

10. Beck, F. Application of different models for modeling abrasive wear [Text] / F. Beck, P. Eberhard // World Congress on Computational Mechanics (WCCM XI), 20–25 July, 2014, Barcelona, Spain. — 2014. — P. 125–127.
11. Harrington, E. C. The Desirability Function [Text] / E. C. Harrington // Industrial Quality Control. — 2005. — № 21. — P. 494–498.

#### РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ОТРЕЗНОГО РЕЗЦА С ДИСКОВОЙ ПИЛЫ

Предложена конструкция отрезного резца с дисковой пилы, которая вышла из строя и не пригодна для дальнейшей эксплуатации. Приведенная конструкция является наиболее экономически целесообразной в качестве отрезного резца из быстрорежущей стали Р6М5. Рассмотрено влияние степени заострения режущей кромки на стойкость отрезного резца и предложен способ закругления режущей кромки, который обеспечивает необходимую стойкость резца.

**Ключевые слова:** отрезание заготовок, отрезной резец, дисковый резец, дисковая пила.

*Васильев Анатолий Владимирович, кандидат технических наук, доцент, кафедра технологий машиностроения, Полтавский национальный технический университет им. Ю. Кондратюка, Украина, e-mail: vas.anatoly@gmail.com.*

*Попов Станіслав Вячеславович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технології машинобудування, Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка, Україна, e-mail: psv26@mail.ru.*

*Даценко Володимир Дмитрович, кафедра технології машинобудування, Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка, Україна, e-mail: dacenko.vladimir@mail.ru.*

*Васильев Анатолий Владимирович, кандидат технических наук, доцент, кафедра технологии машиностроения, Полтавский национальный технический университет им. Ю. Кондратюка, Украина.*

*Попов Станіслав Вячеславович, кандидат технических наук, доцент, кафедра технологии машиностроения, Полтавский национальный технический университет им. Ю. Кондратюка, Украина.*

*Даценко Владимир Дмитриевич, кафедра технологии машиностроения, Полтавский национальный технический университет им. Ю. Кондратюка, Украина.*

*Vasyliiev Anatoly, Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, Ukraine, e-mail: vas.anatoly@gmail.com.*

*Popov Stanislav, Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, Ukraine, e-mail: psv26@mail.ru.*

*Datsenko Volodymyr, Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, Ukraine, e-mail: dacenko.vladimir@mail.ru*

УДК 631.344:634.1-13

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.44399

Рудницкая А. В.

## АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНОВ ПЛОДОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ОТ ВЕСЕННИХ ЗАМОРОЗКОВ

*Проведен анализ известных способов и средств механизации для защиты плодовых насаждений от весенних заморозков. Предложена классификация способов и средств механизации защиты от заморозков, которая позволяет выбрать перспективное направление развития отрасли механизации для повышения эффективности процесса защиты генеративных органов плодовых деревьев от весенних заморозков.*

**Ключевые слова:** плодовые насаждения, генеративные органы, урожайность, заморозки, защита, механизация.

### 1. Введение

Согласно рекомендациям медиков, ежегодно взрослый человек должен потреблять не менее 80 кг фруктов и ягод. Эти продукты представляют особую ценность как источник витаминов, которые играют большую роль в жизнедеятельности человека, повышая жизненный тонус организма, его физическую и умственную работоспособность, сопротивляемость к болезням. В развитых странах мира сложился достаточно высокий уровень потребления этой продукции, в пределах 100...160 кг на человека в год. В Украине этот уровень очень низкий и не превышает 25...30 кг.

На протяжении 1991–2007 г.г. площадь плодово-ягодных насаждений в Украине сократилась на 73,3 %. На сегодня их площади в сельскохозяйственных предпри-

ятиях составляют 109,4 тыс. га. Уменьшение масштабов производства данной продукции происходит не только из-за сокращения площадей плодоносящих насаждений, но и снижения их урожайности.

К причинам, влияющим на урожайность плодовых деревьев, следует отнести такие: недостаток влаги; снижение плодородия почвы; повреждение культуры болезнями и вредителями, а также весенние заморозки. Среди отмеченных причин с первыми тремя борются путем применения капельного орошения, внесения удобрений и применения химических средств защиты, что дает эффективные положительные результаты. Однако наиболее существенный вред урожаю плодовых наносят заморозки, которые наступают весной после начала содвижения в деревьях. Низкие температуры приводят к гибели генеративных органов, а иногда и к полной

гибели деревьев. Невзирая на разработку целого ряда мероприятий, задача защиты плодовых насаждений не является решенной, и на сегодняшний день отсутствует эффективный и экономичный способ защиты от данного явления природы. Поэтому задача обеспечения заданного теплового режима плодовых насаждений интенсивного типа от весенних заморозков является актуальной.

## 2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Под заморозком принято понимать падение температуры приземного слоя воздуха и поверхностных слоев почвы ниже  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  во время вегетационного периода при положительных среднесуточных температурах.

В зависимости от причины возникновения, в природе различают три типа заморозков [1–10].

1. Адвективные заморозки — обусловлены приливом холодного воздуха. Они наиболее продолжительные, временами превышают сутки, а в отдельных случаях длятся до четырех суток (рис. 1, а).

2. Радиационные заморозки. Возникают в тихие безоблачные ночи в результате излучения подстилающей поверхности, когда охлажденный воздух стекается в сниженные части рельефа и скапливается (рис. 1, б).

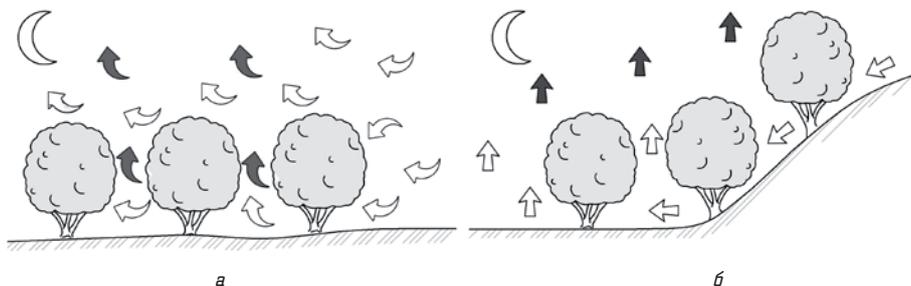


Рис. 1. Схемы направления потоков воздуха (холодного — стрелки белого цвета, теплого — стрелки серого цвета) при различных типах заморозков: а — адвективном; б — радиационном

3. Адвективно-радиационные (смешанные) заморозки. Образуются в результате вхождения волн холода с положительной температурой и следующим выхолаживанием воздушной массы к отрицательным температурам.

Заморозки наступают на поверхности почвы и в воздухе на высоте 2,0 м не одновременно. Максимальная разница между температурами почвы и воздуха  $7,0...8,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в среднем  $3,5...4,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  [2, 3, 7, 10], поэтому необходимо проводить мониторинг температурного режима плодовых насаждений во время заморозков.

В конце XX века и начале XXI века опубликовано большое количество работ по изучению заморозков [1–16]. За границей этой проблемой активно занимаются в США и Европе. Однако задача защиты плодовых насаждений не является решенной, и на сегодняшний день отсутствует эффективная и экономически выгодная защита от этого явления природы. Применяемые на практике и описанные в литературных источниках [1–16] способы защиты можно разделить на две группы:

- 1) профилактические (агробиологические);
- 2) прямые — строительство различных культивационных сооружений; создание укрытий; применение регуляторов роста и развития; дымление; дождевание; прямой обогрев устройствами и приспособлениями и др.

Для защиты плодовых насаждений интенсивного типа от весенних заморозков известно много способов. Наиболее распространенными являются укрытие деревьев, дымление, подогрев воздуха в междурядьях, перемешивания слоев воздуха вертолетами и стационарными пропеллерами, дождевание. Но на сегодня в Украине они не находят широкого применения в производстве или из-за их малой эффективности, или из-за необходимости больших затрат энергетических ресурсов.

## 3. Объект, цель и задачи исследования

Объектом исследования является процесс защиты плодовых насаждений от весенних заморозков.

Целью исследования является повышение эффективности процесса защиты генеративных органов плодовых насаждений интенсивного типа от весенних заморозков за счет применения средств механизации.

Для достижения данной цели необходимо провести анализ существующих способов и средств механизации защиты плодовых насаждений от весенних заморозков, создать их классификацию, изучить направления потоков холодного и теплого воздуха при использовании различных способов и средств механизации для защиты от заморозков, а также выявить наиболее перспективные направления развития данной отрасли механизации.

## 4. Материалы и методы исследований защиты плодовых насаждений интенсивного типа от весенних заморозков

Задача защиты насаждений от заморозков сводится к тому, чтобы не дать возможности температуре в нижнем тонком слое воздуха снизиться до  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  и ниже. Этого можно достичь следующими нижеописанными способами.

1. Обеспечить приток тепла к нижнему слою воздуха: костры, паровые трубы, наполнение горячей водой оросительных каналов, использование мобильных теплогенераторов.

2. Уменьшить ночное лучеиспускание, применяя дымовые костры, дымовые шапки, опрыскивание растительности водой, сплошное заливание поверхности водой.

3. Перемешивая слой воздуха, используя для этого ветровые машины, вертолеты или маленькие самолеты. Поскольку воздух выше холодного слоя имеет положительную температуру, в ряде случаев нет необходимости прибегать к искусственному обогреву.

Рассмотрим некоторые прямые способы более подробно.

Дымление — наиболее старый и распространенный способ защиты от заморозков [1–6, 8–10, 16]. Исследования дымления показали, что причина теплового эффекта связана не с дымом, а с теплотой, выделяемой при сгорании дымовых куч. Используемый материал: хворост, дерево, солома, навоз, сорная трава, влажные лозы, мох, кора, смола, каменноугольная смола, нефть. Для дымления также использовали дымовые шапки [8, 10].

Способ обогрева горелками [1–6, 8–10] получил начало и развивался в Америке. В процессе сгорания различного рода топлива (твердое, жидкое и газообразное) в горелках происходит нагрев воздуха за счет излучаемого тепла, а пламя вызывает движение воздуха по вертикали. При обогреве нефтяными горелками повышение температуры воздуха [2] на 2,0...2,5 °С дают 100 горелок на 1 га. Ранее использование горелок было стандартным во всем мире. Но в США, начиная с 1970-х годов, их использование прекращено, а позже и вовсе запрещено властями из-за высокой концентрации загрязняющих веществ (в частицах дыма).

Применяют создание укрытий [1–6, 8–10] при помощи различных светопрозрачных и полимерных пленок. Так деревья оказываются в своеобразных условиях, которые позволяют без повреждений перенести заморозок.

На сегодня наиболее распространенным способом защиты является дождевание — искусственное орошение [1–6, 8–10]. Вода, обладая большой удельной и скрытой теплотой, при замерзании выделяет тепло (1 л выделяет 80 ккал). Высокое содержание водяного пара в воздухе является защитой от заморозков, поскольку водяной пар поглощает инфракрасные лучи. В обогащенном водяным паром воздухе эффективное излучение становится слабее и вызывает меньшее охлаждение приземных воздушных слоев.

Начиная с 1950-х годов в качестве предпочтительного способа защиты начали применять ветровые машины [2, 3, 11, 12] — перемешивание воздуха в нижних слоях. За последние 35...40 лет они стали популярны в США и Европе — машины компаний «Orchard-Rite», «Amarillo Wind», «Mecagri». Машина состоит из вентилятора, стальной башни и двигателя. Вентилятор всасывает теплый воздух из верхнего инверсионного слоя, перемешивает его с нижним, более холодным воздухом и перемещает на расстояние. Включение и выключение двигателя производится автоматически от датчиков. В качестве топлива используют бензин, пропан, природный газ или дизельное топливо.

Ветровые машины иногда используются в совокупности с горелками. Эта комбинация имеет более низкое энергопотребление, чем одни только горелки, и уменьшает риск зависимости исключительно от ветровых машин.

Известен авиационный способ защиты с использованием вертолетов [14, 16]. Радиус действия вертолета зависит от его размеров, веса, погодных условий. Зона покрытия 22...44 га.

Известен способ защиты от заморозков путем применения SIS-технологии (Selective Inverted Sink) [13] — системы замещения холодного воздуха теплым путем его вертикального перемещения вверх. Внутри вертикальной трубы-воздуховода смонтирован вентилятор с приводом от электрического или тракторного двигателя, который создает воздушный поток направленный вверх. Через зазор между нижним обрезом трубы-воздуховода и почвой вентилятор засасывает холодный воздух и выбрасывает его на высоту до 80...100 м выше теплого инверсионного слоя. Так происходит постепенная замена холодного воздуха более теплым.

В практике защиты плодовых насаждений от заморозков нашел способ туманообразования [1–6, 8–10] — образование туманной завесы посредством введения в воздух химических примесей, которые действуют как фактор, уменьшающий излучение поверхности почвы

и близлежащих слоев воздуха. Используют цинковые, фосфорные, сернокислые туманы, туманы хлористого аммония и дымового пороха и т. д.

Аналогичным вышеописанному способу является авиационный способ туманообразования — применение химических веществ для образования завесы при помощи авиации. Используемый материал: хлорное олово, аналогично хлорсульфоновой кислоте, туманная завеса состояла из паров кислот и др. Туманообразование производится при помощи специального аппарата, основными частями которого являются: бак для химического вещества и труба, через которую оно поступает [2, 3, 6]. Химическое вещество поступает в трубу при открытии клапана и распыляется силой встречного воздуха на мельчайшие частицы. Далее наступает реакция соединения частиц этой жидкости с водяными парами воздуха, т.е. образование туманной завесы.

При слабых заморозках (–1...–2 °С) эффективным является применение наземных мобильных обогревателей, осуществляющих обогрев и перемешивание воздушных слоев [2, 15, 16], которые в качестве топлива применяют сжиженный газ пропан. От нагревателя теплый воздух центробежным вентилятором нагнетается горизонтально и перпендикулярно по направлению к трактору. Температура воздуха на выходе около 100 °С. При эксплуатации воздушный поток охватывает 50...75 м с каждой стороны.

Для устранения недостатков мобильного обогревателя [15] и с целью повышения эффективности поддержания температурного режима плодовых насаждений автором предложено [17] размещение выходных патрубков на одном уровне относительно горизонта, которое за счет вертикального размещения общей оси вентилятора и теплогенератора, обеспечивает равномерное распределение теплого воздуха по высоте.

При сильных (–3...–4 °С) и очень сильных заморозках (–5...–6 °С) эффективным является комплексное совмещение нескольких способов защиты с использованием средств механизации в единой системе. Например, из опыта США и Австралии [2, 3, 18]: открытый обогрев и ветровые машины, дождевание и ветровые машины или вертолеты и другие комбинации способов защиты. При использовании такой системы повышаются затраты энергоресурсов, но и повышается эффективность защиты плодовых деревьев.

## **5. Результаты исследования существующих методов защиты от весенних заморозков**

На основании вышеизложенного материала составлена сводная таблица способов защиты плодовых насаждений от весенних заморозков с указанием основных преимуществ и недостатков (табл. 1).

Учитывая совокупность количественных данных в описании проведенных исследований, пришлось ограничиться имеющимися сведениями по каждому способу и описание его свести к следующим понятиям: сущность, относительные преимущества и недостатки способа.

Приведенное описание существующих способов защиты растений от заморозков выполнено на основе опубликованных материалов исследований, выполненных другими авторами, о чем даны соответствующие ссылки на литературные источники.

Таблица 1

Сводная таблица преимуществ и недостатков различных способов защиты плодовых насаждений от весенних заморозков

Наименование способа	Преимущества способа	Недостатки способа
Укрытия	стабильный тепловой эффект	дорогостоящий; требует больших трудозатрат
Дымление	простота, дешевизна; эффективен при $-0,5 \dots -1,0 \text{ }^\circ\text{C}$	требует больших трудозатрат; малоэффективен; экологически опасен
Дымовые шашки	простота, дешевизна; сокращение трудозатрат, эффективен при $-0,5 \dots -1,0 \text{ }^\circ\text{C}$	малоэффективен; экологически опасен
Использование горелок для подогрева воздуха	при 100 горелках на 1 га повышение температуры до $+2,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ; при 200 — до $+3,0 \text{ }^\circ\text{C}$ ; при 300 — до $+4,0 \text{ }^\circ\text{C}$	большой расход топлива и трудозатраты; экономически невыгоден; большая часть тепла теряется благодаря наличию горизонтального и вертикального обмена
Мобильные обогреватели	повышение производительности труда по сравнению с горелками; один агрегат рассчитан приблизительно на 8 га	высокая стоимость машины и топлива
SIS-технология	имеет преимущество при заморозках в долинах	эффективен только при работе в долинах; высокая стоимость машины; отсутствие мобильности
Туманы	уменьшается теплоизлучение; дает повышение температуры до $+3,0 \text{ }^\circ\text{C}$	кислота ядовита для растительности; возможен ожог и гибель дерева
Авиахимспособ	повышение температуры воздуха до $+3,0 \text{ }^\circ\text{C}$ ; высокая производительность	высокая стоимость авиатранспорта; возможен химический ожог
Дождевание	может переносить снижение температуры до $-8,0 \text{ }^\circ\text{C}$	высокая стоимость; необходим постоянный источник воды; перенасыщение водой или прерывистый полив наносят серьезный ущерб
Авиаспособ	большая зона покрытия (от 20 до 50 га); повышение температуры до $+3,0 \dots +4,5 \text{ }^\circ\text{C}$	значительные затраты; несоблюдение технологии полета может вызвать переохлаждение и привести к серьезным ущербам
Ветряные машины	на 4 га необходима одна машина; возможна комбинация горелок и ветровых машин	не обеспечивают защиту при ветреной погоде; не эффективны для молодых насаждений; не обеспечивают равномерность; высокая стоимость машины; отсутствие мобильности

С целью систематизации имеющихся сведений о способах защиты растений от заморозков выполнена схематическая классификация способов защиты от заморозков (рис. 2). И, составлена схемы направления потоков воздуха при использовании различных способов и средств механизации для защиты от заморозков (рис. 3).

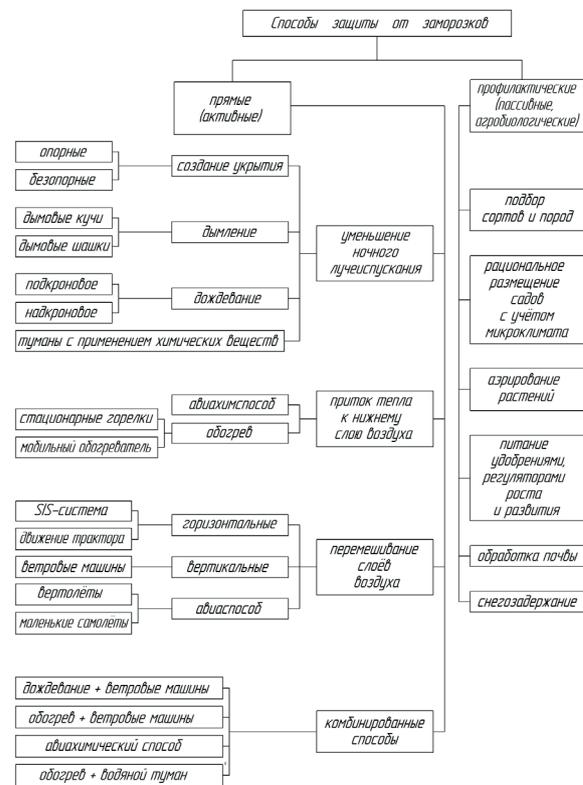


Рис. 2. Классификация способов защиты от заморозков

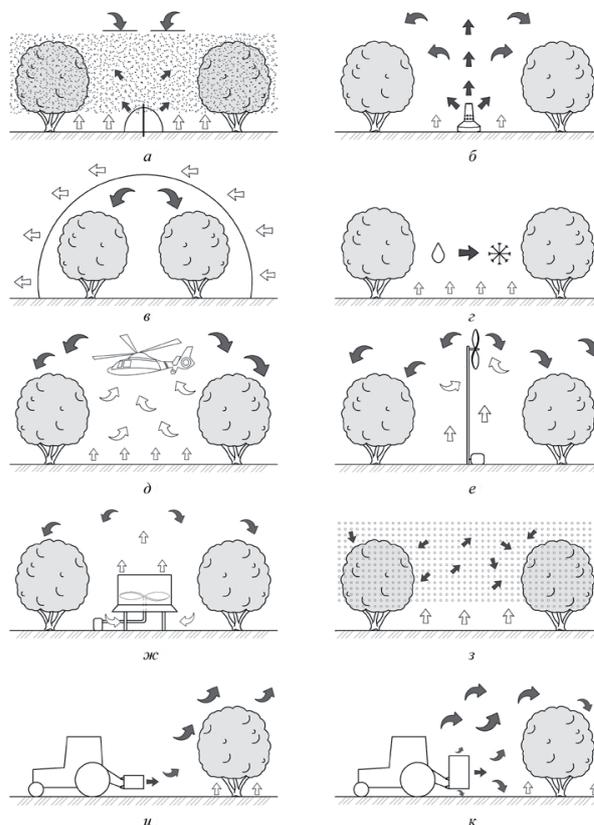


Рис. 3. Схемы направления потоков воздуха (холодного — стрелки белого цвета, теплого — стрелки серого цвета) при использовании наиболее распространенных способов защиты от заморозков: а — дымление; б — обогрев стационарными горелками; в — создание укрытий; г — дождевание; д — авиаспособ; е — ветровые машины; ж — SIS-системы; з — туманы с применением химических веществ (авиахимический способ); и — мобильный обогреватель; к — средство механизации для защиты от заморозков

## 6. Обсуждение результатов исследования существующих методов защиты плодовых насаждений интенсивного типа от весенних заморозков

Анализом проведенных исследований существующих способов и средств механизации для защиты насаждений от заморозков установлено, что перспективным направлением является создание комплексной защитной системы, состоящей из мониторинга температурного режима, технологического процесса защиты и средств механизации.

Для повышения эффективности защиты от весенних заморозков рационально применение технологического процесса, включающего подачу подогретого воздуха для недопустимости развития критических температур у генеративных органов плодовых деревьев и удержание созданного температурного режима.

Для осуществления предложенного технологического процесса рационально применение средства механизации, которое позволит защитить плодовые насаждения от радиационных заморозков путем создания теплозащитной завесы, состоящей одновременно из подогретого и увлажненного воздуха, который противостоит возникновению заморозка и дает возможность защитить будущий урожай путем недопустимости развития критических температур для генеративных органов [19]. Поддержание заданного температурного режима плодовых насаждений разработанным средством механизации подтверждено экспериментально [20].

## 7. Выводы

1. Одной из причин снижения урожайности плодовых деревьев является гибель их генеративных органов во время весенних заморозков, которые возможны по всей территории страны. Вероятность повреждения растения зависит от многих факторов, однако наиболее весомым является критическая температура.

2. Проведенным анализом результатов известных исследований способов и средств механизации защиты от заморозков установлено, что защиту от низких температур возможно осуществить несколькими способами, комбинируя и сочетая известные, учитывая при этом природу возникновения заморозка.

3. Применяемые в практике за рубежом способы и средства механизации для защиты плодовых насаждений от заморозков в большинстве случаев дорогостоящие, энергоемкие и поэтому не нашли широкого применения на практике в Украине.

4. Составлены схемы направления потоков воздуха при использовании различных способов и средств механизации для защиты. Предложена классификация способов и средств механизации защиты плодовых насаждений от заморозков, которая позволяет выбрать перспективное направление развития для повышения эффективности процесса защиты генеративных органов плодовых деревьев от весенних заморозков.

5. Анализом проведенных исследований существующих способов и средств механизации для защиты насаждений от заморозков установлено, что перспективным направлением является создание комплексной системы, состоящей из мониторинга температурного режима, технологического процесса защиты и средств механизации.

## Литература

- Ballard, K. J. Frost and Frost control in Washington Orchards [Text] / K. J. Ballard, E. L. Proebsting. — Pullman, Washington: Cooperative Extension, College of Agriculture, Washington State University, 1978. — Extension Bulletin 0634. — 26 p.
- Snyder, R. L. Frost protection: fundamentals, practice, and economics. Volume 1 [Electronic resource] / R. L. Snyder, J. P. de Melo-Abreu. — Rome: Softcover, FAO, 2005. — 240 p. — Available at: \www/URL: <http://www.fao.org/docrep/008/y7223e/y7223e00.htm#Contents>
- Snyder, R. L. Frost Protection: Fundamentals, Practice, and Economics. Volume 2 [Electronic resource] / R. L. Snyder, J. P. de Melo-Abreu, S. Matulich. — Rome: Softcover, FAO, 2005. — 64 p. — Available at: \www/URL: <http://www.fao.org/docrep/008/y7231e/y7231e00.htm#Contents>
- Valli, V. I. Basic principles of freeze occurrence and the prevention of freeze damage [Text] / V. I. Valli. — Sunnyside, Washington 98944: Spot Heaters, Inc., 1971. — 20 p.
- Копачевська, М. Н. Заморозки на Україні [Текст] / М. Н. Копачевська; за ред. О. В. Шахновича. — К.: УАСГН, 1961. — 67 с.
- Чудновский, А. Ф. Заморозки [Текст] / А. Ф. Чудновский; под ред. акад. А. Ф. Иоффе. — М.: Гидрометеиздат, 1949. — 124 с.
- Асейкин, Р. Н. О физической природе радиационного заморозка [Текст] / Р. Н. Асейкин // Известия АН СССР. Серия географическая и геофизическая. — 1938. — № 2–3. — С. 92–103.
- Берлянд, М. Е. Предсказание заморозков и борьба с ними [Текст] / М. Е. Берлянд, П. Н. Красиков. — 2-е изд., доп. — Л.: Гидрометеиздат, 1960. — 148 с.
- Гольцберг, И. А. Агроклиматическая характеристика заморозков в СССР и методы борьбы с ними [Текст] / И. А. Гольцберг. — Л.: Гидрометеиздат, 1961. — 198 с.
- Лаврийчук, В. С. Борьба с весенними заморозками в плодовых садах [Текст] / В. С. Лаврийчук; ВАСХНИЛ, науч.-исслед. ин-т юж. плодового и ягод. хоз-ва. — М.: Сельхозгиз, 1933. — 41 с.
- Amarillo Wind Machine LLC [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: <http://www.amarillowind.com>
- Orchard-wRiter [Text] / University of California Agricultural Extension Service Bulletin frost Protection in citrus. — Winter 1994. — Vol. 5, No. 1. — 4 p.
- SIS Simplicity and flexibility in frost protection [Electronic resource]: US patent 5647165 / SIS is an international patented system. — Available at: \www/URL: <http://www.frostprotection.com/portal/hgxp001.aspx?79,1,94,0,E,0,MNU;E;2;1;MNU>
- Вольвач, В. В. Об опыте применения вертолета МИ-8 для борьбы с заморозками на территории Аратской долины Армянской ССР [Текст] / В. В. Вольвач, Р. С. Мкртчян, Е. В. Мамаев и др. // Труды ВНИИСХМ. Вопросы агрометеорологии. — Л.: Гидрометеиздат, 1987. — Вып. 22. — С. 119–130.
- Agtec Crop Sprayer. Frost Control Machine. Lazo Frost Dragon [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: [http://www.paigeequipment.com/products/agtec/agtec\\_frost.html](http://www.paigeequipment.com/products/agtec/agtec_frost.html)
- Фришев, С. Г. Методы борьбы с весенними заморозками в плодово-ягодных садах [Текст] / С. Г. Фришев, В. И. Пастухов, А. В. Рудницкая, А. А. Борисовский // Механізація с. г. виробництва: Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. — Х.: ХНТУСГ, 2013. — Вып. 59. Т. 2. — С. 20–25.
- Мобільний пристрій для захисту рослин від заморозків [Електронний ресурс]: Пат. 32163 Україна, МПК А 01 G 13/06 (2006) / С. Г. Фришев, Г. В. Рудницка, І. О. Колосок; замовник та патентовласник Національний аграрний університет. — № u 2007 13756; заявл. 10.12.07; опубл. 12.05.08, Бюл. № 1. — Режим доступу: \www/URL: <http://uapatents.com/2-32163-mobilnijj-pristrijj-dlya-zakhistu-roslin-vid-zamorozkiv.html>
- Вольвач, В. В. Способы борьбы с заморозками за рубежом [Текст] / В. В. Вольвач, Е. В. Мамаев // Труды ВНИИСХМ. — 1985. — Вып. 15. — С. 23–33.
- Мобільний пристрій для захисту рослин від радіаційних заморозків [Електронний ресурс]: Пат. 79187 Україна, МПК А01G 13/06 (2006.01) / В. І. Пастухов, Г. В. Рудницка; замовник та патентовласник В. І. Пастухов, Г. В. Рудницка. — № u 2012 12870; заявл. 12.11.12; опубл. 10.04.13, Бюл. № 7. — Режим доступу: \www/URL: <http://uapatents.com/4-79187-mobilnijj-pristrijj-dlya-zakhistu-roslin-vid-radiacijnikh-zamorozkiv.html>

20. Рудницька, Г. В. Аналіз розподілення температури у теплоізоляційній завесі [Текст] / Г. В. Рудницька // Механізація с. г. виробництва: Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. — Харків: ХНТУСГ ім. Петра Василенка, 2013. — Вип. 135. — С. 57–63.

#### АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВНИХ МЕТОДІВ ЗАХИСТУ ГЕНЕРАТИВНИХ ОРГАНІВ ПЛОДОВИХ НАСАДЖЕНЬ ВІД ВЕСНЯНИХ ЗАМОРОЗКІВ

Проведено аналіз відомих способів та засобів механізації для захисту плодкових насаджень від весняних заморозків. Запропонована класифікація способів і засобів механізації захисту від заморозків, що дає можливість вибрати перспективний напрямок розвитку галузі механізації для підвищення ефективності процесу захисту генеративних органів плодкових дерев від весняних заморозків.

**Ключові слова:** плодкові насадження, генеративні органи, урожайність, заморозки, захист, механізація.

*Рудницькая Анна Викторовна, кандидат технических наук, доцент, кафедра оптимизации технологических систем им. Т. П. Евсюкова, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. Петра Василенка, Украина, e-mail: semaskacat@mail.ru.*

*Рудницька Ганна Вікторівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра оптимізації технологічних систем ім. Т. П. Євсюкова, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка, Україна.*

*Rudnytska Ganna, Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Ukraine, e-mail: semaskacat@mail.ru*

УДК 514.18

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.44416

Ковтун А. М.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА ПОСТРОЕНИЯ КУБИЧЕСКОГО ВЕКТОРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО БИСПЛАЙНА С УПРАВЛЯЮЩИМИ ТОЧКАМИ, ИНЦИДЕНТНЫМИ ПОВЕРХНОСТИ

*Исследован способ построения бисплайна (векторно-параметрической поверхности) с управляющими точками, инцидентными поверхностями. При этом была достигнута гладкость второго порядка. Разработан алгоритм получения бикубической поверхности с первым, а потом и вторым порядком гладкости. Приведены тестовые примеры полученных бисплайнов.*

**Ключевые слова:** векторно-параметрический сплайн, бисплайн, сплайн с управляющими точками, инцидентными кривой, гладкость.

### 1. Введение

Поверхности, как и линии, являются математически абстракциями, дающими представление об отдельных свойствах предметов. На основании результатов, полученных в [1–3], можно строить соответствующие бисплайны, то есть векторно-параметрические поверхности на базе сплайнов третьей, четвертой и пятой степеней с соблюдением гладкости от первого до четвертого порядков.

Актуальность работы обусловлена высоким интересом разработчиков САПР, составителей всевозможных моделей к алгоритмам интерполяции более корректно, адекватно отвечающим поставленной задаче. Многие существующие алгоритмы имеют недостаток, который при определенном типе первоначально заданных данных может быть существенным — управляющие точки не лежат на первоначально заданном каркасе, что неудобно для конструктора.

### 2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Ряд источников [1–9] предлагает различные способы описания сплайновых поверхностей. Например, по-

верхности Эрмита, поверхности Лагранжа, поверхности перехода, поверхности Гордона и другие. Проведенные исследования сплайнов высших степеней [5–12] показали возможность получения бисплайна с управляющими точками, инцидентными поверхностями, с достижением гладкости вплоть до четвертого порядка. Решение необходимых систем линейных уравнений во многих случаях является устойчивым и однозначным.

### 3. Объект цель и задачи исследования

*Объект исследования* — задача моделирования гладких сплайновых поверхностей с управляющими точками, принадлежащими (инцидентными) поверхностями.

Проведенные исследования имели *цель* развития уже существующих способов описания сплайновых поверхностей ввиду их важности в конструировании и производстве. Очевидными примерами их применения являются разработка и производство автомобильных кузовов, корабельных корпусов, авиационных фюзеляжей и крыльев, пропеллеров и т. д. Ясно, что при автоматическом конструировании подобного вида объектов возрастают требования к удобству и «адекватности» применяемого математического аппарата. Предлагаемый способ дает конструктору возможность более корректно