрения их взрыво- и пожароопасности. В зарубежных информационных источниках указывается, что из 1120 взрывов пылевоздушной смеси 540 возникает при работе с зерном, мукой, сахаром и другими сельскохозяйственными продуктами.



Рис. 2. Ранние и современные конструкции элеваторов [4]

По данным страховых компаний Германии, в среднем в мире возникает один взрыв в день. Наиболее вероятными чрезвычайными ситуациями, которые чаще всего возникают на элеваторах, являются:

- открытые пожары категорий Б и В в производственных помещениях;
- пожары, которые могут возникнуть вследствие самовоспламенения зерна в силосах элеватора при нарушениях режима его хранения и переработки;
- взрывы зерновой пыли в оборудовании и осевшей на строительных конструкциях;
- загромождение производственных помещений обломками строительных конструкций и оборудования при возникновении пожара или взрыва, а также их наполнение продуктами горения.

Однако, по мнению авторов, в приведенном выше источнике не рассмотрены ЧС природного и социального характера, которые могут возникнуть в местах, где находятся значительные запасы зерна в концентрированном виде, т.е. на элеваторах и зернохранилищах, а именно [6]: 20760 НС, связанная с поражением сельскохозяйственных растений болезнями и вредителями; 20764 НС, связанная с массовым распространением вредителей сельскохозяйственных растений (рис. 3).

Рассмотрим распределение различных факторов, которые приводят к потерям зерна [7].

Потери зерна при хранении, даже при нормальных условиях занимают второе по значимости место, а в некоторых случаях могут стать решающими.

Качество семян при хранении зависит от ряда факторов, которые можно условно разделить на 3 группы:

- биотические факторы, которые включают живые компоненты зерновой массы – микроорганизмы, насекомых, клещей, грызунов;
- абиотические факторы, которые включают ряд показателей – влажность, температуру, свет, состав воздуха межзерновых пространств;
- факторы антропологического порядка, которые косвенно определяют стойкость при хранении; к ним причисляют технико-технологические воздействия на семена в процессе выращивания, уборки, послеуборочной обработки.

Остановимся на первой группе факторов.

Многие виды вредителей, наносящие ущерб сельскохозяйственным продуктам во время хране-

ния, широко распространены по земному шару, например разные виды мучных хрущаков. Другие, такие как клещи, более характерны для районов с умеренным климатом.

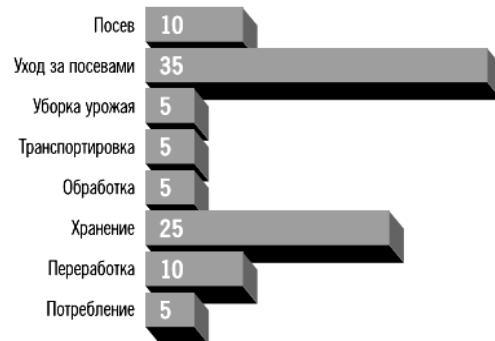


Рис. 3. Потери продукции (зерновые культуры), %

Фауна вредителей зерна, муки, крупы и других зерновых продуктов насчитывает несколько десятков видов насекомых и клещей (рис. 4).

Условия обитания для представителей группы вредителей хлебных запасов существенно отличаются от условий жизни насекомых и клещей, повреждающих сельскохозяйственные растения. Отличия заключаются в том, что зерновая масса, являясь основной средой обитания, хранится в закрытых помещениях. Благодаря низкой теплопроводности и влажностепроводности в зерновой массе не наблюдается резких колебаний температуры и влажности. Обычно в зерновых продуктах перед закладкой на хранение снижают содержание влаги. Зерно – сыпучий продукт. Являясь средой обитания, оно в то же время представляет отличную пищу для насекомых. В местах хранения сельскохозяйственной продукции, как правило, слабое освещение. В результате жизни в таких условиях насекомые и клещи, относящиеся к различным систематическим единицам, выработали ряд общих признаков, которые позволяют объединить их в одну группу вредителей хлебных запасов.

Большинство представителей этой группы характеризуется отсутствием диапаузы – состоянием относительного покоя, во время которого резко замедлены процессы обмена веществ. Это состояние обычно для насекомых и клещей, живущих в поле, оно помогает им переносить суровые условия зимы. Благодаря отсутствию диапаузы насекомые и клещи, обитающие в хранилищах, при благоприятных условиях могут размножаться и вредить круглый год. В результате экспериментов были получены данные, что в зерне, заложенном на хранение, через 2-3 месяца после уборки выявлено около 26 видов насекомых с разной частотой встречаемости. При этом количество зараженных партий колебалось от 14% до 94% в районах, охваченных исследованием. Например, рисовый долгоносик при температуре 20 – 25 градусов за два месяца может увеличить свою численность в зерне пшеницы в 15 – 45 раз.

Данная степень загрязненности делает зерно ядовитым, поэтому его нельзя использовать в продовольственных целях. Особо опасны амбарные вредители для семенного материала. Например, всхожесть семян пшеницы при повреждении амбарным долгоносиком снижается на 92%, рисовым долгоносиком – на 75%, малым мучнистым хрущак – 53%, суринамским мукоедом – на 75% и т.д. Именно эти виды наиболее широко распространены в Украине.

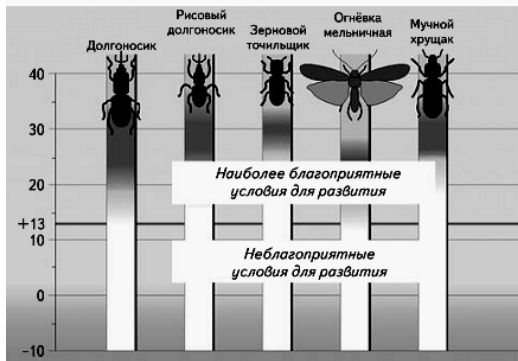


Рис. 4. Развитие насекомых-вредителей в зерне

Вред, наносимый зерну насекомыми-вредителями при хранении, является многофакторным:

1. Прямое уничтожение запасов зерна.

А.А. Горяинов приводит пример, когда на одном из элеваторов приняли на хранение 217 тонн гречневой крупы и лишь через 40 дней проверили эту партию на наличие вредителей, выяснив, что гречневая крупа заражена долгоносиком. Когда крупу пропустили через очистной сепаратор, её вес уменьшился на 8,5 тонн.

2. При заражении насекомыми снижаются пищевые, технологические и семенные качества зерна. Зерно тускнеет, изменяется его цвет, появляется специфический затхлый запах, ухудшаются мукомольные и хлебопекарные качества. Понижается всхожесть семян.

3. Так как продовольственные запасы являются средой обитания насекомых-вредителей, они в значительной степени заражают ее продуктами жизнедеятельности: паутиной, экскрементами, личинными шкурками и т.п.

4. Жизнедеятельность насекомых-вредителей способствует повышению температуры и влажности зерна, что в свою очередь стимулирует размножение различных микроорганизмов (бактерий, плесневых грибов), а вслед за ними и привлечение других видов насекомых, питающихся этими микроорганизмами. В процессе жизнедеятельности они выделяют тепло и влагу, что способствует увеличению порчи зерна и образованию в зерновой массе очагов самогревания. При этом плесневелое зерно становится притягательным для насекомых, и наоборот, зерно, зараженное насекомыми, начинает плесневеть. К тому же некоторые виды насекомых питаются плесенью и являются переносчиками плесневых спор.

По перечисленным выше причинам небольшие очаги с плесенью и насекомыми могут быстро превращаться в большие зоны испорченного зерна с повышенной температурой, в них образуются плесневелые корки и комки с неприятным запахом.

5. Высокая численность насекомых может дестабилизировать технологические процессы хранения зерна.

6. Зараженное зерно может стать источником возникновения различных заболеваний животных и человека, в том числе аллергических и инфекционных [3, 8, 9].

Рассмотрим элеваторы как возможный объект биотерроризма. Возможность использования насекомых-вредителей сельскохозяйственных культур в качестве биологического оружия, рассматривалась как в теоретическом, так и в практическом аспектах, на протяжении многих десятилетий [10].

Международная конвенция по биологическому оружию 1972 г. запретила его производство и применение в любой форме. Однако США отказались подписать протокол по мерам верификации, под предлогом борьбы с биотерроризмом. В США на эти цели в 2002 г. было выделено 1,5 млрд. долларов. Большую опасность представляет генное оружие – создание генетических конструкций, внедренных в геном растения или возбудитель заболевания, которые могут в определенных условиях вызывать эпифитотии или делать токсичными продукты урожая. Эти конструкции могут закрепляться в агроценозах, создавать резерваты, включаться в коадаптированные комплексы эндемичных возбудителей заболеваний. Высокотоксигенные штаммы фузариев, аспергиллов, пенициллов способны перекрестно заражать растения, сельскохозяйственных животных и человека. В течение 10 лет могут быть созданы синтетические микроорганизмы, включающие патогенные признаки грибов, бактерий и вирусов. Кстати, биологическое оружие – самый дешевый в производстве вид оружия массового поражения.

В применении к сельскому хозяйству серьезной угрозой является биоэкологическое оружие, основанное на использовании живых возбудителей болезней. При этом следует принимать во внимание, что со второй половины XX в. сельское хозяйство переживает резкое увеличение биоразнообразия вредных организмов. В основном оно идет за счет сапротрофных грибов, быстро эволюционирующих в сторону паразитизма, что определяется внедрением интенсивных технологий возделывания высокопродуктивных сортов. Неприменимость к сапротрофным грибам системы ‘ген против гена’ значительно затрудняет селекцию на устойчивость к ним.

Данные мировой литературы позволяют предполагать возможность создания сельскохозяйственного биооружия на основе модификаторов жизнедеятельности зерна в колосе при хранении и при протравливании импортными протравителями. Сейчас наряду с

актами, направленними на людей, опасен биотерроризм в отношении отраслей хозяйств, определяющих экономику страны. Он в короткий срок может вызвать нехватку продовольствия, рост цен, безработицу, пердел рынков сбыта. Под сельскохозяйственным биотерроризмом следует понимать способы искусственного, целенаправленного вредного воздействия на посевы, продукты урожая, агроценозы высокопатогенных возбудителей болезней, вредителей и генно-инженерно-измененных растений.

Рассмотрим основные меры борьбы с вредителями хлебных запасов. К числу т. н. традиционных относят профилактические, физико-механические и химические. Профилактические или предупредительные меры борьбы – это комплекс мероприятий, целью которых является не допустить заражения зерна и продуктов его переработки вредителями хлебных запасов или снизить зараженность и приостановить ее увеличение. Они включают в себя следующие основные направления работ: соблюдение санитарного режима; мероприятия, препятствующие проникновению вредителей в зерновые продукты; организация контроля зараженности зерна и продуктов его переработки и помещений в установленном порядке; создание условий, неблагоприятных для развития и жизни вредителей.

Физико-механические меры борьбы обеспечивают снижение и ликвидацию зараженности без ухудшения качества и безопасности зерна и продуктов его переработки. К физико-механическим мерам борьбы относятся очистка с последующим уничтожением выделенных насекомых и клещей, охлаждение, сушка и радиационная дезинсекция, а также применение электромагнитных полей в технологическом процессе.

Химические меры борьбы с вредителями основаны на применении различных пестицидов, позволяющих обеспечить обеззараживание зерна и продуктов его переработки от всех видов вредителей на всех стадиях их развития, в том числе и при скрытой форме зараженности. Химические средства допускается использовать лишь в тех случаях, когда невозможно применить физико-механические или другие экологически чистые средства и способы или реальна опасность увеличения плотности заражения вредителями выше допустимого уровня. Существуют две принципиально различающиеся технологии уничтожения вредителей в зерне:

– наиболее известная и распространенная в Украине и других странах СНГ заключается в использовании газообразных веществ – фумигация; эта технология требует вести процесс дезинсекции только в герметичном объекте, после обработки газ удаляют из зерна, и в дальнейшем зерно снова оказывается незащищенным и в любой момент может быть опять заражено вредителями, при этом эффект защиты сохраняется не более чем на два месяца;

– в мировой практике широкое распростране-

ние получила технология обработки зерна жидкими инсектицидами контактного действия; в США, Франции, Австралии, других странах зернохранилища оснащены устройствами для введения жидкого инсектицида в зерно – их включают при каждой загрузке зерна.

В настоящее время в борьбе с вредителями хлебных запасов применяется в основном химический метод. Для этих целей используют опасные для человека, домашних животных и окружающей среды ядохимикаты. Обеззараживают зерно, как правило, фумигантами. В 50-е годы прошлого столетия для этих целей расходовали, в основном, хлорпикрин и дихлорэтан. В последующие годы начали использовать бромистый метил, а с 80-х годов – фосфинсодержащие препараты: фостоксин, целфос, магтоксин и др.

Сегодня в Украине практически все зараженное зерно и продукцию обеззараживают фосфинными препаратами.

Фумигации подвергают хранящиеся хлебопродукты, а также зерно и продукцию, идущие на экспорт и растительные грузы, поступающие в страну по импорту: зерно, семена, хлопок, пряные культуры, зерно кофе, бобы какао, орех кешью и др. А это многие миллионы тонн в год. При этом расходуются сотни тонн фумигантов, с вытекающими отсюда опасными для людей и экологии страны последствиями, не говоря о значительных денежных затратах (фумигация 1 тонны зерна стоит около 1 долл. США).

Характерно, что вредители хлебных запасов со временем приобретают устойчивость к ядохимикатам и для их истребления требуются всё новые и новые препараты, которые также не исключают резистентности к ним. Кроме того, пестицидами не всегда удается добиться полного уничтожения вредителей.

Однако применение ядохимикатов имеет не только положительный эффект, но и оказывает значительное негативное действие на полезную живую материю почвы и организм людей и животных. Химический способ обработки зерна с помощью фостоксина, например, представляет потенциальную опасность для здоровья животных. Заболевания и гибель животных, которым скармливали зерно, не прошедшее установленного режима дезактивации, наблюдались достаточно часто. Проведенные опыты подтвердили, что при скармливании лабораторным животным (белые мыши) зерна, дезактивированного в течение 10 суток, наблюдается гибель 80 – 100% подопытных животных. Таким образом, при современных технологиях перевозки и обработки больших масс зерна создается реальная угроза его недостаточной дезактивации и, следовательно, не только потери продуктивности, но и гибели сельскохозяйственных животных [11, 12]. Поэтому сейчас усилия многих ученых и специалистов направлены на изыскание новых методов обеззараживания семян без применения ядохимикатов.

Накопленний експериментальний матеріал показує, що альтернативою хімічному методу боротьби з шкідливіми запасами може служити мікрохвильова технологія, отримавши широке визнання як спосіб стимуляції насіння і підвищення їх урожайності. Її привабливість полягає в можливості вирішувати завдання, непосильні для хімічного методу:

- в протилежність хімічному методу забезпечується 100%-е знищення шкідливих;
- екологічна безпека робіт;
- відсутність стійкості шкідливих до мікрохвиль;
- оброблене зерно і продукція не накопичують небезпечних отруйливих речовин, як це має місце при хімічному методі;
- економічна ефективність обробки з мінімальними витратами праці і засобів;
- можливість дезінфекції зерна і продукції як при зберіганні, так і в потоці завантаження їх на транспортні засоби (залізничні вагони, баржі, судна і т.д.);
- можливість дезінфекції незавантажених силосів елеваторів і ємкостей сучасних зернових комплексів;
- виключення простоя об'єктів, як це має місце при їх дезінфекції (5 – 10 днів), включаючи підготовку до дезінфекції, подачу дезінфекційних розчинів, експозицію і дезаерацію;
- виключення спеціальних заходів особистої і суцільної безпеки, які мають місце при дезінфекції: відокремлення зон безпеки, постійна охорона газонепропускання об'єктів, заборона входу в них людей, припинення ремонтних, профілактичних робіт і т.д. [13].

В сільському господарстві в цілому спостерігається зростаючий рівень професійних захворювань і в т.ч. викликаних дією хімічних факторів. На рис. 5 і в табл. 1 відповідно представлені дані про структуру професійних захворювань і її динаміку на прикладі Вороніжської області РФ [14].

В світі щорічно реєструється понад 1 мільйон гострих отруєнь пестицидами, причому на кожні 500 випадків інтоксикації спостерігається один смертельний вихід (B.S. Levy, D.H. Wegman, 2000, 2010).



Рис. 5. Структура професійних захворювань і її динаміка на прикладі Вороніжської області РФ

Таблиця 1

Динаміка професійних захворювань в агропромисловому комплексі в 2000 – 2005 рр. (на 10000 працівників)

Рік	Показник захворюваності на 10000 працівників		
	всього хворілих	в тваринництві	в рослинництві
2000	4,4	3,1	5,6
2001	5,6	5,5	5,7
2002	5,9	5,3	6,4
2003	6,3	3,8	8,3
2004	5,6	5,1	5,9

Автори зазначають, що в США щорічно реєструється до 20 тис. випадків гострих отруєнь пестицидами, з яких 50% пов'язані з порушенням правил їх застосування і приготування робочих розчинів. В Україні, на жаль, до цього часу не налагоджено належне ведення обліку отруєнь пестицидами. Більшість отруєнь легкої ступеню залишаються незареєстрованими, потерпілі обмежуються самопомогою або звертаються в медпункт, де проводиться мінімальний комплекс лікувально-реабілітаційних заходів без повідомлення в місцеві СЭС для розслідування причини гострого отруєння і реєстрації випадків гострих професійних захворювань. Варто зазначити, що в існуючих медичних формах обліку захворюваності всі отруєння, в тому числі пестицидами, реєструються в графі «інші захворювання». В сільському господарстві в зв'язі з зміною форм власності і створенням великих агрофірм, так і малих приватних підприємств, великої кількості фермерських господарств і акціонерних товариств без належного забезпечення санітарного контролю над умовами праці працівників, нерідко грубо порушуються гігієнічні вимоги до зберігання і застосування пестицидів [15]. В порівнянні з іншими формами захворювань, для яких дією шкідливого фактора є неоспоримим (пневмоконіоз, вібраційна хвороба) диференціальна діагностика захворювань хімічної природи є досить складною і суперечливою саме через багаточисельність і неспецифічність дії виробничих факторів (рис. 6).

Тому перехід на екологічно чисті мікрохвильові технології може виправити ситуацію.

Розглянемо перелік завдань, які необхідно вирішити для досягнення завдання по знищенню амбарних шкідливих:

- розробити методику впливу імпульсного електромагнітного поля на шкідливих-шкідливих;
- провести вибір і обґрунтування діапазону частоти електромагнітного випромінювання, його потужності і

режимов воздействия на насекомых-вредителей;

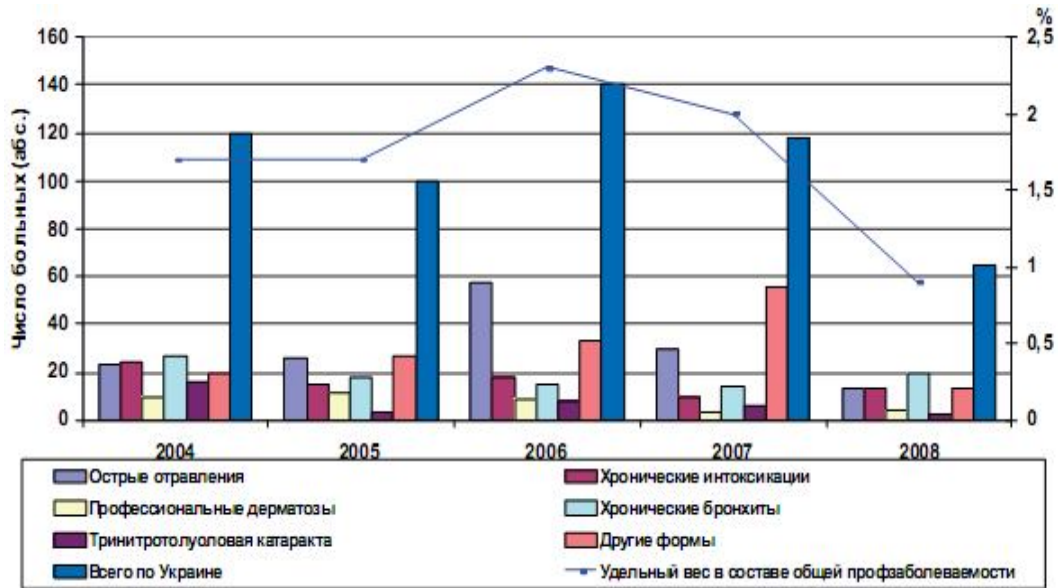


Рис. 6. Структура профессиональной заболеваемости химического генеза [16]

– провести экспериментальное исследование импульсного воздействия электромагнитного поля на зерновой материал, пораженный насекомыми-вредителями;

– провести обработку полученной информации, выработку рекомендаций по применению метода импульсного воздействия на насекомых-вредителей [17].

Остановимся более подробно на анализе технических средств для уничтожения насекомых-вредителей зерна. Для разработки методов воздействия на зерно при хранении, организм насекомых-вредителей и сельскохозяйственных животных необходимо рассмотреть общий методологический подход к функционированию биологического объекта, начиная с клеточного уровня. Важнейшее свойство живых организмов заключается в их способности улавливать, преобразовывать и запасать энергию в различных формах. Общие законы, определяющие превращение энергии, изучаются термодинамикой. Согласно первому закону термодинамики, различные виды энергии могут переходить друг в друга, но при этих превращениях энергия не исчезает и не появляется из ничего.

Внутренняя энергия отличается от теплоты и работы тем, что она всегда меняется одинаково при переходе из одного состояния в другое независимо от пути перехода.

Применимость первого закона термодинамики к живым системам показывает, что энергия, поступающая в них с пищей, разделяется в процессе потребления на две части: выделяющуюся в среду в виде тепла и энергии, содержащейся в продуктах жизнедеятельности, и запасаемую в клеточном материале. Сумма этих двух частей равна внутренней энергии поступающей пищи.

Изменение тепловой энергии  $\Delta Q$  изолирован-

ной системы пропорционально абсолютной температуре ( $T$ ); коэффициент пропорциональности называется изменением энтропии ( $\Delta S$ ):  $\Delta Q = T\Delta S$ .

Согласно второму закону термодинамики, энтропия изолированной системы возрастает в необратимом процессе и остается неизменной в обратимом процессе. Рост энтропии при самопроизвольных процессах означает переход системы, состоящей из большого числа молекул, в более вероятное состояние. Для характеристики систем, состоящих из большого числа частиц, используется понятие термодинамической вероятности.

Второй закон термодинамики определяет, что в живых организмах в ходе их роста и развития может происходить увеличение упорядоченности. Свободная энергия не может увеличиваться лишь в изолированных системах. Ни один живой организм не является изолированной системой. Внутри такой системы в ее «живой» части, т.е. в организме, свободная энергия может увеличиваться, а энтропия – соответственно уменьшаться, но при обязательном условии одновременного его увеличения в неживой части системы.

При применении термодинамики к биологическим системам необходимо учитывать особенности организации живых систем: биологические системы открыты для потоков вещества и энергии; процессы в живых системах в конечном счете имеют необратимый характер; живые системы далеки от равновесия; биологические системы гетерофазны, структурированы и отдельные фазы могут иметь небольшое число молекул.

При исследовании биологических систем необходимо учитывать закон сохранения энергии

$$C \cdot m \cdot \Delta T = (1 - \Gamma^2) P_{из} t, \quad (1)$$

где  $C$  – теплоемкость биологического объекта;  $m$  – масса биологического объекта;  $\Delta T$  – изменение

температуры биологического объекта;  $\Gamma$  – коэффициент отражения падающего электромагнитного поля;  $P_{из}$  – мощность излучения генератора;  $t$  – время воздействия на биологический объект.

Как следует из приведенной формулы, определяется связь мощности воздействия, времени воздействия с изменением температуры биологического объекта, что позволяет предварительно определить биотропные параметры воздействующего на биологический объект электромагнитного поля.

Рассмотрим серийные и экспериментальные генераторы ЭМИ, которые могут быть использованы в проведении экспериментальных исследований по уничтожению насекомых-вредителей зерна.

Наиболее широкое распространение получили источники ЭМИ КВЧ диапазона с фиксированной частотой, с довольно высокой мощностью излучения. Длина волны в этих приборах обычно составляет 4,9; 5,6 или 7,1 мм при плотности мощности до 10 мВт/см<sup>2</sup> облучаемой поверхности.

Производится облучение организмов в течение

определенного времени (3 и 15 мин) при помощи генератора Г4-142 (диапазон частот 53 – 75 ГГц) и высокочастотной установки, источником излучения в которой являлась лампа обратной волны ЛОВ-87 «А» (150 – 170 ГГц). Плотность потока энергии (ППЭ) в месте расположения объектов составляла 4 и 120 мкВт/см<sup>2</sup>.

Проведенный анализ показал, что при использовании генераторов с частотой 47,7 МГц биологический эффект действия был связан с мощностью потока излучения, амплитудой напряжения ( $U$ , кВ) и временем воздействия, что позволяло при определенных выше параметрах получить летальность насекомых 42,5%. При этом необходимо отметить, что в диапазоне 47,7 МГц в ряде случаев отмечалось увеличение роста активности некоторых микроскопических грибов, а при диапазоне 2400 МГц оказывало более сильный эффект действие по их уничтожению.

Результаты анализа выпускаемых серийно и экспериментально генераторов СВЧ и КВЧ диапазонов приведены в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Серийно выпускаемые генераторы КВЧ диапазона

№ п/п	Тип источника	Диапазон, ГГц	Нестабильность выходной частоты	Паразитная девиация частоты	Погрешность установки частоты	Выходная мощность, Вт
1	Г4-115	25,8-37,5	$3 \cdot 10^{-4}$	600 кГц	30 МГц	$5 \cdot 10^{-3}$
2	Г4-155	17,44-25,95	$3 \cdot 10^{-4}$	400 кГц	100 МГц	$5 \cdot 10^{-3}$
3	Г4-185	37,5 - 53,6	$2 \cdot 10^{-4}$	3 МГц	450 МГц	$4 \cdot 10^{-3}$
4	Г4-186	53,6 - 78,3	$2 \cdot 10^{-4}$	22,2 МГц	600 МГц	$4 \cdot 10^{-3}$
5	Г4-178	37,5 - 53,6	$2 \cdot 10^{-4}$	7,4 МГц	150 МГц	$5 \cdot 10^{-4}$
6	Г4-178	53,6 - 78,3	$2 \cdot 10^{-4}$	2,2 МГц	220 МГц	$5 \cdot 10^{-4}$
7	Г4-141	37,5 - 53,57	$10^{-3}$	6 МГц	600 МГц	$4 \cdot 10^{-3}$
8	Г4-142	53,57-78,33	$10^{-3}$	6 МГц	900 МГц	$4 \cdot 10^{-3}$
9	НР83556А	40-60	$2 \cdot 10^{-5}$	30 МГц	45 МГц	$4 \cdot 10^{-3}$
10	НР83557А	50-75	$3 \cdot 10^{-5}$	30 МГц	50 МГц	$4 \cdot 10^{-3}$
11	УН83554А	26,5 - 40	$2 \cdot 10^{-5}$	Не указано	20 МГц	$5 \cdot 10^{-3}$
12	УН83555А	33-50	$2 \cdot 10^{-5}$	20 МГц	30 МГц	$5 \cdot 10^{-3}$

Таблица 3

Характеристики экспериментальных приборов

Аппарат	Производитель	Частота, ГГц	Вид и параметры модуляции	ППМ
Явь-1	ФНПО «Исток», г. Фрязино	53,53; 42,19	нет	$\leq 10$ мВт/см <sup>2</sup>
Явь-1-2М	ФНПО «Исток», г. Фрязино	53,53; 42,19	ЧМ, F $\pm$ 50 МГц	2,5 - 10 мВт/см <sup>2</sup>
Элект-ро-ника КВЧ-101	НПО «Сатурн», г. Киев	61 $\pm$ 2	АМ, F = 5ГГц, 45ГГц; ИМ меандром с $\tau_u = 6$ с, 11 с	$\leq 7$ мВт/см <sup>2</sup>
АМРТ-02	НИИРИ, г. Харьков	52-62	ИМ меандром, F = 50 ГГц	0,1 мВт/см <sup>2</sup>
МНТ-1.2	МНТ, г. Киев	35-75, шум	нет	1,5-7 мВт/см <sup>2</sup>
ARIA-SC	НПО «СКАД», г. Харьков	53-63, шум	нет	$5 \cdot 10^{-2}$ мВт/см <sup>2</sup>
Коверт-04-02	МЦ «Ко-верт», г. Москва	53 - 78, шум	нет	$10^{-19}$ Вт/(Гц · см <sup>2</sup> )
Порог-3	НИЦ «Видгук», г. Киев	53 - 78, шум	нет	$10^{-17}$ Вт/(Гц · см <sup>2</sup> )
РА-МЕД-эксперт 02	НИИ ТМ «РА-МЕД», г. Днепрпетровск	42,2	нет	$10^{-3} - 0,1$ , мВт/см <sup>2</sup>
МИРТА-02	г. Москва	2,45	ИМ меандром, F = 0,5 -50 ГГц	10 мВт/см <sup>2</sup>

НОВЬ	г. Москва	4	ЧМ, F = 10Гц	10 мВт/см <sup>2</sup>
------	-----------	---	--------------	------------------------

## Выводы

1. Амбарные вредители наносят значительный ущерб зерновым запасам, а в случае резкого возрастания популяции способны привести к возникновению ЧС элеваторов.

2. Традиционные методы борьбы с насекомыми-вредителями увеличивают степень загрязнения зерна и продуктов его переработки пестицидами.

3. Для создания электротехнологий, связанных с воздействием электромагнитных излучений на насекомых-вредителей сельского хозяйства, необходимы исследования по созданию источников ЭМП СВЧ и КВЧ диапазонов, отвечающих высоким требованиям по спектру выходных сигналов и по диапазону частоты и выходной мощности.

4. При этом воздействии на насекомых в импульсном режиме наблюдается коррелятивная зависимость между уровнем смертности и используемой амплитудой излучения.

## Список литературы

1. <http://www.unisdr.org/files/resolutions/N0027177.pdf> Организация Объединенных Наций пятьдесят четвертая сессия.
2. Максаковский Владимир. Географическая картина мира: учебник для вузов. – Кн. 1: Общая характеристика мира. – М.: Дрофа, 2003, 2008. – 496 с.
3. Арынгазин К.Ш. Научно-практические основы технологического проектирования зерновых элеваторов с элементами САПР. Научно-практические основы технологического проектирования зерновых элеваторов с элементами САПР: монография / К.Ш. Арынгазин, А.И. Изтаев, Б.О. Джанкуразов // Павлодар: Кереку, 2010. – 172 с.
4. [http://val--s.narod.ru/gl\\_visnevsky.htm#3](http://val--s.narod.ru/gl_visnevsky.htm#3) Электронная версия бюллетеня «Население и общество». Центр демографии и экологии человека Института народнохозяйственного прогнозирования РАН. Можно ли накормить весь мир?
5. Корнійчук В.В. Причини виникнення та особливості ліквідації надзвичайних ситуацій на елеваторах / В.В. Корнійчук, Ю.І. Грицюк // Науковий вісник НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.8. – С. 120-129.
6. Національний класифікатор України. Класифікатор надзвичайних ситуацій ДК 019:2010.

7. Некоторые организационные аспекты повышения продовольственной безопасности Украины / И.А. Черепнев, А.В. Сизенко, В.И. Дьяконов, Н.М. Кириенко // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка «Механізація с. г. виробництва та переробки сільськогосподарської продукції». – Вип. 103. – X., 2010. – С. 300-313.

8. Горяинов А.А. Вредители и болезни в амбарах и борьба с ними / А.А. Горяинов. – Л.: Сельколхозгиз, 1931. – 39 с.

9. [http://www.initor.by/proozon/1/3\\_3.html](http://www.initor.by/proozon/1/3_3.html) Буракова О.В. Насекомые-вредители продовольственных запасов.

10. Покрышкин А.Б. Радиационная, химическая и биологическая защита: учеб. пособ. / А.Б. Покрышкин. – Челябинск: Издательство ЮурГУ, 2007. – 115 с.

11. Шкрабак В.С. Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве / В.С. Шкрабак, А.В. Луковников, А.К. Тургиев. – М.: Колос, 2002. – 512 с.

12. Высокочастотная технология защиты зерна от амбарных вредителей вопросы атомной науки и техники / В.А. Кутовой, Б.И. Рудяк, Л.А. Базыма и др. // Серия: Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение (80), №4. – 2001. – С. 129-132.

13. <http://shashel.net/page/25344> Микроволны в АПК.

14. [http://www.vsm.a.ac.ru/publ/vest/025/Site/index\\_2.html](http://www.vsm.a.ac.ru/publ/vest/025/Site/index_2.html) Бельская В. А. Структура факторов профессиональной заболеваемости в Воронежской области // Центр профессиональной патологии ГУЗ «ВОКБ №1», г. Воронеж.

15. Харченко О.А. Острые отравления пестицидами в структуре профессиональной заболеваемости у работников сельского хозяйства / О.А. Харченко, Г.М. Балан, В.А. Бабич // Сучасні проблеми токсикології. – К., 5/2011 – С. 150-151.

16. Тимошина Д.П. Показатели профессиональной и производственно обусловленной заболеваемости в проблеме химической безопасности трудоспособного населения / Д.П. Тимошина // Актуальные проблемы транспортной медицины. – 2011. – № 1 (23). – С. 39-48.

17. Использование импульсного ЭМИ для обеззараживания зерновой смеси // А.С. Черепнев, И.А. Черепнев, Г.А. Ляшенко // МО України. ХУПС ім. Івана Кожедуба. Збірник наук. праць. – Х.: ХУПС, 2008. – Вип. 2(17). – С. 53-55.

Поступила в редколлегию 14.03.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.Д. Черенков, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. Петра Василенка, Харьков.

## МОЖЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОТИДІЇ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ НА ЕЛЕВАТОРАХ І У СХОВИЩАХ ЗЕРНА

І.А. Черепньов, В.І. Дьяконов, А.А. Варако

Проаналізовано можливі надзвичайні ситуації на елеваторах і у сховищах зерна. Висловлено обґрунтоване припущення про зростаючу загрозу біотероризму щодо державних продовольчих запасів. Показані широкі можливості електромагнітних технологій щодо знищення комах-шкідників зерна.

**Ключові слова:** біологічні системи, біоекологічна зброя, електромагнітне випромінювання.

## POSSIBILITIES OF ELECTROMAGNETIC TECHNOLOGIES TO COUNTERACT THE EMERGENCIES IN ELEVATORS AND IN GRAIN STORAGE

I.A. Cherepnev, V.I. Dyakonov, A.A. Varako

The possible emergencies in elevators and in grain storage are analyzed. Reasoned guess about the growing threat of bioterrorism to public food stocks is made. Possibilities of electromagnetic technology to eliminate insect pests of grain are shown.

**Keywords:** biological systems, bio-ecological weapons, electromagnetic radiation.