*ОНИ, ОиПЭм-24 Лекция №7=2ч.*

**Тема 3.2. Основные направления разработки новых средств механизации и стабилизации движения в технологиях овощеводства**

*3.2.1. Обзор и анализ развития средств механизации для возделывания овощных культур*

*3.2.2. Анализ методов и технических средств для повышения устойчивости и стабилизации направления движения агрегатов*

*3.2.3. Разработка модульных и навесных комплексов машин для возделывания овощных культур со стабилизацией движения агрегатов*

***3.2.1. Обзор и анализ развития средств механизации для возделывания овощных культур***

Для вспашки и поверхностной обработки почвы в древние времена применялись из средств механизации только деревянные орудия с металлическими наконечниками или без них, передвигавшиеся за счёт конной или другой животной тяги. Это такие известные деревянные орудия как соха, рало, плуг, борона-суковатка и др.

Для посева, ухода за растениями и уборки урожая овощей использовался несложный ручной инвентарь – заступ, мотыга, грабли, лопата, вёдра, корзины и пр.

Такие примитивные средства механизации для возделывания и уборки овощных культур с небольшими усовершенствованиями сохранялись на протяжении многих столетий.

Ситуация кардинально изменилась в области механизации овощеводства только с появлением и становлением в XIX…XX вв. в развитых странах Западной Европы, США, а позже и в России и СССР таких отраслей промышленности как сельхозмашиностроение и тракторостроение.

Анализ сельскохозяйственной техники, выпущенной тракторной промышленностью и сельхозмашиностроением за годы существования Советского Союза и после его развала, даёт возможность в развитии средств механизации для возделывания овощных культур, включая энергетические средства и рабочие с. х. машины, выделить четыре этапа (таб. 1).

*Первый этап (1930…1960 гг.)* – характерен применением в овощеводстве орудий и машин отечественного и зарубежного производства, привлечённых из других отраслей сельского хозяйства. А также специально разработанных новых машин овощеводческого назначения на конной и тракторной тяге с использованием тракторов первого поколения с карбюраторными двигателями.

*Второй этап (1961…1975 гг.)* – охватывает период использования тракторов второго поколения с дизельными двигателями и гидравлическими системами совместно с машинами для овощеводства, разработанных на базе новых конструктивных решений механического и гидравлического действия.

*Третий этап (1976…н.в.)* – включает период эксплуатации скоростных машинно-тракторных агрегатов на базе энергонасыщенных тракторовтретьего поколения и широкозахватных машин и орудий с применением пневматики, и электроники. Он является началом освоения комплексной механизации овощеводства.

*Четвёртый этап,* в который механизация овощеводства должна войти в XXI веке, предполагает использование тракторов нового, четвёртого поколения со специализированным комплексом машин и самоходных энергетических средств со сменным набором технологических адаптеров и модулей. Они должны характеризоваться высоким уровнем надёжности, повышенной энергонасыщенностью, экономичностью, комфортностью, экологичностью и адаптацией к высоким и точным технологиям с использованием компьютерной техники.

Классификация тракторов по поколениям в зависимости от их усреднённых показателей рабочих скоростей и энергонасыщенности, а овощеводческих машин – от ширины захвата, приводится в специальной технической литературе.

*Таблица 1*

**Поэтапное развитие средств механизации возделывания овощных культур**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Этапы** | **Энергетические средства** | **Рабочие с. х. машины** |
| ***Первый этап (1930…1960 г.г.)*** | ***Конная тяга*** | **Сеялки:** посевной агрегат Крейчмана-Александрова, сеялка Планет, сеялка Аллен, одноконная овощная сеялка СОК-7, пароконная овощная дисковая сеялка СОД-10, зерноовощная сеялка ОКДС-12, сеялка для посева лука-севка СЛС-4, овощегрядковая сеялка-культиватор СКГ-5**Культиваторы:** полольный агрегат Крейчмана-Александрова, пропашник Планет, мотыга «Украина», культиватор КОК-2,1, однорядный культиватор КОКС-0,7, маркер-культиватор-окучник МКО-3, культиватор-растениепитатель КР-1,8, окучник-удобритель ОУК**Опрыскиватели:** конный опрыскиватель ОК-5, опыливатель конный ОКО-1, конно-моторный опрыскиватель ОМП-А |
| **Тракторы *первого поколения*** с рабочей скоростью 0,8…1,4 м/с (3…5 км/ч) и энергонасыщенностью 6…8 квт/т: общего назначения - С-80, С-65, СХТЗ-НАТИ, ДТ-54, КД-35, универсально-пропашные - КДП-35, У-2, ХТЗ-7, СОТ, МТЗ-2, ДТ-24, ДТ-20, ДТ-14, самоходные шасси - ДВСШ-16, ДСШ-14 | **Сеялки:** посевной агрегат на гребнях Аврора-ВИМ, грядковая сеялка-культиватор СКГ-2,8, зерноовощная сеялка ОТ-7, овощные сеялки СОМ и СОН-2,8, сеялка для посева лука-севка СЛН-6**Рассадопосадочные машины:** рассадосажалка марки ПВЗ (по типу «Брюэра»), двухрядная сажалка СРН-2, четырёхрядная рассадопосадочная машина НРМ-4 и сажалка горшочков СРН-4, шестирядные СР-6, СРМ-6, НРМ-6**Культиваторы:** пропашные КРН-2,8,КРСШ-2,8, КН-4,2, КН-5,4; свекловичные КУТС-2,8, КУТС-4,2; овощные КОН-2,3, КОН-2,8**Опрыскиватели:** опыливатель ОКН-4, опрыскиватель ОТП, опрыскиватель-опыливатель ОНК |
| ***Второй этап (1961…1975 г.г.)*** | **Тракторы *второго* *поколения***с рабочей скоростью 1,4…2,5 м/с (5…9 км/ч) и энергонасыщенностью 6…8 кВт/т: общего назначения - К-700, К-700А, Т-100, Т-4А, ДТ-75, Т-74, универсально-пропашные - Т-38, Т-54С, МТЗ-50/52, МТЗ-5Л/М, ЮМЗ-6Л/М, Т-40, Т-40А, Т-28, Т-25, самоходные шасси - Т-16, Т-16М | **Сеялки:** грядоделатель-сеялка марки ГС-1,4 и ГСД-1,4, овощные – СОН-2,8А, СОСШ-2,8,СКОСШ-2,8, СКРО-2,8, СКОН-4.2, для посева лука-севка СЛН-6А, СЛС-8**Рассадопосадочные машины:** двухрядная сажалка рассады СРДН-2, четырёхрядные – СКНБ-4, СРНМ-4, РПШ-4, СУП-4А, **Культиваторы:** пропашные овощные – КРН-1,4, КРСШ-2,8А, КРН-2,8А, КОН-2,8П, КРН-2,8МО, КРНО-2,8, КРН-4,2, пропашные фрезы – ФКШ-2,7, ФПН-2,8, ФПН-4,2, прополочные агрегаты – ПАУ-4, ПАУ-6**Опрыскиватели:** вентиляторный ОВТ-1, навесной ОН-10, штанговый ОСШ-15А, гербицидно-аммиачная машина ГАН-8, универсальный подкормщик ПОУ, опыливатель широкозахватный ОШУ-50 |
| ***Третий этап******(1976… н.в.)*** | **Тракторы *третьего поколения*** с рабочей скоростью скоростью 2,5…4,2 м/с (9,0…15,0 км/ч) и энергонасыщенностью 15…18,5 кВт/т: общего назначения - К-701, Т-130, Т-150, Т-150К, ДТ-175С, универсально-пропашные - Т-70С, МТЗ-80/82, МТЗ-100/102, Т-40М, Т-40АМ, Т-25, самоходное шасси - Т-16МГ | **Сеялки:** рядовая овощная СО-4,2, пунктирно-гнездовая СПЧ-6М и СУПО-6, луковая СЛН-8А и СЛН-8Б, бахчевая СНБ-3**Рассадопосадочные машины:** шестирядные – СКН-6, СКН-6А**Культиваторы:** гребнеобразователь фрезерный КГФ-2,8, окучник КОН-2,8ПМ, фреза пропашная ФПУ-4,2, овощной КОР-4,2Г, бахчевый КНБ-5,4, пропашные КРН-5,6 и КРН-5,6А**Опрыскиватели:** вентиляторный ОВТ-1В, навесной ОН-400, прицепной ОП-1600, подкормщик ПОМ-630-2, опыливатель ОШУ-50А |
| ***Четвёртый этап (прогноз)*** | **Тракторы *четвёртого поколения*** находятся на стадии разработки и испытаний, предполагается освоение скоростей в диапазоне 4,2…6,7 м/с (15,0…24,0 км/ч).  | ***Четвёртый этап механизации возделывания овощных культур*** по прогнозам специалистов предполагает применение колёсного пропашного трактора тягового класса 2 со специализированным комплексом машин с шириной захвата 5,4 м и колеёй 1,8 м или энергетического средства с набором технологических модулей и адаптеров. Они предназначаются для возделывания овощных культур на ровной и профилированной поверхности почвы с использованием направляющих элементов. |

Согласно принятой классификации тракторов по поколениям к первому поколениюотносятся тракторы с рабочей скоростью 0,8…1,4 м/с (3…5 км/ч) и энергонасыщенностью 6…8 кВт/т. Этот период характерен заменой конной тяги тракторной.

Ко второму поколению относятся трактора с рабочей скоростью 1,4…2,5 м/с (5…9 км/ч) и энергонасыщенностью 6…8 кВт/т.

 К третьему – трактора со скоростью 2,5…4,2 м/с (9,0…15,0 км/ч) и энергонасыщенностью 15…18,5 кВт/т.

 Тракторы четвёртого поколения находятся на стадии разработки и испытаний, предполагается освоение скоростей в диапазоне 4,2…6,7 м/с (15,0…24,0 км/ч).

На первом этапе механизации возделывания овощных культур в его начальной стадии применялись орудия и машины на *конной тяге*. Они были подобраны из других отраслей механизации сельского хозяйства, а также были некоторые конструкции машин разработаны для использования только в овощеводстве. На этом же этапе начали широко применять *тракторы первого поколения.*

Применение средств механизации на конной тяге позволило расширить посевные площади под овощные культуры, но при этом затраты ручного труда оставались довольно высокими и составляли 250…350 и более человеко-дней на гектар.

Переход на использование машин и орудий с тракторами первого поколения повысил уровень механизации технологических операций в овощеводстве. Он обеспечил снижение затрат труда до 80…170 человеко-дней на гектар, а также позволил повысить производительность труда 1,5…2 раза.

На втором этапе механизации возделывания овощных культур, кроме указанных выше средств механизации, начали использовать *тракторы второго* *поколения* и соответствующие им конструкции овощеводческих машин.

Третий этап в развитии средств механизации для возделывания овощных культур характерен периодом применения индустриальных и интенсивных технологий на основе комплексной механизации овощеводства.

На этом этапе в хозяйства и межхозяйственные объединения начали поступать *тракторы третьего поколения* повышенной мощности и энергонасыщенности с более высокими скоростными режимами работы. Для работы в овощных севооборотах с новыми скоростными тракторами начали выпускать более совершенные конструкции сельскохозяйственных машин, модернизированные и вновь разработанные на базе современных физико-технических принципов действий с применением пневматики и электроники.

Четвёртый этап механизации возделывания овощных культур по прогнозам специалистов предполагает применение колёсного пропашного трактора тягового класса 2 со специализированным комплексом машин или энергетического средства с набором технологических модулей и адаптеров. Они предназначаются для возделывания овощных культур на ровной и профилированной поверхности почвы с использованием направляющих элементов.

Разработка и испытания энергетических средств нового, *четвёртого поколения*, и комплексов машин, технологических модулей и адаптеров к ним, начались ещё в 80-е годы ХХ века. Например, были выпущены опытные партии образцов интегрального трактора марки ЛТЗ-155 и комплекса машин с шириной захвата 5,4 м для возделывания овощей на грядах. Но после развала СССР работа в этом направлении затормозилась.

Обзор и анализ средств механизации для возделывания овощных культур показал, что их развитие в плане повышения производительности агрегата осуществлялось в двух направлениях. Первое направление – это увеличение скорости движения трактора, как энергетической базы агрегата, второе - увеличение ширины захвата сельхозмашины, как рабочей части агрегата. При этом для обеспечения высокого качества выполнения технологических процессов и операций при возделывании овощных культур важнейшую роль играет подбор оптимальных методов и технических средств для повышения устойчивости и стабилизации направления движения агрегатов.

***3.2.2. Анализ методов и технических средств для повышения устойчивости и стабилизации направления движения агрегатов***

Анализ технической и патентной литературы показал, что в мировой и отечественной практике для повышения устойчивости и прямолинейности движения агрегатов применяются различные методы и технические средства, перечень которых приведен на схеме рисунка 2.

**МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ И СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ**

***метод использования стационарных направляющих в технологиях мостового земледелия***

***визуально-ориентирующий метод* *вождения агрегатами***

***метод автоматического направления******движения агрегатами***

***метод применения почвенных направляющих элементов***

***по специально нарезанной борозде***

***межгрядовые направляющие борозды***

***направляющие борозды по следу* *колёс***

***маркерное устройство, бороздообразующая лапа***

***асфальтированные полосы,***

***бетонные лотки или плиты***

***окучники***

***салазки со щитками***

***по оставленному, после предыдущего прохода, следу колёс рабочей машины***

***по рядку культурных растений***

***визир, следоуказатель***

***зеркально-оптическая система***

***центрирующие борозды***

***опорные колеса***

***направляющие щели***

***щелеватели-направители***

***направляющие щели-кротовины***

***бороздорезы-копиры***

***прямого (силового) действия***

***непрямого действия***

***механических и гидравлических систем***

***электронно-механических систем,*** ***спутниковой нави­гации***

***металлические рельсы или трубы***

***опорные колеса***

***опорные катки***

Рис. 2. Схема методов и средств повышения устойчивости и стабилизации направления движения МТА

*Визуально-ориентирующие методы и средства улучшения вождения агрегатами и управления рабочими органами машин* использовались, в основном, при выполнении посевных и посадочных работ, а также при междурядной обработке пропашных культур и уборке корнеплодов.

Для направления движения агрегата при посеве, посадке, междурядной обработке применялись следующие широко известные методы визуальной ориентации, улучшающие вождение трактора: *по специально нарезанной борозде; по оставленному, после предыдущего прохода, следу колёс рабочей машины; по рядку культурных растений*.

С целью образования ориентиров, при этом, использовались различные технические средства. Для нарезки ориентирующей борозды – *маркерное устройство или бороздообразующая лапа.* Для визуальной ориентации по маркерной борозде: при расположении её с правой стороны агрегата – *край правого колеса (гусеницы) или визир*; при расположении по центру агрегата – *визирное приспособление.* По борозде, нарезанной специальной лапой, по следу, оставленным колесом машины, по рядку растений *– следоуказатель*.

Визуальный метод применялся не только при вождении тракторов, но и при управлении рабочими органами машин в процессе выполнения междурядных обработок пропашных культур и их уборки. С целью управления рабочими органами на машинах находились специальные рабочие-операторы, которые корректировали траекторию их движения с помощью *штурвальных и рычажных механизмом управления*. В последнее время ведутся экспериментальные исследования по применению в механических конструкциях управления рабочими органами машин гидрофицированных узлов и механизмов, облегчающих работу рабочих-операторов.

Кроме механических средств улучшения качества вождения агрегатами сейчас разрабатываются более совершенные конструкции устройств на базе применения *зеркально-оптических систем и лазерных устройств*.

*Автоматические устройства и системы направления движения агрегатами и самоходными машинами* ещё с момента создания первых образцов тракторной техники разрабатывались специальные автоматические устройства. Вышеперечисленные автоматические устройства были прямого (силового) действия и применялись в основном на вспашке. При их использовании воздействие на управляемые колёса или управляющий (рулевой) механизм трактора происходило только за счёт усилий, возникающих при взаимодействии гайда со стенками борозды.

Автоматические устройства непрямого действия применялись не только на вспашке, но и при выполнении других сельскохозяйственных операций.

Более высокие показатели были получены при внедрении систем автоматического направления движения в процессе уборки корнеплодов сахарной свёклы прицепными и самоходными комбайнами.

Для автоматизации процесса управления движением агрегата при уборке пропашных культур сейчас разрабатываются *электронно-механические системы вождения*.

В последний период во всём мире уделяется внимание по привлечению использования *систе­мы спутниковой нави­гации и электронной системы ориентиро­вания* для автоматизации направления движения агрегатов. Имеющийся за рубежом опыт показывает, что данные системы позволяют обеспечивать получение высоких урожаев с минимальными затратами удобрений, средств защиты растений и других ресурсов и, как следствие, максимальную экологическую чистоту возделываемых культур. Однако оборудование трактора и другой сельскохозяйственной техники приемниками сигналов системы позиционирования и компьютерного обеспечения очень дорогостоящее мероприятие и не все фермеры имеют возможность его приобрести.

*Почвенные направляющие элементы и механические копирующие устройства для стабилизации движения агрегатов* применяются широко в практике в виде временно нарезанных почвенных элементов различных геометрических форм и параметров, которые служат направляющими для технологических агрегатов, оборудованных специальными копирующими устройствами механического типа, показанные на рисунке 3.



Рис. 3. Схемы видов направляющих элементов и типов копирующих устройств агрегатов: 1) – межгрядовые направляющие борозды, копирующие салазки со щитками; 2) – направляющие борозды по следу колёс трактора, окучники; 3) – центрирующие борозды, опорные колеса; 4) – направляющие щели, щелеватели-направители; 5) – направляющие щели-кротовины, бороздорезы-копиры с призматическими стабилизаторами

Направляющие элементы в виде *межгрядовых* *направляющих* *борозд* трапецеидальной формы, образующихся при формировании профилированной поверхности – гряд, широко применялись при возделывании овощных культур во многих регионах Советского Союза и за рубежом (США, Венгрия, Болгария и др.) Существенным недостатком являлось то, что копирующие устройства своей нижней частью сильно уплотняли и истирали дно борозды, вызывая интенсивную ветровую и водную эрозию почвы обрабатываемого участка.

*Направляющие борозды по следу колёс трактора* начали применять в Молдавии в качестве направляющих элементов для устойчивого движения агрегатов для повышения точности и улучшения качества посадки, посева и междурядной обработки овощных культур на орошаемых землях с поливными бороздами. Для этих целей использовались из четырёх поливных борозд только две средние, расположенные по следу колёс пропашного трактора. А для предотвращения поперечных отклонений при междурядной обработке на культиватор КРН-4,2 устанавливали *два окучника*, что позволило уменьшить ширину защитных зон до 8…10 см.

С целью повышения устойчивого движения агрегатов при возделывании бахчевых культур на орошаемых землях в Средней Азии, в качестве направляющих элементов применялись *центрирующие направляющие борозды.* Центрирующие борозды – это две глубокие борозды треугольной формы глубиной до 30…40 см и шириной по верху 40…60 см с плотными стенками, нарезаемых для полива бахчевых культур. В качестве дополнительной функции борозды служили направляющими для самоцентрации колёс трактора и в целом всего агрегата при выполнении заданных технологических операций.

При возделывании овощных, да и других пропашных культур, на ровной поверхности начали широко применять во многих регионах СССР так называемая астраханская технология, разработанная во Всесоюзном научно-исследовательском институте овощеводства и бахчеводства (ВНИИОБ). Одной из главных особенностей этой технологии является то, что в качестве направляющих элементов для стабилизации движения агрегатов использовались *почвенные* *направляющие* *щели*.

Нарезку направляющих щелей производили культиваторным агрегатом одновременно с ленточным внесением гербицидов. При этом нарезалось четыре щели глубиной 35…40 см и шириной 2,5…3,0 см – две по следу колёс трактора и две в стыковых междурядьях. Для нарезки щелей использовались специальные рабочие органы – *щелеватели-направители*. Они в дальнейшем служили стабилизаторами для предотвращения поперечных отклонений агрегатов и монтировались на раме последующих рабочих машин – сеялки, рассадопосадочной машины, прореживателя. Направляющие щели вышеуказанных параметров применялись в основном при возделывании овощных культур на средних и лёгких супесчаных орошаемых почвах, а также для других пропашных культур без орошения.

Использование направляющих щелей более сложной геометрической формы практиковалось при возделывании сахарной свёклы.

Например, в Казахстане при возделывании сахарной свеклы в качестве направляющих элементов применялись две *щели-кротовины* глубиной 17…20 см. Кротовина, в виде квадратного сечения размером 6х6 см, образовывалась в нижней части щели. При этом для нарезки щелей-кротовин и последующей стабилизации движения агрегатов использовались *бороздорезы-копиры* с долотообразным и призматическим стабилизатором, устанавливаемые на сеялку и культиватор.

*Стационарные направляющие для движения агромостовых агрегатов и систем в технологиях мостового земледелия* применяют в виде *укатанных технологических дорожек* или долговечных постоянных сооружений – *асфальтированных полос, металлических рельсов и труб, бетонных лотков и плит.* Стационарные направляющие предназначены для движения по ним, в основном, агромостовых агрегатов и систем и являются основой для разработки перспективных технологий мостового земледелия – будущего прогрессивного развития сельского хозяйства.

***3.2.3. Разработка модульных и навесных комплексов машин для возделывания овощных культур со стабилизацией движения агрегатов***

В соответствии с тематическим планом Приднестровского НИИ сельского хозяйства и техническим заданием лаборатории механизации в 1990…1995 гг. в опытно-конструкторском бюро с экспериментальным производством Приднестровского НИИ сельского хозяйства (ОКБ c ЭП ПНИИСХ) был разработан и изготовлен модульный комплекс прицепных машин с шириной захвата 5,4 м и базовой колеёй 1,8 м для возделывания овощных культур на грядах.

В состав комплекса входили навесной бороздорез БН-5,4 и комбинированная многофункциональная прицепная машина модульной конструкции, включающая прицепное шасси УШ-5,4 и поочерёдно устанавливаемых на нём шесть сменных технологических модулей:

* 1. бороны зубовой БМЗ-5,4;
	2. орудия для предпосевной обработки ОМП-5,4;
	3. сеялки многострочного посева СММ-5,4;
	4. сеялки пунктирно-гнездового посева СМПГ-5,4;
	5. каток прикатывающий зубчатый КЗМ-5,4;
	6. рассадопосадочной машины МРПМ-5,4;
	7. культиватора для междурядной обработки КМ-5,4;

и два приспособления:

* + 1. для внесения минеральных удобрений ПВМУ-5,4;
		2. для внесения пестицидов УПП-5,4.

По технологическому назначению и при соответствующей комплектации универсального шасси модулями и приспособлениями образуются следующие модульно-прицепные машины:

1. борона зубовая БМЗ-5,4;
2. орудие для предпосевной обработки ОМП-5,4;
3. сеялка многострочного посева СММ-5,4;
4. сеялка пунктирно-гнездового посева СМПГ-5,4;
5. каток прикатывающий зубчатый КЗМ-5,4;
6. рассадопосадочная машина МРПМ-5,4;
7. культиватор для междурядной обработки КМ-5,4.

Особенностью данного комплекса машин являлось то, что для увеличения точности выполнения технологических процессов в заданных зонах обработки при возделывании овощных культур на грядах используются четыре направляющие межгрядовые борозды и комплекс модульно-прицепных машин со стабилизирующими органами в виде четырёх бороздоформирователей-стабилизаторов, составляющие систему стабилизации направления движения модульно-прицепных агрегатов.

Распад Советского Союза привёл к существенному снижению поставок овощной продукции в промышленные центры России и Украины и как следствие вызвал разукрупнение многих овощеводческих хозяйств Молдавии и Приднестровья, к появлению новых социально-экономических условий и форм хозяйствования, к изменениям структуры посевных площадей в сторону уменьшения их под овощеводческими культурами.

По указанным причинам применение широкозахватного модульного комплекса машин для возделывания овощей на грядах оказалось нерентабельным из-за его высокой энергоёмкости, металлоёмкости и дороговизны. Возникла необходимость в разработке нового, менее металлоёмкого и высокоманевренного навесного комплекса машин.

Новый комплекс навесных машин с шириной захвата 4,2 м и базовой тракторной колеёй 1,4 м был разработан и изготовлен в 1996…2000 гг. в опытно-конструкторском бюро Приднестровского НИИ сельского хозяйства (ОКБ ПНИИСХ) и в дальнейшем совершенствовался в 2001…2005 гг.

Данный комплекс предназначался для выращивания овощных культур на ровной поверхности по направляющим бороздам и включал следующие навесные машины и приспособления:

1. бороздорез-щелерез БЩ-4,2;
2. борона зубовая БЗ-4,2;
3. орудие для предпосевной подготовки почвы ОП-4,2;
4. каток для прикатывания поверхности почвы КП-4,2;
5. сеялка рядовая многострочная СРМ-4,2;
6. сеялка овощная пунктирно-гнездовая СОПГ-4,2;
7. рассадопосадочная машина РП-4,2;
8. культиватор для междурядной обработки КМ-4,2;
9. приспособление для внесения минеральных удобрений ПВМУ-4,2;
10. приспособление для внесения пестицидов УПП-4,2.

Новизна и оригинальность технологических и конструктивных решений подтверждена 4-мя авторскими свидетельствами на изобретения (патент Российской Федерации №2025922, патент ПМР №88, патент ПМР №197, патент ПМР №222).

Практическая ценность работы подтверждена актами на внедрение технологий возделывания овощных культур с использованием специализированного комплекса навесных машин с системой стабилизации направления движения агрегатов за период 2000-2005 гг. на общей площади равной 389 га в хозяйствах Приднестровья с различной формой собственности. Объемы внедрения по отдельным овощным культурам составляют: томаты безрассадные - 255,5 га, лук - 91,5 га, морковь - 16 га, огурец - 14 га, капуста - 12 га.

Более подробно техническую характеристику и устройство машин вышеназванных комплексов рассмотрим на практических занятиях.

В последние годы при разработке комплексов машин для растениеводства находят все большее применение роботизированные системы и цифровые технологии, в частности для решения следующих задач:

- создание электронных 3D карт полей и садовых плантаций;

- оперативный мониторинг состояния посевов и насаждений, а также урожайность возделываемых культур;

- оценка и прогнозирование состояния элементов природно-техногенных систем и почвенной среды, природно-климатических условий, для поддержки принятия и реализации оптимальных технологических решений в системах «Умное поле» и «Умный Сад»;

- формирование оптимальных технологических решений для управления продукционными процессами полевых культур и садовых насаждений;

- выполнение технологических операций робототехническими средствами в беспилотном режиме;

- внедрение сети Интернет вещей и телематических сервисов в управленческие процессы специализированных агропредприятий.

Для производства всех сельскохозяйственных культур разрабатываются комплексы машин для обработки почвы. Работа ведется в направлении создания комбинированных агрегатов и создания рабочих органов с новыми конструктивными и материаловедческими свойствами.

Для производства зерновых культур разрабатываются новые ресурсосберегающие технологии уборки и инновационные комплексы машин с интенсивными рабочими органами, а также научно-методическое и аналитическое их моделирование по специальным программно-вычислительным алгоритмам.

Для производства картофеля и овощных культур ведется разработка и освоение производства приоритетных технических средств для круглогодичного производства овощных культур, включающих в себя машины и оборудование для открытого и закрытого грунта.

В рамках разработки машин для садоводства проводятся исследования технического обеспечения производителей плодов и ягод, а также разработка интеллектуальных машинных агротехнологий и автоматизированных технических систем для садоводства.

Современная сельскохозяйственная техника, насыщеннаяинформационным оборудованием, обеспечивает выполнения технологических операций и процессов сложными машинами и машинными комплексами в автоматическом или полуавтоматическом режиме с помощью компьютерных средств и программ посредством передачи, хранения и преобразования информации под наблюдением и контролем человека-оператора. При информационной технике не только мускульная сила человека, но и его интеллектуальные способности заменяются природными силами, связями и процессами. Она становится еще в гораздо большей степени «органом человеческого мозга» и «овеществленной силой знания». Участие и роль человека в непосредственно технолого-производственном процессе крайне минимизируются.