

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А.И. Купреенко

**Проектирование системы машин для  
сельскохозяйственного производства**

Учебное пособие

Брянская область, 2017

УДК 631.3(076)

ББК 40.7

К 92

Купреенко, А.И. Проектирование системы машин для сельскохозяйственного производства: учебное пособие для практических занятий и самостоятельной работы студентов направления подготовки 35.04.06 Агроинженерия // А.И. Купреенко. – Брянск. Изд-во Брянского ГАУ, 2017. - 40 с.

Учебное пособие содержит теоретические основы формирования и совершенствования системы машин для сельскохозяйственного производства, изложение особенностей современной системы машин, ее общей структуры. Особое внимание уделено характеристике и анализу системы машины, методологии ее формирования, методам разработки технологических комплексов машин, выбора и включения в них новых технических средств для всех отраслей сельского хозяйства и различных форм хозяйствования, включая фермерские и индивидуальные хозяйства.

Представлены методика проверки и критерии оценки эффективности новых технологических комплексов являющихся составными частями системы машин для сельскохозяйственного производства.

Рецензент: доктор техн. наук, проф. Михальченков А.М.

Рекомендовано к изданию решением учебно-методической комиссии инженерно-технологического института от 30 мая 2017 г., протокол № 8.

© Купреенко А.И., 2017

© Брянский ГАУ, 2017

## Содержание

Введение	5
АЛГОРИТМ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ МАШИН ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА	
1 Особенности современной системы машин для сельскохозяйственного производства. Общая структура. Цели и задачи, решаемые системой машин.	6
1.1 Особенности современной системы машин для сельскохозяйственного производства	6
1.2 Общая структура системы машин	8
1.3 Цели и задачи, решаемые системой машин	9
2 Методология формирования системы машин. Сбор и подготовки исходной информации. Критерии обоснованности и замены технических средств в технологических комплексах машин. Структура технико-экономических показателей технических систем и типажей, определение их уровня.	10
2.1 Методология формирования системы машин	11
2.2 Сбор и подготовка исходной информации для обоснования системы машин.	11
2.3 Критерии обоснованности включения и замены технических средств в технологических комплексах машин	13
2.4 Структура технико-экономических показателей технических систем и типажей, определение их технического уровня	14
2.5 Декомпозиция системы машин. Обоснование технологических типажей для различных сельскохозяйственных культур на основе перспективной совокупности машин технологических систем и биологических особенностей культур	15
3 Разработка сводных предложений по системе машин для зон механизации. Выполнение вариативных анализов, сравнение и оценка показателей, технологических систем и отдельных технических средств. Методы разработки сводных предложений. Выбор модельных хозяйств для исследовательских испытаний вариантов технологических систем	19
4 Особенности формирования технологических комплексов машин для отраслей сельского хозяйства; растениеводства, животноводства, мелиорации. Методы выбора и включения новых технических средств в технологические комплексы машин. Исходные требования к техническим средствам	27
4.1 Особенности формирования технологических комплексов машин для отраслей сельского хозяйства; растениеводства, жи-	

вотноводства, мелиорации.	27
4.2 Методы выбора и включения новых технических средств в технологические комплексы машин.	30
5 Определение технического уровня и технико-экономической эффективности вариантов технологических комплексов машин при формировании системы машин для отраслей и сельскохозяйственных культур. Многокритериальная оценка качественных показателей и энергоемкости технологических типажей с использованием векторного критерия.	37
5.1 Определение технического уровня и технико-экономической эффективности вариантов технологических комплексов при формировании системы машин.	37
5.2 Многокритериальная оценка качественных, технико-эксплуатационных показателей и энергоемкости технологических типажей с использованием векторного критерия	42

## Введение

Современное сельское хозяйство характеризуется высокой степенью интенсификации. Это связано с необходимостью обеспечения продуктами питания все возрастающего населения земли, при остающихся неизменными площадями сельскохозяйственных угодий, на которых собственно и обеспечивается производство сельскохозяйственной продукции.

Интенсивность ведения сельского хозяйства невозможна без высокого уровня механизации. Получать качественную конкурентоспособную продукцию можно только при использовании современных высокопроизводительных машин, обеспечивающих совмещение технологических операций, в конструкциях которых заложены системы автоматизированного управления технологическими процессами, учета почвенного плодородия, обеспечение экологической чистоты агроландшафтов.

Для производства сельскохозяйственной продукции используется большая номенклатура технических средств, зачастую одного и того же названия. Кроме этого производство одних и тех же сельскохозяйственных культур осуществляется в различных сельскохозяйственных зонах, существенно отличающихся друг от друга почвенно-климатическими, мелиоративными и другими условиями, что необходимо учитывать при выборе технических средств.

Современный рынок сельскохозяйственной техники насыщен большим количеством машин как отечественного, так и, в основном, импортного производства. Если количество сельскохозяйственной продукции зависит от сорта и технологии производства сельскохозяйственной культуры, то себестоимость продукции в основном зависит от величины затрат на использование применяемых в технологиях машин.

Это указывает на необходимость разработки и подбора научно-обоснованных систем машин для производства различных сельскохозяйственных культур, адаптированных к различным сельскохозяйственным зонам.

Этому и посвящена настоящая учебная пособие.

## **АЛГОРИТМ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ МАШИН ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

# **1 Особенности современной системы машин для сельскохозяйственного производства. Общая структура. Цели и задачи, решаемые системой машин.**

## **1.1 Особенности современной системы машин для сельского производства**

Особенности современной системы машины для сельскохозяйственного производства России связаны, прежде всего, с происходящими в сельском хозяйстве страны изменениями. Начиная с 1991 года, в России осуществляется реорганизация сельского хозяйства, меняется форма собственности на средства производства, в основном введено право собственности землей.

В декабре 2012 года президент Российской Федерации В.В.Путин в своем послании Федеральному Собранию сформулировал задачу: «В течение 4-5 ближайших лет полностью обеспечить продовольственную безопасность страны и потребность россиян в основных видах продовольствия. В дальнейшем Россия должна стать крупнейшим в мире поставщиком продуктов питания».

Для выполнения этой задачи объективные условия. Россия при населении составляющем 2% от живущих на земле, имеет 8,5% мировой пашни, 55% которой представлено черноземом. Россия производит более 8,5% мирового объема минеральных удобрений.

Однако для достижения поставленной задачи необходимо существенно обновить машинно-тракторный парк страны, который морально и физически устарел, износился. Известно, например, что для повышения урожайности зерновых культур в 2-3 раза, необходимо увеличить затраты энергии в 10 раз, что весьма затруднительно в конкретных сложившихся условиях. Если в мире в среднем на 1000 га приходится 21 трактор, то в России-4 2014 г. Технический уровень и качество машин отечественного производства во многих случаях оказывается крайне низким. Так, фактическая наработка на сложный отказ составляет 250-500 мото-часов вместо 1000-1500 мото-часов по норме. Это приводит к большим потерям при производстве сельскохозяйственной продукции и чрезмерным затратам на ремонт и поддержание техники в работоспособном состоянии. Только за счет недостаточного количества и невысокого качества техники растягиваются сроки выполнения технологических операций, недобирается 15-20 млн. тонн зерна, до 1,0 млн. тонн мяса, 7 млн. тонн молока и другой сельскохозяйственной продукции.

В сложившихся условиях сельхозтоваропроизводители закупают зарубежную технику, в том числе «отверточной сборки», (российской) более дорогую, но и более надежную и до определенного времени более работоспособную. Так, например, по статистическим данным в 2013 году сельскохозяйственной техники в Российской Федерации

было закуплено на сумму 124,8 млрд. руб., из которой лишь 3,3 млрд. руб. было потрачено на приобретение техники отечественного производства.

Однако с истечением гарантийного срока службы импортной техники возникают существенные трудности в поддержании ее в технической исправности из-за резкого увеличения затрат на ремонтные материалы и запасные части.

Расчетное количество тракторов и комбайнов для удовлетворения сельского хозяйства России в сельскохозяйственной технике, по подсчету специалистов составляет: 900 тыс. тракторов средней мощности (с мощностью двигателя - 200 л.с.); 250 тыс. зерноуборочных комбайнов и 60 тыс. кормоуборочных машин, что составит примерно 3 л.с. мощности на 1га пашни вместо нынешних 1,5 л.с. Объемы же производства техники существенно отстают от требуемых. Так по итогам 2014 года предприятия-изготовители сельскохозяйственных тракторов в России существенно снизили их производство. На всех тракторных заводах России в 2014 году было произведено 6361 единица тракторов, что оказалось на 16,2% чем за 2013 год (7593 единицы).

В общем количестве производимых тракторов доля отечественных моделей составляет 13,2%, тракторов сборки МТЗ (Беларусь)-50%, сборки ХТЗ (Украина) – 13%, сборки ПТЗ – 0,6%, сборки моделей иностранных фирм (Versatile, John Deere, New Holland, Glass и др.) – 3,2%.

Сложившаяся ситуация требует разработки и использования нового научно-обоснованного подхода к оснащению сельскохозяйственного производства современной сельскохозяйственной техникой.

Системный подход при подборе сельскохозяйственной техники должен учитывать особенности производства и биологии сельскохозяйственной культуры, что относится в первую очередь, к выбору рациональной системы обработки почвы, минерального питания, ухода за растениями, уборки урожая, к учету зональных почвенно-климатических условий.

До принятия окончательного решения о закупке сельскохозяйственной техники необходимо знакомиться не только с рекламными проспектами фирм-производителей, но, главным образом, с результатами испытаний интересующих машин зональными машиноиспытательными станциями, опытом их использования хозяйствующими субъектами, эксплуатирующими такую технику. И лучше, когда желаемая техника до ее массовой закупки **проверялось в работе** на собственных полях.

## 1.2 Общая структура системы машин

Система машин – это неотъемлемый элемент современного сельского хозяйства, включающий научно-обоснованный анализ и учет существующих и инновационных технологий производства сельскохозяйственной продукции; особенности ведения производства в конкретно природно-климатических условиях; наличие материально-технических ресурсов, обеспечивающих это производство.

Наличие правильно сформированной системы машин является основой эффективности сельского хозяйства, высокой конкурентоспособности производимой продукции.

Система машин включает в себя следующие составные части:

- энергетические средства (тракторы, самоходные машины);
- набор (шлейф) сельскохозяйственных машин;
- транспортные и погрузочно-разгрузочные средства;
- стационарное оборудование.

### 1.3 Цели и задачи, решаемые системой машин

Целью системы машин является определение взаимоувязанной рациональной совокупности согласованных показателей прогрессивных технических средств серийно выпускаемых, находящихся на рынке, создаваемых и готовящихся к производству в период ее действия, потенциально обеспечивающих в рамках устанавливаемых материально-технических ресурсов наибольший эффект при производстве требуемого количества продуктов питания и сырья для промышленности по заданной совокупности технологий с применением прогрессивных (инновационных) форм труда и использования техники.

Задачи, решаемые системой машин.

1 Обеспечение конкурентоспособности производимой сельскохозяйственной продукции за счет:

- высокой производительности труда;
- низких затрат на топливо-смазочные материалы;
- малых издержек на техническое обслуживание и ремонт;
- высокого качества работы;
- совмещения технологических операций;

2 Сохранение почвенного плодородия (снижение водной, ветровой эрозии, уменьшение уплотнения почвы, заделка органических остатков в почву и другое);

3 Сохранение экологического равновесия агроландшафтов (недопущение загрязнения окружающей среды топливо-смазочными материалами, химическими средствами защиты растений минерального питания);

4 Обеспечение комфортных условий труда (работы), требований охраны труда и пожарной безопасности.



## **2 Методология формирования системы машин. Сбор и подготовка исходной информации. Критерии обоснованности включения и замены технических средств в технологические комплексы машин. Структура технико-экономических показателей технических систем и типовых, определение их технического уровня.**

### 2.1 Методология формирования системы машин

Цель методологии - обеспечить высокий уровень научного оснащения и реализации системы машин, при значительном расширении охватываемой ею отраслей производства, создание единой методической и нормативной документации, единообразной формы ведения.

Система машин - это документ, обеспечивающий согласованную и направленную в единое русло деятельность различных участников рынка по оснащению агропромышленного комплекса страны необходимыми машинами и оборудованием для производства сельскохозяйственной продукции.

Система машин для агропромышленного комплекса страны состоит из отраслевых систем машин, адаптированных к конкретной сельскохозяйственной зоне.

Конкретные задачи, решение отраслевыми системами машин и требования к ним определяются заданными на их разработку.

Выделяют следующие отраслевые системы машин:

- 1 Техника для растениеводства и первичной его обработки;
- 2 Техника для животноводства и первичной его обработки;
- 3 Техника для обработки, хранения и переработки плодоовощной продукции и картофеля;
- 4 Техника для мясомолочной промышленности;
- 5 Техника для пищевой промышленности;
- 6 Технологическое оборудование для технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники;
- 7 Техника для водного хозяйства;
- 8 Техника для лесного хозяйства и полезащитного лесоразведения;
- 9 Техника для рыбного хозяйства;

Разработка каждой части системы машин состоит из следующих этапов:

- 1 Разработка задания на систему машин, методических указаний по проведению работ, содержания и формы ее изложения;
- 2 Сбор и подготовка исходной информации для обоснования системы машин, включая, рекомендуемую систему технологий по фактическим показателям за пять лет;

3 Демонстрация системы машин. Обоснование технологических типажей и определение их технико-экономических показателей;

4 Разработка предложений по проекту системы машин отраслевым сельскохозяйственным органом и управлением с комплексным технико-экономическим обоснованием (по запросу);

5 Разработка проекта системы машин, определение общих технико-экономических показателей;

6 Согласование проекта системы машин с заказчиком, корректировка его с учетом предложений заказчика и возможностей реализации новой техники;

Задания на систему машин разрабатываются для каждой отраслевой части.

Система машин должна обеспечивать создание технической базы, обеспечивающей комплексную механизацию всех отраслей агропромышленного комплекса, повышение производительности труда не менее чем в 1,3-1,7 раза, снижение энергоемкости в 1,4 раза и металлоемкости до 2 раз.

## 2.2 Сбор и подготовка исходной информации для обоснования системы машин.

Подготовка исходной информации включает в себя следующие работы:

1 Обоснование и утверждение сети объектов-представителей (предприятий или их подразделений), с необходимой и достаточной полнотой отражающих типичные условия производства продукции в различных природно-экономических районах страны;

2 Составление паспортов объектов-представителей, отражающих всю совокупность условий и показателей, наиболее полно характеризующих типичные условия формирования и функционирования технической базы производства сельскохозяйственной продукции и ее переработки в пищевые продукты и сырье для промышленности по всем применяемым и рекомендованным к применению технологиям. В отраслях, где число предприятий не превышает 200, проводится их сплошная паспортизация с целью получения полной совокупности данных о типичных условиях производства;

3 Установление типичных для региона или отрасли состава и показателей выпускаемой промышленностью технических средств и вновь создаваемой техники при их работе в производственных условиях и испытаниях в технических и испытательных центрах, базовых хозяйствах и опытных производствах, инвентаризация применяемых технологий, обобщение данных о продолжительности и сроках работы;

4 Определение общих показателей характеризующих состояние механизации отрасли на разрабатываемый период;

5 Сбор и систематизация данных о новых или усовершенствованных технологиях работ и производстве продукции, формах организации труда и использования техники, определяющих новые требования к технологическим типажам и комплексам машин и оборудования;

б Сбор, анализ и обобщение данных по системе прогрессивных машинных технологий.

Обобщение показателей системы машинных технологий желательно приводить в табличной форме с отражением как вариантов технологий, задаваемых условиями производства, так и технических вариантов, определяемых типоразмерами основных машин и оборудования или какими либо другими существенными их особенностями.

Исходная информация собирается, обрабатывается и обобщается организацией-разработчиком в соответствии с профилем ее деятельности и используется для разработки предложений по системе создания машин и ее обоснования и сельскохозяйственными органами для создания базы данных для разработки отраслевой системы машин в целом по отрасли или зоне механизации.

### 2.3 Критерии обоснованности включения и замены технических средств в технологических комплексах машин.

Базой (основой) системы машин являются системы машинных технологий. При формировании новой системы машин главное правильно сделать ее технологическое обоснование, определить эффективность технологий, технологических типажей и компонентов технических средств, выполнить анализ технического уровня новых предлагаемых машинных технологий в сравнении с существующими.

При определении эффективности технологических типажей, необходимо соблюдать основное условие: технологические типажи должны полностью обеспечить выполнение всего комплекса работ, требуемых для реализации системы машин.

Разработка критериев обоснованности различных составляющих системы машин требует четкого разграничения понятий, используемых при выполнении этой работы.

Следует учитывать, что первичным звеном (базовым) в алгоритме создания системы машин является технология производства сельскохозяйственной культуры и ее варианты, вторичным технологический комплекс машин для ее выполнения.

Несоблюдение (нарушение) этого положения (правила) приводит к тому, что при выполнении работ в процессе производства сельскохозяйственной продукции технические средства не обеспечивают агротехнические требования возделывания сельскохозяйственных культур, что неминуемо ведет либо к увеличению затрат ввиду необходимости дополнительного или повторного выполнения работ другими техническими средствами, либо к снижению урожайности производственной продукции.

### 2.4 Структура технико-экономических показателей технических систем и типажей, определение их технического уровня.

При формировании системы машин следует соблюдать единую терминологию понятий, характеризующих сельскохозяйственное производство, использующихся при

подборе технологических комплексов машин и определении технико-экономических показателей технических систем и типажей.

Технология – это научно обоснованный интегрированный комплекс условий, эффективных процессов, их режимов, отдельных способов (приемов) и соответствующих материально-технических средств для производства определенного вида продукции заданного количества и качества.

Сортовая технология – это перечень технологических операций по производству сельскохозяйственной продукции на базе определенного сорта (гибрида) и научно-обоснованного перечня требований к технологическим операциям.

Технология производства продукции растениеводства – это совокупность агротехнических и организационных приемов, способов получения конечной сельскохозяйственной продукции с заданными требованиями по количеству и качеству выполняемых машинным комплексом мобильных и стационарных машин разного назначения.

Машинный комплекс – это набор энергетических средств, сельскохозяйственных машин, оборудования и систем адаптеров, обеспечивающих комплексную механизацию производства продукции растениеводства и животноводства.

Технологический процесс – это элемент технологии, представляющий собой набор взаимосвязанных во времени и пространстве сельскохозяйственных работ, технологических операций например (подготовка почвы, уход за растениями, уборка, послеуборочная обработка и др.), выполняемых технологическим комплексом машин.

Технологическая операция – это элемент технологического процесса, выполняемый отдельным рабочим органом, отдельной машиной, или машинно-тракторным агрегатом (МТА) на одном рабочем месте (загоне, участке, поле и т.д.) в результате которого обрабатываемый материал (почва, растение, среда приобретает новое положение или новые требуемые свойства.

Технологический комплекс машин – это комплекс сельскохозяйственных машин и транспортных средств, взаимоувязанных во времени и пространстве и обеспечивающих комплексную механизацию работ, предусмотренных технологическим процессом.

Машинно-транспортный агрегат – это энергосредство, соединенное с сельскохозяйственной машиной или самоходный агрегат, универсальное энергосредство с набором адаптеров, обеспечивающее выполнение заданной технологической операции.

2.5 Декомпозиция системы машин. Обоснование технологических типажей для различных сельскохозяйственных культур на основе перспективной совокупности машин технологических систем и биологических особенностей культур.

### 2.5.1 Декомпозиция системы машин

Задача разработки и совершенствования системы машин, заключается в том, чтобы предусмотреть в ней всю технику, необходимую для эффективного осуществления всех рекомендуемых вариантов технологий работ, сократив при этом общую ее номенклатуру путем универсализации и расширения области применения, а также рационального ограничения числа типоразмеров технических средств, входящих в типаж. Одновременно при этом должны решаться задачи ускорения и удешевления создания, внедрения и эксплуатации новой техники за счет её унификации, широкого применения блочно-модульных принципов разработки и использования.

В связи с этим работа по обоснованию системы машин должна основываться на декомпозиции ее на отдельные подсистемы в виде технологических типажей и комплексов технических средств. Обосновывая и уточняя рациональную структуру и состав, определяют область их применения и технико-экономические показатели в сравнении с аналогичными показателями существующих технических средств, учитывая прогноз развития технологии и технической базы АПК.

Разработка методов проведения исследований, моделей, алгоритмов, математического и программного обеспечения работы должна проводиться на основе методов системного анализа исследования операций, оптимизации многоцелевых систем и типоразмерных рядов, моделирования технологических и производственных процессов с проведением многовариантных расчетов на ЭВМ и применением диалоговых имитационно-оптимизационных систем. Имеющиеся макеты прикладных программ адаптируются применительно к специфическим особенностям конкретных задач.

Структура технико-экономических показателей технических систем (комплексов) и типажей определяется заданием на разработку системы машин, а расчеты по их обоснованию, в том числе определение технического уровня, проводятся в соответствии с действующими нормативными документами.

Для проведения расчетов используется информация об объектах представителях и другие данные, а также математические модели, функциональные зависимости и характеристики возможностей разработанные или полученные на основании научных исследований отраслевых институтов.

Результаты исследований по обоснованию и определению показателей технологических типажей и комплексов технических средств используют в качестве основы для принятия решений при формировании системы машин и определении ее показателей.

### 2.5.2 Обоснование технологических типажей для различных сельскохозяйственных культур

При обосновании технологических типажей для различных сельскохозяйственных культур организуется сбор предложений по системе машин, их анализ и обобщение,

проводятся варианты расчетов, сравнение и оценка показателей как технических и технологических систем, так и отдельных технических средств.

На основании анализа этих материалов разрабатываются сводные предложения в виде проектов разделов системы машин.

Сводные предложения должны содержать обоснование предлагаемых изменений действующей системы машин, описание технологий и комплексов технических средств, данные по предлагаемым прогрессивным технологическим типажам и комплексам, типоразмерным рядам, их сравнительной эффективности, перечни технических средств с конкретными показателями каждого технического средства и, наконец, подтвержденные расчетные сводные данные, свидетельствующие о соответствии показателей предлагаемого варианта системы машин заданию на ее разработку.

Для анализа всесторонней комплексной оценки, доработки и обобщения целесообразно использовать ученых и ведущих специалистов, прежде всего в области технологий и техники, в том числе ученых вузов, представителей промышленности и др.

Подобные организационно-методический подход позволит обосновать наиболее эффективные комплексные решения, учитывающие как условия производства, так и новейшие достижения в области технологии и создания техники, будет содействовать сокращению числа типа размеров технических средств и обеспечению их максимальной унификации.

Работы над новой системой машин начинают с анализа с действующей системы, учитывая данные, полученные в процессе научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, и информацию о ходе ее реализации.

Центральное место в работе должно быть отведено технологическому обоснованию системы машин, определению высокоэффективных машинных технологий, технологических типажей и комплексов технических средств. Определяется и анализируется технический уровень машинных технологий, базирующихся на новой технике, в сравнении с существующими.

Технологические типажы разрабатываются с таким расчетом, чтобы полностью обеспечить выполнение всего комплекса работ, требуемых для реализации системы машинных технологий. Входящие в типажы типоразмерные ряды машин и оборудования подлежат оптимизации.

### **3 Разработка сводных предложений по системе машин для зон механизации. Выполнение вариативных анализов, сравнение и оценка показателей технических, технологических систем и отдельных технических средств. Методы разработки сводных предложений. Выбор модельных хозяйств для исследовательских испытаний вариантов технических систем**

Территория Российской Федерации характеризуется большим разнообразием почвенных, природно-климатических, ландшафтных и организационных условий. Поэтому разработать единую систему машин для сельскохозяйственного производства всей страны или производства отдельных сельскохозяйственных культур в различных ее зонах невозможно.

В каждой зоне механизации должны быть зональные системы машин, включая и отраслевые зональные системы машин.

Для обоснования системы машин для сельскохозяйственных зон составляют технологические комплексы для всех основных вариантов рекомендуемых прогрессивных машинных технологий, обусловленных требованиями потребителей к ассортименту, качеству и товарному виду продукции, особенностям почвенно - климатических и организационных условий, схемам возделывания, типам предприятий, необходимостью повышения показателей эффективности и ресурсосбережения и т. д.

В техническом комплексе указываются все выполняемые операции с использованием прогрессивных технических средств, включая транспортные и погрузочные работы, а также работы, выполняемые вручную в данной сельскохозяйственной зоне.

Включая в технологический комплекс каждое новое техническое средство, необходимо тщательно обосновывать его параметры с точки зрения влияния на совершенствование производственного или технологического процесса и повышение технико-экономической эффективности комплекса. В первую очередь должна быть оценена значимость нового технического средства для осуществления прогрессивной машинной технологии выполнения работ и соответствующего технологического комплекса. Должны быть подтверждены расчетами и опытными данными высокий технический уровень и технико-экономическая эффективность данного технического средства в составе технологического комплекса (в сравнении с аналогом по действующей системе) с использованием методов многокритериальной оценки, например по векторному критерию. На основе анализа и оценки совокупности полученных объективных данных принимается решение о целесообразности включения нового технического средства (в составе технологического комплекса) в перечень предложений к проекту новой системы машин. Делается это в том случае, когда его применение обеспечивает:

- выполнение нового высокоэффективного технологического процесса или технологии работ, осуществление которых существующей техникой невозможно;

- механизацию операций, выполняемых в ручную;
- эффективную замену нескольких машин одной путем совмещения работ или операций;
- замену существующего технического средства более эффективным, обеспечивающим существенное улучшение одного или следующих показателей или их совокупности - повышение выхода и качества продукции, снижение ее потерь, уменьшение затрат труда, денежных средств, энергии и материалов на единицу продукции, улучшение условий труда, обеспечение экономических требований и т.д.;
- расширение области применения технических средств и более полное соответствие их условиям выполнения работы (для приспособлений и дополнительного оборудования). Решение о выборе конкурирующих технических средств одного назначения применяется на основе анализа и сопоставления их технического уровня с целью ускорения создания наиболее значимых машин и оборудования, соответствующих мировому техническому уровню, при этом системе машин могут быть предусмотрены альтернативные варианты.

Эффективность новых технологических комплексов машин общего назначения и универсальной техники должна быть проверена методом наложения на объекты-представители.

Существующая классификация сельскохозяйственных зон предполагает выделение 11 зон механизации в Российской Федерации, в каждой из которых, возделываются культуры, определяемые в первую очередь, климатическими условиями сельскохозяйственной зоны. Учитывая большие географические пространства большинство зон делятся на подзоны, что позволяет более точно подобрать технические средства для технологических комплексов машин. В характеристику зон включается информация, которая отражает почвенно-климатические особенности, геодезические и географические показатели агроландшафтов и территории, характеристику полей и условий работы машин, а именно:

- границы территории входящей в зону механизации;
- климатические особенности, характеризующиеся уровнем температуры, количества осадков, благоприятных для возделывания сельскохозяйственных культур;
- характеристику почв;

-характеристика полей и условий работы машин;

Разработка сводных предложений по системе машин для зон механизации должны сопровождаться технологическими и технико-экономическим обоснованием, содержащим:

- пояснительную записку с кратким описанием технического средства, особенностей его работы, места в технологии и сравнительными данными по технико-экономической эффективности в составе технологического комплекса или поточной линии;



- системные исходные требования на техническое средство с расчетом технико-экономической эффективности, ожидаемой потребности и обязательным обоснованием, принятых в расчетах исходных данных;

- протокол приемочных (ведомственных), сертификационных испытаний или акт испытаний технического средства в типичных условиях.

По техническим средствам, предлагаемым для реализации после 1996 года, вместо результатов испытаний допускается представление материалов исследований или расчетов.

Материалы по сводным предложениям к системе машин и отдельным ее разделам должны содержать обобщенные перечни новых технических средств, предлагаемых к внесению.

Кроме того, составляется список технических средств действующей системы машин, подлежащих исключению из нее по следующим причинам:

- не целесообразность применения ввиду низкой эффективности, недостаточно хорошего качества работы, высоких затрат труда на вспомогательные операции, большого расхода топлива, морального старения и истечения нормативного срока обновления;

- замена технического средства новым, более эффективным;

- длительное отсутствие достаточного количества заявок на серийную технику.

Составляется отдельный перечень технических средств, показатели которых должны быть улучшены в соответствии с требованиями научно-технического прогресса. В перечне приводятся сведения об изменении наименования, назначения, области применения, агрегатирования, параметров технического средства и других данных по мере необходимости.

Составляется также перечень технических средств, которые рекомендуется подвергнуть коренной модернизации. В него могут быть включены технические средства:

- требующие повышения технического уровня до показателей, отвечающих высшей категории качества;

- находящиеся на производстве выше установленного срока обновления, широко применяемые и не имеющие замены;

- выпущенные первой промышленной партией или установочной серией, но не выпускаемые серийно более трех лет с момента решения о постановке на производство, если необходимость в них не отпала.

К перечню прикладываются материалы по обоснованию показателей модернизируемых технических средств.

Завершающий этап работы - подготовка и оформление сводных предложений в виде проекта системы машин или ее раздела (разделов), который должен быть составлен по форме, утвержденной для данной части системы машин.

Проект каждого раздела (подраздела) системы машин должен включать:

- пояснительную записку, технологические типы (комплексы) технических средств с табличными данными об их технико-экономической эффективности;
- перечень специальных технических средств.

Техника должна быть ранжирована по значимости. В первую очередь должны быть выделены важнейшие машины и оборудование, создаваемые по государственному заказу и предназначенные для осуществления новых технологий и замены ручного труда, а также обеспечивающие охрану окружающей среды.

Экспериментальная проверка отдельных технических средств или технологического комплекса машин в целом, имеет целью выявить их эффективность путем наложения на условия конкретного, типичного для зоны хозяйства, называемого модельным.

Другими словами в модельном хозяйстве, как правило, должно проводиться исследовательские испытания разрабатываемой системы машин и ее отдельных технических средств.

При «наложении» на хозяйство результатов испытания системы машин, комплекса для выполнения отдельных процессов или возделывания культур, а также отдельных машин надо проверить их эффективность на уточненном МТП хозяйства, который обеспечивал бы выполнение всех работ соответствии с требованиями агротехники.

Кроме того, наряду с экспериментальной проверкой системы машин необходимо определить оптимальный состав МТП, включающего, во-первых, машины, имеющиеся в хозяйстве в требуемом количестве. Во-вторых, новые машины, предусмотренные разрабатываемой системой машин, которые должны быть поставлены на производство в ближайшие годы.

При расчете оптимального состава МТП без применения ЭВМ желательно пользоваться линейным способом, позволяющим приводить по каждой работе нормы выработки, дневную производительность, годовой объем работы и годовую загрузку машин и тракторов в часах.

Таблица 3.1 - Показатели использования тракторов и автомобилей

Шифр работы	Наименование работы	Марка машины	Дата или пятидневка, месяц			Единица измерения	Выработка		Годовой объем работы	
							в час	в день	физический	ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

При линейном методе построения графика по указанным показателям над линией, указывающей сроки проведения работы, проставляют объем работы и название культуры (условным обозначением), под линией - количество агрегатов, выполняющих работу.

Графики использования тракторов должны быть составлены на основании типовых и перспективных технологических карт и предусматривать выполнение всех работ в агротехнические сроки, применение наиболее производительных агрегатов для данных условий и такое распределение работ между тракторами разных марок, которое обеспечило бы наиболее рациональную загрузку тракторов и универсальных машин в течение года, при минимальных приведенных затратах.

При расчете на ЭВМ оптимального состава МТП часовые и дневные выработки, годовые объемы работ и загрузку в часах берут из специальных таблиц.

Определив оптимальный состав МТП сельскохозяйственного предприятия, необходимо разработать план перехода к нему от существующего, предусматривающего как постепенное списание или передачу на вторичную реализацию имеющейся устаревшей техники, так и его оснащение новой техникой. Составляя план выбраковки техники, необходимо предусмотреть вначале исключение из МТП машин старых марок затем (по мере освоения производства новых машин) – «заменяемых», имеющих в планах перспективных машин производителей техники.

Каждая зона или подзона механизации должна быть охарактеризована по сети модельных хозяйств, отражающих по расчетным показателям группы натуральных хозяйств сельхозтоваропроизводителей определенного производственного направления.. Причем для каждого типа сельхозпредприятия – акционерное общество, коллективное хозяйство, крестьянско-фермерское хозяйство и др. должны быть выделены аналогичные модельные хозяйства, соизмеримые по площади сельскохозяйственных угодий, видам сельскохозяйственной деятельности, формам организации труда.

По каждому модельному хозяйству в систему показателей, характеризующих типовое хозяйство должны быть включены технологии работ, севообороты и системы внесения минеральных и органических удобрений, составленных на основании данных этих хозяйств, наиболее близких по совокупности классификационных признаков к данному модельному хозяйству. В систему показателей включают сведения о выполнении работ общего назначения по всем типичным вариантам, включая основную и предпосевную обработки почвы; подготовку, транспортировку и внесение минеральных и органических удобрений и средств защиты растений.

Кроме того, приводятся данные о технологиях уборки зерновых колосовых культур и технологиях производства продукции сельскохозяйственных культур, определяющих производственное направление хозяйства.

Технологические схемы механизированного производства сельскохозяйственной продукции и варианты выполнения работ общего назначения излагаются в виде таблиц с краткими текстовыми пояснениями.

При использовании одной и той же технологии в ряде хозяйств приводят данные лишь одного из них, по остальным дают соответствующие ссылки.

На основании анализа полученных материалов определяют границы применения основных вариантов технологий. После этого составляют свободный перечень технологий, применяемых во всех подзонах механизации.

В эту же таблицу включают перечень рекомендуемых технологий, определенных на основании зональных систем земледелия, перспективных технологических карт, рекомендаций и других документов.

Отдельно составляют перечень рекомендуемых зональных сменных рабочих органов и приспособлений к базовым техническим средствам обеспечивающим более полное их соответствие условиям работы в данной подзоне механизации.

Результаты определения границ применения технологий как отдельных видов сельскохозяйственных работ общего назначения, так и механизированного производства сельскохозяйственных культур используют в качестве дополнительной информации при уточнении границ подзон механизации и для выбора оптимальных параметров технологических комплексов машин общего назначения.

#### **4 Особенности формирования технологических комплексов машин для отраслей сельского хозяйства; растениеводства, животноводства, мелиорации. Методы выбора и включения новых технических средств в технологические комплексы машин. Исходные требования к техническим средствам**

4.1 Особенности формирования технологических комплексов машин для отраслей сельского хозяйства: растениеводства, животноводства, мелиорации.

По мере развития сельского хозяйства в структуре его отраслей, в способах их ведения происходят конкретные изменения. Происходит обновление сортов сельскохозяйственных культур, пород животных, что влечет за собой изменение технологий их производства, ухода за животными, а соответственно замену технических средств и оборудования, используемых в этих технологиях.

Для производства сельскохозяйственных культур и ведения животноводства отраслевой стандарт ОСТ101.3–2000, предусматривает определенные типы технологий, реализация которых возможна различными техническими средствами и оборудованием.

Типы технологий:

– **высокие технологии (А)** – это система получения максимальной урожайности высококачественной продукции с компенсацией выноса питательных веществ урожаем, окупающая финансовые, энергетические и трудовые затраты с использованием новейшей базы высокоинтенсивных сортов (гибридов), комплексной защиты растений от вредителей, болезней, сорняков и применения удобрений, обеспечивающих реализацию потенциала сорта более чем на 85%.

– **интенсивные технологии (Б)** – это система получения максимальной урожайности высококачественной продукции с компенсацией выноса питательных веществ урожаем, с мерами по защите растений от наиболее опасных болезней, вредителей и сорняков, обеспечивающих реализацию потенциала сорта более чем на 65%.

- **нормальные технологии (В)** – это система получения продукции с использованием биологического потенциала сорта более 50%.

Кроме этого, установлены понятия базовая и новая технология.

**Базовая технология** – это оптимальный вариант апробированной в производстве технологии, осуществляемой на основе утвержденных типовых технологических карт в типичных для зоны применения почвенно-климатических и производственных условиях, отвечающих требованиям эффективного ведения сельскохозяйственного производства.

**Новая технология** – это вариант технологии с новой совокупностью технологических приемов, способов воздействия на почву, растения, обеспечивающая повыше-

ние эффективности производства продукции или снижение техногенного воздействия на почву и окружающую среду.

Для каждой технологии составляется паспорт.

**Паспорт технологии** – это перечень главных оценочных показателей, характеризующих продуктивность технологии, показатели качества выращенного сельхозпродукта, его себестоимость, трудоемкость, инвестиционные вложения, а также потребное количество и стоимость материалов, энергоносителей, трудовых ресурсов.

Конкретный перечень технологических операций, выполняемых по технологии регламентируется технологической картой.

**Технологическая карта** – это перечень научно-обоснованных требований, изложенных в виде таблицы, содержащих последовательное перечисление работ, состава агрегатов, выполняющих эти работы, объема выполняемых работ, количество обслуживающего агрегат (машину) персонала, норм выработки, календарных сроков и продолжительности операций.

Машинные технологии, разрабатываемые научными организациями должны проходить государственные испытания. Порядок проведения испытаний определен ОСТ.10.1.3 -2000 и включает в себя:

- организацию испытаний.

Новые отечественные и зарубежные машинные технологии предлагаемые для использования в сельском хозяйстве Российской Федерации подлежат государственным испытаниям на основании решения Минсельхоза России.

- цель испытаний:

- определение продуктивности технологий и качества продукции;
- определение типа технологии;
- определение показателей сравнительной эффективности новой машинной технологии применительно к условиям типичного объекта производства;
- оценку соответствия полученных показателей новой технологии требованиям технического задания (ТЗ);
- оценку воздействия новой технологии на почву растения и окружающую среду в конкретных условиях испытаний.

Государственные испытания новой машинной технологии проводят зональные машиноиспытательные станции (МИС) Министерства сельского хозяйства России на полях опытных хозяйств МИС или базовых хозяйств зоны с участием представителей разработчика технологии и организации разработчиков опытных машин комплекса.

На государственные испытания новой машинной технологии (или ее технологических операций) разработчик технологии представляет следующую документацию:

- техническое задание (ТЗ);
- технологическую карту новой технологии и базовой (заменяемой) (при необходимости);

- пояснительную записку (описание новой технологии, правила производства работ, исходные требования по технологическим операциям);
- состав комплексов машин по новой технологии;
- краткую техническую характеристику новых машин, применяемых в технологии, режимы их эксплуатации.
- отчет о результатах экспериментальной проверки новой технологии с предварительными показателями экономической эффективности;

Организация – разработчик технологии предоставляет на МИС, разработанные для новой технологии сельскохозяйственные машины, а также рекомендуемые расходные материалы, отсутствующие в продаже.

Минимальный размер участка поля, на котором закладываются полевые опыты, должен быть не менее 25% от размеров поля, типичного для растениеводческого объекта.

Энергосредства, сельскохозяйственные машины и орудия, входящие в состав технологических комплексов машин, должны обеспечивать заданные режимы и качество работы в соответствии с исходными требованиями и иметь сертификат соответствия требованиям безопасности на серийные машины, подлежащие обязательной сертификации.

#### 4.2 Методы выбора и включения новых технических средств в технологические комплексы машин.

Основой для выбора и включения новых технических средств в технологические комплексы машин служат технологические карты для ведения производства сельскохозяйственных культур и агротехнические требования к каждой технологической операции или виду работ.

Из технологических карт выбираются все машины, орудия и другие технические средства, используемые или предполагаемые к использованию при выполнении технологических операций, которые группируются в таблицах 4.1 -4.8.

##### 4.2.1 Энергетика, транспорт и погрузочные средства

Таблица 4.1 – Тракторы и самоходные шасси

Шифр машин	Наименование машин	Марка машин	Состояние с производством	Основные параметры			Ориентировочная потребность на 100 га культуры
				Эксплуатационная мощность двигателя, кВт (л.с.)	Класс тяги	Удельный расход топлива, кг/кВт.ч	
1	2	3	4	5	6	7	8

Таблица 4.2 - Автомобили

Шифр машин	Наименование машин	Марка машин	Состояние с производством	Основные параметры			Ориентировочная потребность на 100 га культуры
				Грузоподъемность, т	Мощность двигателя, кВт (л.с)	Расход топлива на 100 км, кг (л)	
1	2	3	4	5	6	7	8

Таблица 4.3 - Автомобильные прицепы и полуприцепы

Шифр машин	Наименование машин	Марка (модель)	Состояние с производством	Автомобиль (трактор) - тягач (марка)	Основные параметры		Ориентировочная потребность на 100 га культуры
					Масса перевозимого груза, т	Вместимость кузова, м <sup>3</sup>	
1	2	3	4	5	6	7	8

Таблица 4.4 - Тракторные прицепы и полуприцепы

Шифр машин	Наименование машин	Марка (модель)	Состояние с производством	Марка, класс тяги трактора	Основные параметры		Ориентировочная потребность на 100 га культуры
					Масса перевозимого груза, т	Вместимость кузова, м <sup>3</sup>	
1	2	3	4	5	6	7	8

#### 4.2.2 Машины для обработки почвы и посева

Машины и орудия для основной обработки почвы и снегозадержания

Таблица 4.5 –Машины и орудия для поверхностной обработки почвы

Шифр машин	Наименование и конструктивные особенности орудия	Марка машин	Состояние с производством	Трактор, класс тяги	Основные параметры			Кол-во обслуживающего персонала, чел.	Ориентировочная потребность на 100 га культуры
					Ширина захвата, м	Максимальная глубина обработки, см	Требуемая глубина обработки, см		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10



Таблица 4.6 – Машины для посева

Шифр машин	Наименование и конструктивные особенности орудия	Марка машины	Состояние с производством	Трактор, класс тяги	Основные параметры			Способ агрегатирования		Кол-во обслуживающего персонала, чел	Ориентировочная потребность на 100 га культуры
					Ширина захвата машины, агрегата, м	Ширина междурядья, см	Тип сошника	прицепной или навесной	шеренговый или эшелонированный		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Таблица 4.7 – Сцепки

Шифр машин	Наименование машин	Марка (модель)	Состояние с производством	Трактор класса тяги	Основные параметры		Ориентировочная потребность на 100 га культуры
					Ширина захвата, м	Число машин в агрегатов	
1	2	3	4	5	6	7	8

Таблица 4.8 – Машины для защиты почв от ветровой эрозии

Шифр машин	Наименование и конструктивные особенности машин	Марка машины	Состояние с производством	Трактор класса тяги	Основные параметры		Кол-во обслуживающего персонала, чел.	Ориентировочная потребность на 100 га культуры
					Ширина захвата, м	Глубина обработки, см		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

4.2.3 Машины для возделывания, уборки и послеуборочной обработки зерновых культур (таблица 4.9).

4.2.4 Машины для возделывания и уборки зерновых колосовых, зернобобовых, крупяных культур и семенников трав (таблица 4.9).

4.2.5 Машины для возделывания и уборки кукурузы, подсолнечника, свеклы, клеверицы, сои и сорго (таблица 4.9).

4.2.6 Машины для возделывания и уборки риса (таблица 4.9).

Таблица 4.9 – Машины для возделывания и уборки зерновых культур, зернобобовых, крупяных культур, семенников трав, кукурузы, подсолнечника, свеклы, клещевины, сои, сорго, риса

Шифр машин	Наименование и конструктивные особенности машин	Марка машины	Состояние с производством	Трактор, класс тяги	Основные параметры				Кол-во обслуживающего персонала, чел.	Ориентировочная потребность на 100 га культуры
					Эксплуатационная мощность двигателя самоходных машин, кВт	Удельный расход топлива, г/кВт.ч	Производительность, га/ч, т/ч	Ширина захвата, м		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

4.2.7 Машины и оборудование для послеуборочной обработки и хранения продовольственного зерна и семян

Таблица 4.10 – Машины и оборудование для послеуборочной обработки зерна и семенного материала зерновых культур

Шифр машин	Наименование и конструктивные особенности машин	Марка машины	Состояние с производством	Тип и мощность привода, кВт	Основные параметры			Кол-во обслуживающего персонала, чел.	Ориентировочная потребность на 100 га культуры
					Вид топлива	Расход топлива, 1 т зерна, кг, м <sup>3</sup>	Производительность, га/ч, т/ч		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

#### 4.2.8 Оборудование для консервирования зерна и семян

Таблица 4.11 – Оборудование для хранения и консервирование зерна и семян

Шифр машин	Наименование и конструктивные особенности машин	Марка машины	Состояние с производством	Основные параметры			Кол-во обслуживающего персонала, чел.	Ориентировочная потребность на 100 га культуры
				Наименование и вид консерванта	Расход консервирующего средства на 1 т зерна, кг, л, м <sup>3</sup>	Производительность установки, т/ч, вместимость бункера, т		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

По каждой марке машины и других технических средств указывается их состояние с производством, с использованием следующих индексов:

П- находится на производстве;

М – требует коренной модернизации;

З – подлежит снятию с производства (замена), так как потребность в них последние годы отпадает;

Р– рекомендована к постановке на производство;

И – проходит испытания;

Н – новая (стадия разработки, любая, вплоть до испытаний).

При компоновке технологического комплекса машин необходимо стремиться к максимальному сокращению номенклатуры машин и количества их марок, включая в них наиболее энергоэкономичные машины, повышенной агрегируемости, простые по конструкции и надежные в эксплуатации.

В технологические комплексы нужно включать только те машины, которые применяются для возделывания и уборки сельскохозяйственных культур экономичными способами.

Компоновку технологических комплексов специализированных машин по возделыванию, уборки, послеуборочной обработке и хранению сельскохозяйственных культур осуществляют в соответствии с таблицей 4.12.

#### 4.2.9 Технические комплексы машин для производства сельскохозяйственных культур

Технологические комплексы машин для производства озимой и яровой пшеницы, ячменя, озимой ржи и овса, кукурузы на зерно, зернобобовых и крупяных культур (гречиха, просо и горох), сои, риса, льна –долгунца, конопли, свеклы, картофеля, семян подсолнечника разрабатываются по следующей форме:

Таблица 4.12 – Технологические комплексы машин для производства сельскохозяйственной культуры

Этап выполнения работ	Технологическая операция	Зона применения	Характеристика почвы	Техническое средство
Основная и предпосевная обработки почвы, посев	Лушение или дискование			
	Рыхление			
	Вспашка			
	Вспашка с прикатыванием			
	Предпосевная обработка (с указанием ее вида)			
	Выравнивание			
Уборка	Посев			
	Скашивание			
	Подбор и обмолот валков			
	Прямое комбайнирование			
	Транспортировка зерна			
Послеуборочная обработка зерна	Уборка не зерновой части			
	Сушка зерна			
	Очистка зерна			

Технологические комплексы машин для производства овощных и кормовых культур, семян овощных культур, приготовления сенажа в хранилищах (траншейного или башенного типа) уборки сена, уборки трав и силосных культур с измельчением для заготовки влажных и сухих кормов, а также на силос разрабатываются по следующей форме (табл.4.13).

Таблица 4.13 – Технологические комплексы машин для производства овощных и кормовых культур

Вид трав, овощных культур и семян овощных культур	Этапы выполнения работ	Технологическая операция	Зона применения	Характеристика почвы	Техническое средство

К таблицам 4.1 – 4.13 составляют пояснительную записку, включающую:

- характеристику производственных условий зоны возделывания сельскохозяйственной культуры;
- агротехнические и технологические особенности упрощенных способов возделывания сельскохозяйственных культур.

Характеристика производственных условий зоны должна отражать:

- площадь земельного фонда, в том числе сельхозугодий, зоны возделывания сельскохозяйственной культуры;
- состав сельскохозяйственных угодий зоны (площадь пашни, естественных лугов и пастбищ, многолетних насаждений);
- площадь занимаемую отдельной культурой, в натуральных единицах измерения и в процентном содержании от площади пашни зоны.

В пояснении и анализе таблиц приводятся также сведения об урожайности сельскохозяйственных культур, трудозатратах и затратах топлива для их производства.

## **5 Определение технического уровня и технико-экономической эффективности вариантов технологических комплексов при формировании системы машин для отраслей и сельскохозяйственных культур. Многокритериальная оценка качественных показателей и энергоёмкости технологических типажей с использованием векторного критерия.**

### 5.1 Определение технического уровня и технико-экономической эффективности вариантов технологических комплексов при формировании системы машин.

Заключительным этапом формирования системы машин является определение её технического уровня и технико-экономической эффективности.

Наиболее достоверные данные по эффективности и техническому уровню можно получить после экспериментальной проверки технологического комплекса или определенных технических средств в типичных условиях хозяйства.

При экспериментальных исследованиях новых технологий и машин с рабочими органами новых типов в качестве базовых следует брать новые машины и лишь при их отсутствии - аналогичные производственные машины. Если для выполнения данной операции или процесса системой машин предусмотрено несколько технических средств для разных условий (например, приспособления нескольких типов для обработки почвы сравнение желательнее проводить в нескольких вариантах (если ещё не установлено, какой из вариантов технологий или технических средств для данных условий наиболее эффективен).

Большинство технико-экономических показателей отдельного технического средства или комплекса машин для выполнения рабочего процесса может быть применено и при оценке новых технологий и машин с рабочими органами новых типов. Однако последние часто ещё не представляют собой конструктивно законченные машины, поэтому некоторые показатели следует дополнять или несколько изменять. Так, для новых машин (макетов) следует добавить показатели выработки в час чистой работы и в час сменного времени, определенные расчетным путем. В этих случаях, при определении выработки в час сменного времени относительные затраты времени на ежедневное техническое обслуживание (СТО), не регламентированные затраты времени смены, а также затраты на устранение технических неисправностей можно принимать по аналогии со сравниваемым (базовым) агрегатом.

Данные уточненного хозяйственного учета следует использовать для определения годовой загрузки и других показателей (зарплаты, расхода материалов и т.п.), если машина (макет) с новыми рабочими органами или машина, участвующая в выполнении новой технологии рабочего процесса, надежна и может проработать весь период проведения работ. В противном случае годовую загрузку машины следует определять по базовой машине (если новая машина заменяет несколько машин, необходимо вносить

соответствующую поправку).

Если изучение новых технологий или машин с рабочими органами новых типов проводят в типичных хозяйствах, то при расчете их экономической эффективности следует использовать данные полученные при государственных или сертификационных испытаниях.

По каждой из рекомендуемых технологий разрабатываются и представляются: операционная маршрутная карта, технологическая карта, ведомость используемых данных, комплекс технических средств, технико-экономические показатели.

Материалы сопровождаются пояснительной запиской, которая должна состоять из следующих разделов:

- обоснование целесообразности применения технологии, её достоинства;
- характеристика зоны, условия и агротехнические особенности применения технологии;
- возможные объёмы применения;
- какая технология заменяется (включая технологии, основанные на применении ручного труда);
- диапазоны основных факторов, при которых целесообразно применение технологии (природные и производственные факторы, сортовые особенности культур, свойства материалов и др.);
- краткое описание технологии и её особенностей, дополняющее и развивающее табличные данные, приведенные в технологической документации, сведения о месте, методах проверки технологии и результатах её испытаний;
- технологические требования и качественные показатели применения технологии.

Операционная маршрутная карта - технологический документ, содержащий данные о взаимосвязи и последовательности выполнения всех технологических, вспомогательных и подготовительных операций, составляющих данную технологию. Составляется по форме таблицы (5.1), сопровождается технологической схемой выполнения работ, а при необходимости – и другими графическими или иллюстративными материалами.

Таблица 5.1 -Операционная маршрутная карта технологии

№ п/п	Типовая сельскохозяйственная работа	Тип работы (основная, вспомогательная, подготовительная)	Требования к показателям выполнения сельскохозяйственной работы, обеспечивающим эффективное выполнение последующих сельскохозяйственных работ или технологии в целом	Сведения о типовых сельскохозяйственных работах	Применяемый агрегат и его варианты	Состояние и местонахождение объекта обработки	
						в период выполнения сельскохозяйственной работы	после нее
1	2	3	4	5	6	7	8

Сведения и показатели выполнения отдельной сельскохозяйственной работы или производственного процесса представляются в технологической карте возделывания с-х культуры (таблица 5.2 ). В случае необходимости составляется несколько технологических карт (в зависимости от зоны, предшественника, урожайности, сортовых особенностей и т.д.).

В ведомость используемых данных включаются все материалы по изучаемой технологии (данные представляются в расчете на 100 га обрабатываемых площадей или 1000 т производимой продукции).

Комплекс технических средств (или состав предприятия) и основные требования к ним излагаются по форме таблицы 5.3, сопровождаемой описанием.



Таблица 5.2 - Технологическая карта на возделывание и уборку

название с-х культуры \_\_\_\_\_

Зона (подзона) \_\_\_\_\_

Урожайность, т/га \_\_\_\_\_

Предшественники \_\_\_\_\_

Расход удобрений и ядохимикатов,  
т/га \_\_\_\_\_

Шифр	Сельскохозяйственная работа	Основные показатели			Состав агрегата		Выработка, га		Продолжительность рабочего дня, ч	Дата начала работы	Число календарных дней	Число рабочих дней за календарный период работы	Объем работы за календарный период, га	Затраты на 1 га					Материалоемкость, г/га	Энергоемкость, кВт.ч/га
		Марка или наименование энергетического средства	Марка или наименование машин (оборудования), их количество в агрегате, марка сцепки	Число обслуживающего персонала	в час сменного времени	за 7- ми час. смену	труда, чел-ч	в том числе ручного труда, чел-ч						эксплуатационные, руб.	приведенные, руб.	горючего электроэнергии) (кВт)				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	

Примечание.

1 Типовые сельскохозяйственные работы (например, подготовка и внесение средств защиты растений) не разбивают на операции. Показатели указывают в целом по работе по данным типовых технологических карт (временно, до составления типовых технологий на эти работы).

2 В графах 4 - 12 технологической карты указывают все основные возможные варианты и показатели агрегатов, составляемые из взаимозаменяемых технологических средств.

3 В графах 7, 8 указывают основные возможные варианты показателей агрегатов, исходя из условий работы и зон.

4 Графы 7,8 и 14 - 20 для всех видов работ указывают выработку и затраты в пересчете на 1 га обрабатываемой площади.

5 Карту заканчивают итоговыми данными суммарных затрат на 1 га (1 т) основной и дополнительной продукции для всех рациональных сочетаний вариантов выполнения операций. После этого проводят данные о выработке (в тоннах или тонна – километрах) на погрузочно-разгрузочных транспортных операциях, принятые при расчете карты.

Абсолютные и удельные технико-экономические показатели новой технологии приводятся в сравнении с заменяемой для всех вариантов в пределах диапазонов изменения всех основных влияющих на нее факторов.

К абсолютным показателям относятся: продолжительность и календарный период применения (по зонам), оптимальный объем; работ за год при применении одного комплекса машин; минимально допустимый по эффективности объем работ за год; общая стоимость технических средств (для стационарных объектов отдельно указывается стоимость сооружений и монтаж); число обслуживающего персонала, постоянно-

го и закрепляемого на период проведения сезонных работ, с указанием требуемой квалификации и форм организации его работы; количество и перечень немеханизированных операций с указанием количества занятых на их выполнении работников; суммарная мощность энергетических: установок и технологического оборудования (отдельно указывается мощность электрических установок и оборудования); экономический эффект при оптимальном и минимальном объемах работ за год; то же при возможном объеме применения технологии в стране (регионе, отрасли); прибавка урожайности, повышение качества продукции или снижение расхода материалов при оптимальном и минимальном объемах работ за год; то же при возможном объеме применения технологии в стране (регионе, отрасли); прочие неучтенные показатели.

Таблица 5.3 – Комплекс технических средств для осуществления технологии производства \_\_\_\_\_

название с-х культур

Наименование машины	Марка	Количество машин, шт.	Число обслуживающего персонала, чел.	Мощность, кВт	Коэффициент использования машин за сезон	Цена машины, руб.	Цена всех машин, применяемых одновременно, руб.	Основные требования к техническим средствам, обеспечивающие эффективность работы всего комплекса
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Примечание. При необходимости указываются взаимозаменяемые технические средства, применимые при различных вариантах технологии.

Удельные показатели определяются на единицу конечного продукта. К ним относятся: затраты труда и их снижение, %; в том числе на механизированных операциях; расход материалов, в том числе горючего; затраты электроэнергии; энергообеспеченность; энерговооруженность одного работающего; капитальные вложения; эксплуатационные затраты и их снижение, %, приведенные затраты; себестоимость и ее снижение, %.

## 5.2 Многокритериальная оценка качественных, технико-эксплуатационных показателей и энергоёмкости технологических типажей с использованием векторного критерия

Для объективной оценки разрабатываемой системы машин в условиях нестабильности рубля наиболее подходящим является метод энергетической оценки технологических типажей.

Применяемые в настоящее время методы по экономическим показателям – приведенные затраты, рентабельность, стабильность и т.д. имеют существенные колебания, определяемые политикой ценообразования.

Энергоёмкость является одним из показателей, позволяющим более достоверно определять затраты на производство сельскохозяйственной продукции.

Энергоёмкость представляет собой затраты материально - энергетических ресурсов на единицу производимой продукции растениеводства и животноводства, которые практически не зависят от конъюнктуры рынка.

Энергозатраты - удельный показатель предельного значения расходования энергии (электрической, тепловой, мобильного топлива), отнесенного к производственному показателю, характеризующему технологический процесс производства (кВт-ч/га.; кВт-ч/га; кал/га; кал/т прод.; л/т-км). Энергозатраты - прямая составляющая полной энергоёмкости производства как растениеводческой, так и животноводческой продукции. Однако, при оценке затрат при производстве продукции существуют различия в указании поголовья на предприятиях и в статистической отчетности. Например, птицефабрики по выпуску 3 млн. бройлеров в год в форме отчетности указывают показатель поголовья на 01 (месяца, квартала, года) — примерно 600 тыс. голов птицы, что отражается в Госстатотчетности. В связи с этим для ряда уровней предлагаются удельные энергозатраты на единицу производственной мощности, т.е. на несушку, бройлера, свиноматку и т.д., для других уровней - средневзвешенные показатели на условную голову.

Энергоёмкость - общая величина расхода всех видов энергии и топлива (прямые, косвенные, овеществленные) на производство единицы продукции в соответствии с действующими технологиями в сельском хозяйстве, рассчитанная в условных энергетических единицах.

Потребность - общие объемы предельных энергозатрат на уровне хозяйства, региона и страны для производства требуемого объема продукции.

Определение энергоёмкости. Энергоёмкость производства сельскохозяйственной продукции состоит из двух частей: эксплуатационные затраты (прямые и косвенные) и инвестиционные. Эксплуатационные затраты энергии полностью расходуются в процессе одного производственного цикла и включают в себя расход топлива, тепловой, электрической и других видов энергии (в пределах рассматриваемой инфраструктуры анализируемой системы) технологическим оборудованием и машинами по следующим процессам:

а) прямые:

- производство, переработка и хранение сельскохозяйственной продукции (или продуктов питания);
- производство и преобразование носителей энергии, использованных в технологических процессах;
- транспортирование энергоносителей, сырья, материалов, машин от центров снабжения и внутрихозяйственные перевозки.

б) косвенные:

- затраты энергии вне рассматриваемой инфраструктуры производства на изготовление материалов, семян, удобрений, запчастей, производство кормов и т.д.

Инвестиционные (осуществленные) затраты энергии ( $E_{oi}$ ) состоят из расходов топлива и энергии на:

- строительство производственных и вспомогательных объектов;
- производство машин и оборудования для сельского хозяйства.

Таким образом, удельный показатель суммарный энергоемкости определяется следующим образом:

$$e = e_1 + e_2 = \frac{E_{эi} + E_{oi}}{B} \quad (5.1)$$

где  $e_1, e_2$  - показатели энергоемкости - соответственно эксплуатационный и инвестиционный;

$E_{эi}$  - эксплуатационные энергозатраты  $i$  вида;

$E_{oi}$  - овестественные энергозатраты  $i$  вида;

$B$  - количество продукции, объем работ.

Величину  $e_1$ , следует определять по следующей формуле:

$$e_1 = \frac{1}{B_1} \sum_1^{n_1} (E_{1i} + E_{1i}), \quad (5.2)$$

где  $E_{1i}$  - расход топлива, электроэнергии и других видов энергии оборудованием и машинами на анализируемом объекте (прямые);

$E_{1i}$  - расход энергоресурсов на производство материалов, кормов, сырья, семян и т.д., необходимых для нормального функционирования одного технологического цикла (косвенные);

$n$  - количество последовательных процессов или операций.

Эксплуатационные затраты энергии ( $E_{эi}$ ) при расчете энергоемкости определяются для двух вариантов:

- полезный расход энергии, необходимый для функционирования системы (отрасли) производства сельскохозяйственной продукции (без учета режимов работы, КПД

машин и оборудования, потерь ТЭР при хранении и транспортировке и т.д.);

- полный расход энергии (энергоресурсов), при котором учитываются КПД машин и оборудования, потери топлива и энергии при хранении, перевозке и транспортировке, использовании сельскохозяйственных машин и оборудования в пределах рассматриваемой инфраструктуры.

К первичным энергоносителям относятся:

- твердое, жидкое и газообразное топливо (уголь, торф, древесина, нефть и нефтепродукты, газ);

- возобновляемые источники энергии (энергия падающей воды, солнца, ветра, геотермальных вод);

- теплота, получаемая от ТЭЦ и промышленных предприятий.

Расход энергоносителей измеряется в физических единицах международной системы СИ Дж, калориях с применением энергетических эквивалентов.

## Литература

### Основная

1 Машинные технологии производства продукции растениеводства. Правила и методы испытаний. СТО АИСТ 1,3 – 2010.

2 Сельскохозяйственные машины (устройство, работа и основные регулировки) [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. А. Романенко и др. Электрон. текст. дан – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 232 с. – Режим доступа:

[http://edu.kubsau.ru/file.php/115/Selskokhozjaistvennye\\_mashiny\\_ustroistvo\\_rabota\\_i\\_regulirovka\\_.pdf](http://edu.kubsau.ru/file.php/115/Selskokhozjaistvennye_mashiny_ustroistvo_rabota_i_regulirovka_.pdf)

3 Полянчиков Ю.Н., Воронцова А.Н. и др. Нанотехнологии в машиностроении. – Учебное пособие (гриф УМО). – Старый Оскол: Изд-во ООО «Тонкие технологии», 2014. – 168 с.

4 Современные проблемы науки и производства в агроинженерии. [Электронный ресурс]: Учебник. Под ред. Завражнов А. И. – Электрон. текст. дан – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 496 с.: ил. – учебники для вузов. Специальная литература.) Режим доступа:

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=5841/page26](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5841/page26) ЭБС «Лань», по паролю

5 Основы научных исследований [Электронный ресурс]: сборник заданий /Кравченко В.С., Трубилин Е.И., Курасов В.С., Куцеев В.В., Труфляк Е.В. Электрон. текст. дан – Краснодар: КубГАУ, 2011. – 232 с. – Режим доступа:

<http://kubsau.ru/upload/iblock/c66/c663d5408b8e47875c5fla3d811ce61d.zip>

6 Юдина, Е.М. Технологии в растениеводстве: [Электронный ресурс] учеб. пособие / Юдина, Е.М., Авилова Е.Ю., Калитко С.А., Юдин М.О. – Электрон. текст. дан Краснодар: КубГАУ, 2015. – 119 с. Режим доступа: -

<http://edu.kubsau.ru/mod/resource/view.php?Id=3556>

7 Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. для высш. с.х. учеб. заведений/ Доспехов Б.А. – изд. 5-е., доп. и перераб., стер. изд. – М.: Альянс, 2014. 351 с

8 Компьютерные технологии в агроинженерной науке и производстве  
[Электронный ресурс]: учеб. пособие/ - Трубилин Е.И., Трубилин Е. И., Труфляк Е. В., Сидоренко С. М., Курасов В. С. – Электрон. текст. дан. – Краснодар: КГАУ, 2010 . –223 с. – Режим доступа:

<http://kubsau.ru/upload/iblock/aba/aba7dd9a3795cc8e310fe1c9c40a5893.pdf>

9 Конструкции транспортно-технологических средств АПК [Электронный ресурс]: учеб. пособие /Курасов В.С., Трубилин Е. И. Тлишев А.И., Драгуленко В.В. Погорелова М.А. Припоров И.Е. – Электрон. текст. дан – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 232 с. <http://edu.kubsau.ru/mod/resource/view.php?id=3451>

10. Интеллектуальные технические средства АПК: [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Труфляк Е. В., Трубилин Е. И.– Электрон. текст. дан – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 266 с. <http://edu.kubsau.ru/mod/resource/view.php?id=3533>

11 Статические методы исследований процессов и машин в агробизнесе  
[Электронный ресурс]: учеб. пособие Сохт К.А., Трубилин Е.И., Коновалов В.И. – Электрон. текст. дан – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 217 с.  
<http://edu.kubsau.ru/mod/resource/view.php?id=3706>

12 Отраслевые стандарты на испытания новой сельскохозяйственной техники.

13 ГОСТ. Методы экономической оценки новой сельскохозяйственной техники, Т.1, Т.2.

*Учебное издание*

**Купреенко Алексей Иванович**

**Проектирование системы машин  
для сельскохозяйственного производства**

Учебное пособие

Редактор *Павлютина И.П.*

Компьютерная верстка *А.И. Купреенко*

---

Подписано в печать 20.04.2018 г. Формат 60 × 84 1/16.

Бумага офсетная. Тираж 50 экз. У. печ. л. 2,32. Изд. №5851.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета

243365, Брянская обл., Выгоничский район, п. Кокино, БГАУ