

# 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ИСПЫТАНИЯМ И СЕРТИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ И ОБОРУДОВАНИЯ

Испытания сельскохозяйственной техники являются одним из этапов создания новых машин для механизации сельскохозяйственного производства, а также способом экспериментального контроля качества изготовления серийной техники.

При испытаниях экспериментально определяют качественные и количественные характеристики функционирования техники.

В связи со сложностью и недостаточной изученностью закономерностей взаимодействия рабочих органов машин и обрабатываемых сельскохозяйственных сред (материалов), многообразием условий применения техники и недостаточно полным, во многих случаях, или отсутствующим аналитическим описанием этих условий, роль испытаний и экспериментальных исследований в создании новых поколений технических средств для механизации сельского хозяйства возрастает. Исследования и испытания сельскохозяйственной техники по трудоемкости составляют более половины всех трудозатрат на ее разработку.

В Беларуси потребность в испытаниях сельскохозяйственной техники увеличивается в последние годы еще и потому, что резко возрастает количество типов машин, изготавливаемых в республике.

Результаты испытаний техники необходимы руководителям и специалистам министерств и хозяйственных органов управления для принятия решений о целесообразности постановки на производство новых машин с учетом их фактической эффективности, сохранения в производстве серийных изделий.

Специалистам сельскохозяйственных предприятий информация о результате испытаний позволяет обоснованно принять решение по комплектованию машинно-тракторного парка своего хозяйства новой техникой.

Конструкторы и изготовители сельскохозяйственной техники используют результаты испытаний для дальнейшего совершенствования своей продукции, устранения выявленных при испытаниях недостатков машин.

Чтобы исключить ошибки при принятии таких экономически ответственных решений, необходимо обеспечить высокую достоверность результатов испытаний, их должны проводить высококвалифицированные специалисты, знающие программы и методики, владеющие современными приборами и другими техническими средствами измерений.

Новая сельскохозяйственная техника разрабатывается, как правило, в соответствии с научно-техническими программами: Системами машин для комплексной механизации растениеводства и животноводства Республики Беларусь, Рекомендациями по составу технологических комплексов машин для механизации сельхозпроизводства в Республике Беларусь, государственными программами создания сельскохозяйственной техники.

Кроме новой техники, создание которой предусмотрено Системой машин, отдельные образцы могут создаваться по инициативе предприятий (так называемые инициативные разработки).

Стадии разработки и постановки на производство сельскохозяйственной техники предусматривают:

- разработку исходных требований;
- разработку технического задания на разработку (проектирование);
- разработку конструкторской и эксплуатационной документации;
- изготовление, испытания опытных образцов и приемку результатов разработки;
- постановку изделия на производство.

Разработке сельскохозяйственной техники, как правило, должна предшествовать работа по формированию исходных требований (ИТ) к конкретной машине:

- определение назначения нового изделия и области применения;

- разработку технико-экономического обоснования новой машины;
- выявление потребности в данной технике;
- определение показателей качества технологического процесса;
- определение показателей качества машины;
- разработку экономических требований к машине.

Научное обеспечение и разработку исходных требований осуществляют РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации», а также другие научные организации на основании требования к обеспечению эффективных технологий производства и переработки продукции сельского хозяйства.

Исходные требования, разработанные другими организациями, должны согласовываться с научно-исследовательскими институтами НАН Республики Беларусь соответствующего профиля.

Примерная структура и содержание разделов исходных требований

1. Назначение и область применения
2. Технико-экономическое обоснование изделия
3. Состав, параметры и характеристика изделия
4. Условия эксплуатации
5. Требования монтажной технологичности
6. Требования техники безопасности
7. Требования экологической безопасности
8. Другие требования
9. Срок действия исходных требований
10. Назначение и область применения

**В разделе «Назначение и область применения»** указывают наименование изделия, подлежащего разработке, выполняемые им (или с помощью его) технологические процессы, краткую характеристику области его применения, определяют зоны, для которых изделие предназначено, предполагаемую потребность в новой технике.

**В разделе «Технико-экономическое обоснование изделия»** дается анализ достигнутого уровня разрабатываемой техники в республике и за рубежом, указывается возможность поставки изделия на экспорт. Излагаются преимущества нового или модернизированного изделия в сравнении с лучшими отечественными и зарубежными образцами, указываются источники получения экономического эффекта, приводятся сведения об исследованиях, в соответствии с которыми выполнены расчеты.

Экономическое обоснование представляют в виде сравнительных расчетов по новым и базовым изделиям, при этом в основу расчетов закладываются следующие показатели:

- повышение производительности труда;
- снижение прямых издержек эксплуатации, в том числе топливно-энергетических затрат;
- уменьшение удельных капитальных вложений;
- повышение выхода и улучшение качества продукции и др.

В исходных требованиях (в качестве приложения) необходимо дать технико-экономическое обоснование всех натуральных и стоимостных показателей (удельной трудоемкости выполнения работ или получения продукции, капитальных вложений, эксплуатационных расходов, приведенных затрат и т.п.), расчет ожидаемого годового экономического эффекта от применения изделия, лимитную цену нового изделия и проект его оптовой цены.

**В разделе «Состав, параметры и характеристика изделия»** приводятся сведения о составе и принципе работы изделия и основных его узлов, указываются габаритные размеры изделия, его масса, установленная и потребляемая мощность, тип привода, диапазоны и способы регулирования скоростей рабочих органов, качественные показатели технологического процесса (глубина вспашки, дробление зерна и т.п.). Указываются также показатели надежности и эксплуатационно-технологические показатели. Все параметры должны допускать

количественный контроль и иметь предельные значения контролируемых показателей.

**В разделе «Условия эксплуатации»** указывается режим работы изделия, организация выполнения производственного процесса, расстановка рабочей силы, параметры подводимой энергии и допускаемые их отклонения, условия работы привода (механические воздействия, диапазон частот, ударные нагрузки и другие особенности), допустимые воздействия на изделия климатических условий (температура, влажность) и вредных производственных факторов (запыленность, загрязненность, содержание химических веществ).

Для сельскохозяйственных машин в этом разделе приводят характеристику зоны использования изделия с отражением диапазона изменения условий (рельеф поля, состояние почвы, климат и т.п.), а также характеристику продукции, с которой должно взаимодействовать разрабатываемое изделие (наличие механических примесей, агрессивных компонентов или абразивных частиц, содержащихся в продукции).

**Требования монтажной технологичности** разрабатываются для оборудования, поставляемого для вновь строящихся и реконструируемых предприятий. Отмечается целесообразность или необходимость поставки оборудования в собранном виде, не требующем разборки и ревизии при монтаже, или максимально укрупненными транспортабельными блоками и т.п.; приводятся особенности агрегатирования нового оборудования в технологических поточных линиях.

**В разделе «Требования техники безопасности»** приводятся требования к конструкции изделия по соблюдению безопасных условий его эксплуатации, типы и виды укрытий и ограждений рабочих органов (окраска частей машины, которые могут травмировать человека), количество удаляемого и подводимого воздуха систем пневмотранспорта и кондиционирования, необходимость установки регистрирующей и регулирующей аппаратуры и т.п.

**В разделе «Требования экологической безопасности»** отражаются требования к конструкции изделия, обеспечивающие соблюдение действующего законодательства, санитарных норм и правил, государственной и отраслевой нормативной документации в части охраны природы, приводятся сведения об устройствах, аппаратах, фильтрах и приборах, применение которых необходимо для очистки воздуха, воды и переработки отходов, контроля и измерения выбросов загрязняющих и вредных веществ, указывается максимальное количество отходов, вредных и загрязняющих веществ, образующихся при изготовлении единицы продукции или переработки единицы сырья, приводятся сведения о возможных аварийных ситуациях, сопровождающихся выбросом вредных и загрязняющих веществ, способы их предупреждения и ликвидации.

**В разделе «Другие требования»** освещаются требования к хранению новой техники, условия транспортирования и виды транспортных средств (крытые или открытые вагоны, автомашины, платформы и др.), место хранения (открытая площадка, навес, отопляемый склад и т.п.), требования к консервации, упаковке изделий и т.д.

**В разделе «Срок действия исходных требований»** указывается предельный срок действия исходных требований в годах.

Разработчик исходных требований несет ответственность за соответствие представленных исходных данных современному техническому уровню.

Утвержденные исходные требования на разработку сельскохозяйственной техники направляются организациям-разработчикам, с которыми Минсельхозпрод заключает контракт (договор) на разработку техники. Следует отметить, что научно-исследовательские институты технологического профиля НАН РБ крайне редко заканчивают свои НИР разработкой исходных требований к новым средствам механизации, что отрицательно сказывается и на качестве новой техники.

Заявки с исходными требованиями на технологические линии и входящее в них оборудование, энергетические средства и агрегируемые с ними машины, универсальные машины и приспособления к ним должны направляться, как правило, одновременно. При разработке исходных требований к сельскохозяйственной технике следует руководствоваться

«Методическими рекомендациями о порядке разработки, согласования и утверждения исходных требований на создание новой (модернизированной) техники для АПК Республики Беларусь», утвержденными протоколом Президиума Академии аграрных наук Республики Беларусь № 35 от 14 ноября 1994 г.

**На стадии технического задания (ТЗ)** на разработку (проектирование) новой машины необходимо обеспечить формирование полного комплекса функциональных, технологических, эксплуатационных и экономических требований к разрабатываемой сельскохозяйственной технике.

Разработку ТЗ, как правило, осуществляет предприятие-разработчик техники. Утверждает ТЗ заказчик или лицо, уполномоченное заказчиком.

В большинстве случаев официальным заказчиком на разработку сельскохозяйственной техники выступает Министерство сельского хозяйства и продовольствия, а поэтому техническое задание утверждает, как правило, заместитель Министра сельского хозяйства и продовольствия.

ТЗ необходимо согласовывать с предприятием-изготовителем (если оно определено к моменту разработки ТЗ) и Белорусской государственной сельскохозяйственной машиноиспытательной станцией. Необходимость согласования ТЗ с другими организациями определяет заказчик. Рекомендуемая форма и содержание ТЗ приведены в соответствующих формах.

При инициативной разработке сельскохозяйственной техники, когда затраты на создание новой техники несет предприятие-разработчик, ТЗ разрабатывает и утверждает предприятие-разработчик. При такой организации разработки ТЗ необходимо согласовывать с Минсельхозпродом, как с основным потребителем вновь создаваемой новой техники.

Техническое задание на разработку продукции имеет следующее примерное содержание:

1. Наименование и область применения (использования) продукции.
2. Основание для разработки.
3. Исполнитель.
4. Изготовитель.
5. Цель и назначение разработки.
6. Источник финансирования.
7. Технические требования.
  - 7.1. Состав продукции и требования к конструктивному устройству.
  - 7.2. Показатели назначения и экономного использования сырья, материалов, топлива и энергии.
  - 7.3. Требования к надежности.
  - 7.4. Требования к технологичности и метрологическому обеспечению разработки.
  - 7.5. Требования к уровню унификации и стандартизации.
  - 7.6. Требования по безопасности и экологии.
  - 7.7. Эстетические и эргометрические требования.
  - 7.8. Требования к патентной чистоте.
  - 7.9. Требования к составным частям продукции (при их наличии), исходным и эксплуатационным материалам.
  - 7.10. Условия эксплуатации (использования), требования к техническому обслуживанию и ремонту (при необходимости).
  - 7.11. Требования к маркировке и упаковке.
  - 7.12. Требования к транспортированию и хранению.
  - 7.13. Требования к метрологическому обеспечению.
  - 7.14. Дополнительные требования.
8. Экономические показатели.
9. Стадии и этапы разработки.

10. Порядок контроля и приемки, материалы, предъявляемые по окончании отдельных стадий (этапов) и работы в целом.

11. Количество изготавливаемых опытных образцов.

12. Приложения.

В зависимости от вида назначения, условий производства и эксплуатации продукции допускается уточнять содержание разделов (подразделов), вводить новые или объединять отдельные из них.

### **Испытания опытных образцов машин**

После изготовления опытных образцов изделий проверяют, в какой мере они соответствуют замыслу по созданию новой техники путем проведения испытаний.

В соответствии с РД РБ 0410.42-95 испытаниями называют экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта испытаний как результата воздействия на него при его функционировании, при моделировании объекта и (или) воздействий.

В связи с тем, что условия применения сельскохозяйственной техники многообразны и недостаточно изучены, значения параметров сельскохозяйственных сред (особенно почвенных условий) изменяются в больших пределах, аналитические методы расчетов многих типов рабочих органов еще далеки от совершенства, то испытания вновь изготовленных образцов сельскохозяйственной техники в настоящее время являются составной частью (стадией) процесса отработки новых конструкций.

Необходимость приемочных испытаний сельскохозяйственной техники подтверждает, например, такой факт, что ежегодно положительную рекомендацию (поставить изделие на производство) по результатам испытаний на Белорусской МИС получают только до 30% испытанных образцов машин, а у остальных 70% образцов изделий выявляются недостатки конструкции, из-за которых машины нельзя эффективно применять в сельскохозяйственном производстве.

К основным видам испытаний сельскохозяйственной техники относятся: предварительные, приемочные, квалификационные, периодические, типовые, сертификационные.

Основной целью испытаний сельскохозяйственной техники является получение объективной, достоверной информации о фактических значениях показателей качества изделий (техники) и соответствия их нормативной документации.

Показатели качества новой техники при испытаниях определяются для принятия решений:

- о готовности опытного образца изделия к передаче на приемочные испытания (по предварительным испытаниям);

- о целесообразности постановки нового изделия на производство (по приемочным испытаниям). Сравнение полученных значений показателей производится, как правило, с требованиями технического задания на разработку или проекта технических условий на изготовление, а также со значениями показателей машины-аналога, определенными в идентичных условиях;

- о готовности предприятия к серийному выпуску изделий (по квалификационным испытаниям);

- о возможности продолжения серийного выпуска изделия (по периодическим испытаниям);

- об эффективности и целесообразности внесенных в конструкцию изменений (по типовым испытаниям);

- о соответствии изделия национальным и (или) международным нормативно-техническим документам (по сертификационным испытаниям).

### **Постановка сельскохозяйственной техники на производство**

Постановка новой сельскохозяйственной техники на производство включает в себя подготовку и освоение производства. Подготовка и освоение производства осуществляет

предприятие-изготовитель с участием предприятия-разработчика (при необходимости на договорной основе).

Образцы сельскохозяйственных машин, изготовленных в процессе освоения производства (установочной серии или первой промышленной партии), подвергают квалификационным испытаниям.

Квалификационные испытания сельскохозяйственной техники организует и обеспечивает их проведение предприятие-изготовитель, а проводит Белорусская МИС.

Квалификационные испытания сельскохозяйственной техники при освоении производства являются обязательными, в том числе и для продукции, ранее освоенной на другом предприятии.

При положительных результатах квалификационных испытаний комиссия составляет акт по установленной форме, в котором дается заключение о том, что освоение производства считается законченным, а изготовленная продукция может поставляться потребителю (заказчику) по утвержденной документации.

### **Виды испытаний**

Сельскохозяйственная техника, подлежащая разработке и постановке на производство, должна удовлетворять требованиям заказчика, изложенным в техническом задании и другой нормативной документации, и обеспечивать возможность эффективного применения потребителем.

Основной формой контроля соответствия нового изделия предъявляемым требованиям являются испытания, в процессе которых экспериментально определяются количественные и качественные характеристики новых образцов техники.

На различных стадиях жизненного цикла образца сельскохозяйственной техники, как и другой продукции производственно-технического назначения, проводятся следующие виды испытаний:

- на стадии разработки технической документации – исследовательские;
- на стадии изготовления опытных образцов – доводочные, предварительные, приемочные;
- на стадии производства, включая подготовку, – квалификационные, предъявительские, приемо-сдаточные, периодические, типовые, сертификационные, инспекционные;
- на стадии эксплуатации – подконтрольная эксплуатация, эксплуатационные периодические, инспекционные.

**Исследовательские испытания** при необходимости проводят на любых стадиях жизненного цикла продукции, в том числе при исследовательских работах, проектировании, выборе оптимальных способов хранения, транспортирования, ремонта и технического обслуживания. Исследовательские испытания проводятся для изучения характеристик объекта, формирования исходных требований к продукции, выбора технических решений, определения характеристик продукции и ее составных частей.

**Доводочные испытания** проводят на стадии научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ для оценки влияния вносимых в техническую документацию изменений, чтобы обеспечить достижение заданных значений показателей качества продукции. Необходимость испытаний определяет разработчик либо при составлении технического задания на разработку, либо в процессе разработки; он же составляет программу и методику испытаний. Испытаниям подвергают опытные или головные образцы продукции и ее составные части.

**Цель предварительных испытаний** – определение возможности предъявлении образцов на приемочные испытания. Испытания проводят в соответствии со стандартом или организационно-методическим документом министерства, ведомства, предприятия. При их отсутствии необходимость испытаний определяет разработчик.

Программа предварительных испытаний должна предусматривать проверку изделия в условиях эксплуатации. Организация проведения испытаний такая же, как и при доводочных

испытаниях. Предварительные испытания сельскохозяйственной техники проводят аттестованные испытательные подразделения с использованием аттестованного испытательного оборудования разработчика или изготовителя, либо по договору – Белорусская МИС. По результатам испытаний оформляют протокол (акт, отчет) и определяют возможность предъявления изделия на приемочные испытания.

**Приемочные** испытания проводят для определения целесообразности и возможности постановки продукции на производство.

При приемочных испытаниях контролируют все установленные в техническом задании значения показателей и требований, как правило, в сравнении с машинами-аналогами, которые испытывают в идентичных условиях. Приемочные испытания сельскохозяйственной техники в Беларуси проводит Белорусская МИС, аттестованная для выполнения указанных работ, оснащенная соответствующим аттестованным испытательным оборудованием. На станции работает персонал, имеющий должную квалификацию.

**Квалификационные** испытания проводят в следующих случаях: при оценке готовности предприятия к выпуску конкретной серийной продукции, если изготовители опытных образцов и серийной продукции разные, а также при постановке на производство продукции по лицензиям и продукции, освоенной на другом предприятии. В остальных случаях необходимость проведения квалификационных испытаний устанавливает приемочная комиссия. Испытаниям подвергают образцы из установочной серии (первой промышленной партии), а также первые образцы продукции, выпускаемой по лицензиям и освоенной на другом предприятии.

**Приемо-сдаточные** испытания проводят для принятия решения о готовности продукции к поставке или ее использованию. Испытаниям подвергают каждую изготовленную единицу продукции или выборку из партии. Испытания проводит служба технического контроля изготовителя с участием (в установленных случаях) представителя заказчика. При испытаниях контролируют значения основных параметров и работоспособность изделий. При этом контроль установленных в нормативной документации показателей надежности изделий может осуществляться косвенными методами. Порядок испытаний устанавливается в государственном стандарте, общих технических требованиях или в технических условиях, а для продукции единичного производства – в техническом задании.

**Периодические испытания** проводят с целью:

- периодического контроля качества продукции; контроля стабильности технологического процесса в период между предшествующими и очередными испытаниями;
- подтверждения возможности продолжения изготовления изделий по действующей документации и их приемки;
- подтверждения уровня качества продукции, выпущенной в течение контролируемого периода;
- подтверждения эффективности методов контроля, применяемых при приемочном контроле.

Периодическим испытаниям подвергают продукцию серийного (массового) производства. При их проведении контролируют значения показателей технических условий на изготовление. Для испытаний представляют образцы продукции, отобранные в соответствии с государственными стандартами, техническими условиями и прошедшие приемо-сдаточные испытания.

**Типовые испытания** продукции проводят для оценки эффективности и целесообразности изменений, вносимых в конструкцию или технологический процесс. Испытаниям подвергают образцы выпускаемой продукции, в конструкцию или технологический процесс изготовления которых внесены изменения. Проводит эти испытания, как правило, изготовитель. Программу испытаний устанавливают в зависимости от характера внесенных изменений.

**Инспекционные испытания** проводят выборочно для контроля стабильности качества образцов готовой продукции и продукции, находящейся в эксплуатации. Их проводят специально уполномоченные организации (органы надзора, ведомственного контроля, организации, осуществляющие внешнеторговые операции и др.) в соответствии с нормативной документацией на эту продукцию по программе, установленной испытательной организацией или согласованной с ней.

**Сертификационным испытаниям** должны подвергаться серийные образцы изделий и образцы изделий, подготовленные к производству, для определения соответствия фактических значений показателей качества требованиям, установленным в национальных стандартах, технических условиях на конкретные изделия, международных стандартах, а также в другой нормативной документации, предусмотренной договорами о разработке и (или) поставке продукции, и решения вопроса выдачи сертификата соответствия.

**Подконтрольную эксплуатацию** проводят для подтверждения соответствия продукции требованиям нормативной документации в условиях ее применения, получения дополнительных сведений о надежности, рекомендаций по устранению недостатков, повышению эффективности применения, а также для получения данных, учитываемых при последующих разработках.

**Допускается совмещать** следующие категории испытаний:

- предварительные с доводочными;
- приемочные с приемосдаточными – для продукции единичного производства;
- приемочные с квалификационными – для приемочных испытаний головных или опытных образцов (опытных партий) с подготовленным технологическим процессом для серийного производства на этом этапе;
- периодические с типовыми – при согласии заказчика (основного потребителя), кроме продукции, подлежащей государственной приемке;
- сертификационные с приемочными, периодическими и квалификационными (при соблюдении определенных условий).

Цель совмещения испытаний – экономия средств и времени. Причем совмещенные испытания должны обеспечивать совокупность всех проверок, предусмотренных для отдельных категорий испытаний. По результатам совмещенных испытаний, как правило, оформляют общий документ, отнесенный к первой из указанных категорий испытаний. В необходимых случаях оформляют отдельные документы по каждой категории испытаний.

**Испытания проводятся на следующих уровнях:**

- государственном — для приемочных, квалификационных, инспекционных, сертификационных и периодических;
- межведомственным — для приемочных, квалификационных и инспекционных испытаний;
- ведомственном — для приемочных, квалификационных и инспекционных.

Испытания важнейших видов продукции производственно-технического назначения, проводимые в головных организациях по испытаниям именно этих видов продукции, называются **государственными**. Таким образом, наряду с приемочными испытаниями, т.е. испытаниями для выдачи разрешения на серийное производство, к государственным испытаниям могут относиться квалификационные, периодические, инспекционные и сертификационные.

**Межведомственные испытания** проводят, как правило, при приемочных испытаниях, когда в комиссии принимают участие представители нескольких министерств (ведомств).

**Ведомственные испытания** – это испытания, проводимые комиссией из представителей заинтересованного министерства (ведомства).

**По условиям и месту проведения** испытания могут быть:

- лабораторные – проводимые в лабораторных условиях;
- лабораторно-полевые – проводимые при специальных опытах в полевых условиях;
- стендовые – проводимые на испытательном оборудовании в испытательных или

научно-исследовательских подразделениях. Причем испытательное оборудование может серийно выпускаться, например вибрационные стенды для испытаний на вибрацию, ударные стенды и другие, а может специально создаваться (проектироваться и изготавливаться) в процессе создания нового изделия для проведения его испытания с целью получения каких-либо характеристик (показателей);

полигонные – проводимые на испытательном полигоне;

эксплуатационные — испытания в условиях, соответствующих условиям использования изделия по прямому назначению. Характеристики свойств изделия при натурных испытаниях определяются непосредственно, без использования аналитических зависимостей, отражающих физическую структуру объекта испытаний или его частей.

**По продолжительности, по временной полноте проведения**, испытания могут быть:

- нормальные, когда методы и условия проведения обеспечивают получение необходимого объема информации о характеристиках свойств продукции (объекта) в такой же интервал времени, как и в предусмотренных условиях эксплуатации;

- ускоренные, когда методы и условия проведения обеспечивают получение необходимой информации о характеристиках свойств объекта в более короткий срок, чем при нормальных испытаниях. Проведение ускоренных испытаний позволяет сокращать затраты средств и времени на создание продукции. Ускорение получения результатов испытаний может быть достигнуто за счет применения повышенных нагрузок и т.п.;

- сокращенные проводятся по сокращенной программе.

Испытания могут классифицироваться также как **специальные**, по определяемым характеристикам объекта, например:

- функциональные — проводимые с целью определения значений показателей назначения объекта;

- на надежность — проводимые для определения показателей надежности в заданных условиях;

- на устойчивость — проводимые для контроля способности изделия выполнять свои функции и сохранять значения параметров в пределах норм, установленных нормативной документацией во время воздействия на него определенных факторов (агрессивных сред, радиационных излучений и т.п.);

- на безопасность — проводимые с целью подтверждения, установления фактора безопасности для обслуживающего персонала или лиц, имеющих отношение к объекту испытаний.

## 2. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ИСПЫТАНИЙ

Правильность и надежность испытаний определяют следующие факторы:

- человеческий фактор;
- помещения и условия окружающей среды;
- методики испытаний и калибровки и оценка пригодности методик;
- оборудование;
- прослеживаемость измерений;
- отбор образцов;
- обращение с объектами испытаний и калибровки/

Персонал должен иметь компетентность при работе со специальным оборудованием, проведении испытания и оценке их результатов. За стажерами или студентами, принимающими участие в испытаниях должен быть обеспечен соответствующий надзор.

Специфические задачи следует поручать персоналу с учетом соответствующего образования, подготовки, опыта и проявляемого мастерства. В некоторых технических областях (например, в области неразрушающего контроля) может потребоваться, чтобы сотрудники, выполняющие задания, прошли сертификацию.

**Персонал**, ответственный за содержание протоколов испытаний, помимо соответствующей квалификации, подготовки, опыта и удовлетворительных знаний по проводимым испытаниям, должен также обладать:

- необходимым знанием технологии производства объектов испытаний, материалов, продукции или того, как они применяются или должны применяться, а также дефектов или возможных ухудшений качества при использовании или обслуживании;
- знанием основных требований, содержащихся в законодательстве и стандартах;
- пониманием значимости обнаруженных отклонений по сравнению с нормальным использованием соответствующих изделий, материалов, продукции и др.

**Помещения и условия окружающей среды.** Условия проведения испытаний, в частности источники энергии, освещение и окружающая среда, должны быть такими, чтобы обеспечивалось правильное проведение испытаний.

Условия окружающей среды не должны приводить к недостоверным результатам или не должны оказывать неблагоприятное воздействие на требуемое качество любого измерения. Особое внимание должно быть уделено тем случаям, когда отбор образцов и испытания проводятся не в стационарных помещениях лаборатории.

Технические требования к помещениям и условиям окружающей среды, которые могут оказать влияние на результаты испытаний, должны быть документированы.

Необходимо контролировать и регистрировать условия окружающей среды в соответствии с техническими требованиями, методиками и процедурами, если они влияют на качество результатов.

Особое внимание следует уделять, например, биологической стерильности, пыли, электромагнитным помехам, радиации, влажности, электроснабжению, температуре, уровню шума и вибрации применительно к соответствующей технической деятельности. Испытания должны быть прекращены, если условия окружающей среды подвергают опасности результаты испытаний.

Соседние участки, на которых проводятся несовместимые работы, должны быть надежно изолированы друг от друга. Должны быть приняты меры по предотвращению взаимного влияния.

Должны быть приняты меры по обеспечению порядка и чистоты в лаборатории. При необходимости должны быть разработаны специальные процедуры.

**Выбор методик.** Необходимо использовать методики испытаний, включая методы отбора образцов, которые пригодны для предпринимаемых испытаний.

Преимущественно следует использовать методики, приведенные в международных, ре-

гиональных (межгосударственных) или национальных стандартах.

Если заказчик не указал метод, который следует использовать, то лаборатория должна выбрать соответствующие методы, которые приведены в международных, региональных или национальных стандартах, рекомендованы авторитетными техническими организациями, описаны в соответствующих научных статьях или журналах или были рекомендованы изготовителем оборудования.

Разработанные или принятые лабораторией методики также могут быть использованы, если они пригодны и оценены. О выбранном методе следует уведомить заказчика. Лаборатория должна подтвердить, что она может правильно использовать стандартные методики, прежде чем приступить к испытаниям. Если стандартная методика меняется, то подтверждение следует повторить.

Лаборатория должна известить заказчика в случае, если предложенная им методика представляется непригодной или устаревшей.

**Методики, разработанные лабораторией.** Введение методик испытаний и калибровки, разработанных лабораторией для собственного использования, должно быть планируемым видом работы, поручаемым квалифицированному персоналу, располагающему необходимыми ресурсами.

Если необходимо использовать нестандартные методики, то они должны быть согласованы с заказчиком и содержать четкое описание требований заказчика и цели испытания. Перед использованием разработанная методика должна пройти оценку пригодности.

Что касается новых методик испытаний, то до проведения испытаний следует разработать процедуры, содержащие, как минимум, следующую информацию:

- соответствующую идентификацию;
- область распространения;
- описание типа объекта, подлежащего испытанию или калибровке;
- параметры или количественные показатели и диапазоны, подлежащие определению;
- аппаратуру и оборудование, включая требования к техническим характеристикам;
- требуемые исходные эталоны и стандартные образцы;
- требуемые условия окружающей среды и необходимый период стабилизации;
- описание процедуры, включая: прикрепление идентификационных знаков, обращение, перемещение, транспортирование, хранение и подготовку объекта; проверки, необходимые перед началом работ; проверки нормального функционирования и, при необходимости, калибровку и регулировку оборудования перед каждым его использованием; способ регистрации наблюдений и результатов; меры безопасности, которые следует соблюдать;
- критерии и/или требования для принятия или непринятия результата;
- регистрируемые данные, метод анализа и форму представления;
- неопределенность или процедуру оценки неопределенности.

**Оценка пригодности методик.** Оценка пригодности – это подтверждение путем исследования и предоставления объективных доказательств того, что конкретные требования к специфическому целевому использованию выполняются.

Лаборатория должна оценивать пригодность нестандартных методик, методик, созданных/разработанных лабораторией, стандартных методик, используемых за пределами целевой области распространения ее деятельности, а также расширений и модификаций стандартных методик для подтверждения того, что они подходят для целевого использования. Полнота этой оценки зависит от необходимости соответствовать потребностям данного применения или области применения.

Эффективность метода определяют одним из следующих способов или их сочетанием:

- калибровкой с использованием исходных эталонов и стандартных образцов;
- сравнением результатов, полученных с помощью других методов;
- межлабораторными сравнительными испытаниями;
- систематическим оцениванием факторов, оказывающих влияние на результат;

- оцениванием неопределенности результатов на основе научного осмысления теоретических принципов метода и практического опыта.

Если в оцененные на пригодность нестандартные методы/методики внесены изменения, то влияние этих изменений следует задокументировать и, если уместно, провести новую оценку.

Диапазон и точность оценок (таких как неопределенность результатов, предел обнаружения, избирательность метода, линейность, предел повторяемости и/или воспроизводимости, устойчивость к внешним воздействиям и/или чувствительность к влиянию матрицы пробы/объекта испытаний), получаемых методиками, пригодность которых подтверждена как соответствующих назначению, должны удовлетворять потребностям заказчиков.

Оценка пригодности – это всегда компромисс между затратами, риском и техническими возможностями. Известно много случаев, когда диапазон определения и неопределенность значений (например, точности, предела обнаружения, избирательности, линейности, повторяемости, воспроизводимости, устойчивости, чувствительности к влияниям) были даны только в упрощенном виде из-за недостатка информации.

**Оценка неопределенности измерений.** Испытательные лаборатории должны иметь и применять процедуры оценки неопределенности измерений. В некоторых случаях характер метода испытаний может помешать тщательному, обоснованному с точки зрения метрологии и статистики расчету неопределенности измерения. В подобных случаях лаборатория должна, по крайней мере, попытаться идентифицировать все составляющие неопределенности и провести ее разумную оценку, а также принять меры, чтобы форма представления результатов не создавала ложного представления о неопределенности.

Разумная оценка должна основываться на знании сущности метода, области измерений и учитывать имеющийся опыт и данные оценки пригодности.

Степень необходимой тщательности при оценке неопределенности измерений зависит от следующих факторов:

- требования методики испытаний;
- требования заказчика;
- наличия узких пределов, на которых основываются решения о соответствии нормативной и технической документации.

Если широко признанный метод испытаний устанавливает пределы значений основных источников неопределенности измерения и форму представления вычисленных результатов, то считается, что лаборатория соответствует требованиям настоящего подпункта, следуя методике испытаний и инструкциям по представлению результатов.

При оценке неопределенности измерения все составляющие неопределенности, являющиеся существенными в данной ситуации, должны быть приняты во внимание при помощи соответствующих методов анализа.

Источниками неопределенности могут являться, не ограничиваясь этим, исходные эталоны и стандартные образцы, применяемые методики и оборудование, окружающая среда, свойства и состояние объекта испытания или калибровки, а также оператор.

Прогнозируемое длительное поведение объекта испытания или калибровки, как правило, не принимают в расчет при оценке неопределенности измерений.

**Управление данными.** Расчеты и передачи данных следует систематически проверять. Если используют компьютеры или автоматизированное оборудование для сбора, обработки, регистрации, отчетности, хранения или поиска данных испытаний и калибровки, то лаборатория должна гарантировать, что:

- разработанное пользователем компьютерное программное обеспечение достаточно подробно задокументировано и должным образом оценено как пригодное для применения;
- разработаны и внедрены процедуры защиты данных; эти процедуры должны включать в себя, но не ограничиваться этим, целостность и конфиденциальность ввода или сбора данных, хранения данных, передачи данных и обработки данных;

- для должного функционирования обеспечен технический уход за компьютерами и автоматизированным оборудованием и для них созданы соответствующие условия окружающей среды и выполнены работы, необходимые для поддержания точности данных испытаний и калибровки.

Коммерческое готовое программное обеспечение (например, обработка тестов, база данных и статистические программы), обычно используемое в обозначенных рамках его применения, может считаться достаточно оцененным. Однако конфигурацию/модификацию программного обеспечения, используемого в лаборатории, следует оценить.

**Оборудование.** Лаборатория должна располагать оборудованием всех видов для отбора образцов, измерений и испытаний, требуемым для правильного проведения испытаний (включая отбор проб, подготовку объектов испытаний и/или калибровки, обработку и анализ данных испытаний).

Оборудование и его программное обеспечение, используемые для проведения испытаний, калибровки и отбора образцов, должны обеспечивать требуемую точность и соответствовать техническим требованиям, предъявляемым к данным испытаниям и/или калибровке. Программы калибровки должны быть утверждены для основных параметров или характеристик средств измерений, если эти характеристики оказывают значительное влияние на результаты. До ввода в эксплуатацию оборудование (включая оборудование для отбора образцов) должно быть калибровано и/или проверено на соответствие техническим требованиям, действующим в лаборатории, и требованиям стандартов.

Каждая единица оборудования и ее программное обеспечение, используемые при проведении испытаний и калибровки и оказывающие влияние на результат, должны, если это практически осуществимо, быть однозначно идентифицированы.

Каждая единица оборудования и ее программное обеспечение, существенные для проведения испытаний и/или калибровки, должны быть зарегистрированы. Записи должны включать в себя:

- идентификацию каждой единицы оборудования и ее программного обеспечения;
- наименование изготовителя, идентификацию типа, серийный номер или другую уникальную идентификацию;
- результаты проверок соответствия оборудования нормативным документам и технической документации;
- местонахождение на данный момент (если уместно);
- инструкции изготовителя (при их наличии) или данные о месте их нахождения;
- даты, результаты и копии всех протоколов, сертификатов о калибровке, свидетельств о регулировках, критерии приемки и планируемую дату очередной калибровки;
- описание любых повреждений, неисправностей, модификаций или ремонта оборудования.

Если оборудование было подвергнуто перегрузке или неправильному обращению, показало сомнительные результаты, оказалось с дефектами или его параметры выходили за установленные пределы, то оно должно быть выведено из эксплуатации. Оборудование необходимо изолировать, чтобы предотвратить его использование, или четко указать на ярлыке или в маркировке, что оно непригодно к использованию до тех пор, пока не будет отремонтировано, калибровано или испытано на предмет правильного функционирования. В лаборатории должны быть изучены последствия дефекта или отклонения от установленных на предыдущих испытаниях.

Если необходимы промежуточные проверки с целью сохранения уверенности в статусе калибровки оборудования, то эти проверки следует проводить в соответствии с установленной процедурой.

Если при калибровке требуется введение ряда корректировочных коэффициентов, то лаборатория должна располагать процедурами, обеспечивающими надлежащую актуализацию их копий (например, в программном обеспечении компьютера).

Регулировка испытательного и калибровочного оборудования, включая аппаратные средства и программное обеспечение, которые могут сделать недействительными результаты испытаний и/или калибровки, должна быть исключена.

**Прослеживаемость измерений.** Все средства измерений, используемые для испытаний, включая средства для вспомогательных измерений (например, для контроля параметров окружающей среды), имеющих значительное влияние на точность и достоверность результатов испытания или отбора образцов, должны быть калиброваны перед вводом в эксплуатацию.

Промежуточные проверки, необходимые для поддержания доверия к калибровочному статусу исходных, первичных эталонов, эталонов сравнения или рабочих эталонов и аттестованных стандартных образцов, должны проводиться в соответствии с определенными процедурами и графиками.

**Отбор образцов.** Лаборатория должна иметь как план, так и процедуры отбора образцов, если лаборатория проводит отбор образцов веществ, материалов или продукции для последующего испытания или калибровки. План и процедура отбора образцов должны быть в наличии на месте проведения отбора образцов. Планы отбора образцов должны, когда это целесообразно, основываться на статистических методах. В процессе проведения отбора образцов необходимо учитывать факторы, которые должны контролироваться, с тем чтобы обеспечить достоверность результатов испытаний.

Отбор образцов представляет собой определенную процедуру, посредством которой берется часть вещества, материала или продукции с целью проведения испытания или калибровки представительного образца целого. Необходимость отбора образцов может быть указана в соответствующих нормативных документах и технической документации, согласно которым проводится испытание вещества, материала или продукции. В некоторых случаях образец может не быть представительным, а определяться фактором наличия.

В процедурах отбора образцов следует описывать выбор, план отбора, извлечение и подготовку образца или образцов из вещества, материала или продукции для получения требуемой информации.

В лаборатории должны быть процедуры регистрации соответствующих данных и операций, имеющих отношение к отбору образцов, которые составляют часть проводимых испытаний или калибровки. Эти записи должны включать в себя используемую процедуру отбора образцов, идентификацию специалиста, проводящего отбор образцов, условия окружающей среды (при необходимости), а также диаграммы или другие эквивалентные средства для необходимой идентификации места отбора образцов и, если необходимо, статистические данные, на которых основываются процедуры отбора образцов.

**Обращение с объектами испытаний.** В лаборатории должны быть процедуры транспортирования, получения, обращения, защиты, хранения, сохранности и/или удаления объектов испытаний, включая положения, необходимые для защиты целостности объекта испытания и защиты интересов лаборатории и заказчика.

В лаборатории должна быть система идентификации объектов испытаний. Идентификация должна сохраняться на протяжении всего пребывания объекта в лаборатории. Система должна быть спроектирована и действовать таким образом, чтобы не допустить путаницы объектов физически или при ссылках на них в протоколах или других документах. Если необходимо, система должна предусматривать разбивку объектов на группы и перемещение объектов внутри лаборатории или из нее.

При получении объектов для испытаний аномалии и отклонения от нормальных или заданных условий, указанных в методике испытания или калибровки, должны быть зарегистрированы. Если есть сомнения относительно пригодности объекта для испытаний или калибровки или если он не соответствует предоставленному описанию, или требуемые испытания или калибровка не описаны достаточно подробно, лаборатория должна проконсультироваться с заказчиком с целью получения дальнейших инструкций до начала испытаний или

калибровки и запротоколировать ход обсуждений.

В лаборатории должны быть предусмотрены процедуры и соответствующие возможности, чтобы избежать ухудшения характеристик, потери или повреждений объектов испытаний во время их хранения, обращения и подготовки. Инструкции по обращению, прилагаемые к объекту, должны выполняться. Если объекты должны храниться или выдерживаться при определенных условиях окружающей среды, то эти условия должны поддерживаться, контролироваться и регистрироваться. Если объект испытаний или его часть должны быть сохранены, в лаборатории должны быть созданы условия для их хранения и обеспечения их сохранности, которые защищают состояние и целостность объектов или их соответствующих частей.

Если объекты испытаний подлежат возврату в эксплуатацию после испытаний, то требуется особая осторожность, чтобы их не повредить или не испортить при обращении, проведении испытаний или в процессе хранения/ожидания.

Безопасное хранение объектов испытаний может требоваться по различным причинам: это могут быть требования к протоколированию, обеспечению сохранности, ценности объекта, а также обеспечению возможности проведения дополнительных испытаний в последующий период.

**Обеспечение качества результатов испытаний.** Полученные данные должны регистрироваться так, чтобы можно было выявить тенденции, и там, где это рационально, должны применяться статистические методы для анализа результатов. Этот контроль должен планироваться и анализироваться и может включать в себя (но не ограничиваться):

- регулярное использование аттестованных стандартных образцов и/или внутренний контроль качества с использованием стандартных образцов;
- участие в межлабораторных сравнительных испытаниях;
- дублирование испытаний с использованием тех же или других методов;
- повторные испытания сохраняемых объектов;
- корреляцию результатов на разные характеристики объекта.

Данные контроля качества должны анализироваться. При выявлении случаев отклонения от заранее установленного значения (критерия) должны быть предприняты спланированные действия для решения проблемы и предупреждения опубликования неправильных результатов.

**Отчетность о результатах.** Результаты оформляют протоколом испытаний, в котором указывают всю необходимую для толкования результатов испытаний информацию, а также всю информацию, требуемую для используемой методики. Протоколы испытаний могут быть на бумажных или электронных носителях.

Каждый протокол испытаний должен содержать, по крайней мере, следующую информацию (если лаборатория не имеет обоснованных причин не указывать ту или иную информацию):

- наименование документа (например, "Протокол испытаний");
- наименование и адрес лаборатории, а также место проведения испытаний, если оно не находится по адресу лаборатории;
- уникальную идентификацию протокола испытаний (например, серийный номер), а также идентификацию на каждой странице, чтобы обеспечить признание страницы как части протокола испытаний и, кроме того, четкую идентификацию конца протокола испытаний;
- наименование и адрес заказчика;
- идентификацию используемого метода/методики;
- описание, состояние и однозначную идентификацию объекта (объектов) испытаний;
- дату получения объекта (объектов), подлежащего(их) испытаниям, если это существенно для достоверности и применения результатов, а также дату(ы) проведения испытаний;
- ссылку на план и методы отбора образцов, используемые лабораторией или другими

органами, если они имеют отношение к достоверности и применению результатов;

- результаты испытаний с указанием (при необходимости) единиц измерений;
- имя, должность и подпись или эквивалентную идентификацию лица (лиц), утвердившего(их) протокол испытаний;
- при необходимости указание на то, что результаты относятся только к объектам (образцам), прошедшим испытания или калибровку.

В дополнение к требованиям, перечисленным ранее, протоколы испытаний должны, если это необходимо для толкования результатов испытаний, включать в себя:

- отклонения, дополнения или исключения, относящиеся к методике испытаний, а также информацию о специальных условиях испытаний, таких как условия окружающей среды;
- при необходимости указание на соответствие/несоответствие требованиям и/или техническим условиям;
- при необходимости указание на оцененную неопределенность измерений; информация о неопределенности должна присутствовать в протоколах испытаний, если она имеет отношение к достоверности или применению результатов испытаний, если этого требует инструкция заказчика или неопределенность влияет на соответствие заданному пределу;
- если это уместно и необходимо, мнения и толкования;
- дополнительную информацию, которая может быть востребована специальными методиками испытаний, заказчиками или группами заказчиков.

Протоколы испытаний, содержащие результаты отбора образцов, должны включать в себя, если это необходимо для толкования результатов испытаний, следующее:

- дату отбора образцов;
- однозначную идентификацию вещества, материала или продукции, образцы которых отбирались (включая, при необходимости, наименование производителя, обозначение модели или типа и серийные номера);
- место, где проводился отбор проб, включая любые графики, эскизы или фотографии;
- ссылку на используемые план и процедуры отбора образцов;
- подробное описание условий окружающей среды во время проведения отбора образцов, которые могут повлиять на истолкование результатов испытаний;
- ссылку на любой стандарт или другие нормативные документы и техническую документацию, касающиеся метода или процедуры отбора образцов, а также отклонения, дополнения или исключения из соответствующих нормативных документов и технической документации.

Если в протокол включены мнения и толкования, лаборатория должна задокументировать основания, на которых они построены. Мнения и толкования должны быть четко выделены в протоколе.

Мнения и толкования, содержащиеся в протоколе испытаний, могут, в частности, касаться:

- мнения о соответствии/несоответствии результатов требованиям;
- выполнения требований, включенных в контракт;
- рекомендаций по использованию результатов;
- инструкций по улучшению.

Во многих случаях может оказаться уместным обсудить мнения и толкования непосредственно с заказчиком. Такие обсуждения должны протоколироваться.

Если протокол испытаний содержит результаты испытаний, проведенных субподрядчиками, они должны быть четко идентифицированы. Субподрядчик должен представить протокол в письменном виде или с помощью электронных средств.

**Государственное учреждение «Белорусская машиноиспытательная станция».** Основным видом деятельности ГУ «Белорусская МИС» является проведение государственных испытаний сельскохозяйственной техники на предмет ее соответствия отечественным и международным стандартам, иным техническим нормативным правовым актам в целях

предотвращения поступления потребителю технически несовершенной, конструктивно недоработанной техники, а также проверка соответствия сельскохозяйственной техники показателям назначения, требованиям обеспечения безопасности жизни и здоровья потребителя, окружающей среды, предотвращения причинения вреда имуществу потребителя.

По структурной подчиненности и финансовому обеспечению Белорусская МИС является независимой (от разработчиков и изготовителей техники) в юридическом и финансовом отношении организацией. В целом МИС имеет должную материально-техническую базу, организационно-функциональную структуру, актуализированный фонд нормативной документации, штат квалифицированных специалистов, обладающих опытом практической работы по испытаниям сельскохозяйственной техники.

ГУ БелМИС как испытательный центр проводит приемочные и периодические испытания сельскохозяйственной техники на основании годовых планов (заданий), утвержденных Министерством сельского хозяйства и продовольствия.

Такие планы составляются на основании предложений организаций-разработчиков и изготовителей техники. Изготовитель (разработчик) должен представить изделие на государственные испытания в срок, предусмотренный планом испытаний, с документацией в соответствии с РД 10.2.1. Количество образцов изделий, представляемых на испытания, устанавливается планом испытаний.

ГУ БелМИС может проводить кроме приемочных и периодических и другие виды испытаний по закрепленной номенклатуре — типовые, функциональные, специальные и др. — по договоренности с разработчиком или изготовителем изделий.

Государственные испытания сельскохозяйственной техники проводят по рабочим программам и методикам, которые составляют специалисты испытательного центра на основании типовых методик. Типовая методика испытаний разрабатывается для групп однородной продукции и содержит общие для нее методы и требования к проведению испытаний. Методики, изложенные в государственных и отраслевых стандартах, руководящих технических материалах на программы и методы испытаний изделий, также являются типовыми.

Типовая программа государственных испытаний включает следующие виды оценок:

- определение и оценка параметров конструкций изделия (методом технической экспертизы: начальной, текущей, заключительной; проведением специальных опытов);
- оценка безопасности и эргономичности;
- оценка качества выполнения машиной технологического процесса (методами агротехнической, зоотехнической, технологической и других оценок);
- энергетическая оценка;
- эксплуатационно-технологическая оценка;
- оценка технической надежности;
- экономическая оценка.

В Белорусской МИС разрабатываются методы экологической оценки машин, т.е. выявление их влияния на окружающую среду.

Для испытаний конкретного изделия на основании типовой программы и методики составляют рабочую программу и методику испытаний, которые согласовывают с представителем предприятия-изготовителя и (или) разработчика и утверждает руководитель государственного испытательного центра.

В рабочей программе и методике указывают с учетом особенностей испытываемого изделия перечень определяемых при испытаниях показателей, режимы, условия и места испытаний, наименование применяемых приборов и оборудования, порядок проведения испытаний, обеспечивающих необходимую точность, достоверность и воспроизводимость результатов испытаний. В рабочую программу и методику включают показатели, предусмотренные ТЗ или ТУ и другой нормативной документацией, в зависимости от целей и задач испытаний и указывают типовую методику, в которой изложена рабочая методика определения показателя.

В случае, если перечень показателей, представленных в технической документации, недостаточен для всесторонней оценки качества изделия и принятия решения по результатам испытаний, то рабочую методику дополняют необходимыми показателями в зависимости от назначения и принципа действия изделия.

**Государственные испытания** изделий проводят в условиях, наиболее полно отражающих особенности региона применения изделия. Значение показателей условий испытаний региона должно находиться в пределах значений, оговоренных технической документацией на изделие. В случае, если изделие предназначено для различных условий эксплуатации, его испытания планируют в нескольких зональных условиях при значениях характеристик условий, достаточных для принятия решения о применимости изделия для региона деятельности испытательного центра.

Для сравнения характеристик свойств нескольких вновь разработанных изделий, аналогичных по назначению, проводят **сравнительные испытания**.

Сравнительным испытаниям подвергают и импортные образцы изделий. В этом случае в качестве аналога принимают лучшие отечественные образцы.

При проведении государственных сравнительных испытаний для получения достоверных результатов показатели условий испытаний должны быть сопоставимыми для испытываемых и сравниваемых изделий и соответствовать требованиям ТЗ (ТУ) и (или) эксплуатационной документации на данный вид изделий. Условия, при которых проводят испытания, указываются в рабочей программе и методике.

При приемке изделия на испытания и подготовке его к опытам должен соблюдаться установленный в испытательном центре регламент. При поступлении изделия на испытания проверяют комплектность его поставки в соответствии с технической документацией. Дату проверки комплектности считают датой поступления изделия на испытания.

По результатам проведенных работ составляют **акт приемки образца изделия** на испытания по РД 10.2.1. Составляют и утверждают рабочую программу и методику испытаний изделия по форме, приведенной в форме 2.1. Проводят подготовку и проверку необходимых средств измерений и испытаний: средства измерений — по ГОСТ 8.513 и ГОСТ 8.326, испытательное оборудование должно быть аттестовано по ГОСТ 24555.

Обязательным условием при проведении испытаний является обеспечение технической исправности испытываемой и сравниваемой машины, а также выполнение технических и технологических регулировок, предусмотренных инструкцией по эксплуатации.

Составлению рабочей программы и методики испытаний сопутствует изучение конструктивных особенностей подлежащей испытаниям машины, подбор и изучение нормативной документации на методы испытаний; подбор аналога для сравнения; обоснование и выбор определяемых показателей, режимов и условий испытаний; подбор приборов и испытательного оборудования с требуемой точностью измерений.

Процесс испытаний сельскохозяйственной техники выполняется в соответствии с утвержденной рабочей программой и методикой, с применением аттестованного испытательного оборудования и средств измерений, силами квалифицированного персонала, по актуализированной методической и нормативной документации. Результаты измерений заносят в ведомости, журналы, акты первичного учета. Данные наблюдений обрабатываются в соответствии с методами математической статистики, анализируются и используются для составления протокола испытаний по установленной форме.

**Протокол испытаний** является научным отчетом и содержит, в частности:

- характеристику и описание испытываемого образца техники;
- дату получения образца, даты и место проведения испытаний;
- обозначение стандартов и другой нормативной документации на проведение испытаний;
- сведения о средствах измерений и испытательном оборудовании;
- результаты измерений, наблюдений при испытаниях по всем видам оценок, под-

тверждаемые таблицами, графиками, чертежами и фотографиями, в случае необходимости зарегистрированные отказы;

- анализ конструкции объекта испытаний;
- заключение по результатам испытаний;
- выводы и предложения.

Протокол испытаний подписывают руководство МИС, ответственные исполнители по испытаниям со стороны машиноиспытательной станции и организации, представившей изделие на испытания. В дальнейшем протокол испытаний используется приемочной комиссией при выработке решения о постановке изделия на производство, а также в качестве первичного материала при подготовке конструкторских и технологических мероприятий по совершенствованию испытанного изделия.

### 3. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Существует ряд определений термина «качество продукции».

**1. Качество продукции** – совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности.

**2. Качество продукции** – это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением.

Из приведенных формулировок следует, что качество можно оценить через количественное измерение реальных свойств продукции и количественную оценку тех потребностей, которым эти свойства должны удовлетворять.

Проблема адекватной количественной оценки качества продукции осложнена установлением единой численной характеристики и всех свойств предполагаемых потребностей. Кроме того, показатели свойств оцениваемой продукции должны быть сведены к обобщенному показателю качества данной продукции.

Второй по значимости категорией квалиметрии является понятие о потребностях людей в определенном качестве продукции и о количественной оценке этих потребностей.

**Потребность** – это осознанная необходимость, которая носит в основном объективный характер и зависит от уровня материальной и духовной жизни людей.

Способность продукции удовлетворять конкретные потребности характеризуется ее **полезностью**. Полезность, в свою очередь, оценивается потребительской стоимостью, обусловленной уровнем потребительских свойств. А совокупность основных потребительских свойств составляет качество продукции.

Следовательно, потребность взаимосвязана с качеством через назначение, полезность, потребительские свойства и потребительскую стоимость продукции.

Система оценки качества продукции должна наиболее полно соответствовать особенностям отношений между производителями и потребителями. Для этого предполагается решение следующих задач:

1 Объективной оценки качества продукции на различных этапах взаимодействия разработчиков, изготовителей и потребителей с учетом взаимосвязи качества, количества и цены потребления.

2 Достаточного полного выявления свойств и показателей, характеризующих качество продукции, а также объективного отражения их в нормативно-технических документах на продукцию.

3 Оперативного получения всех необходимых объективных данных о качестве продукции, ее техническом уровне и конкурентоспособности на любом этапе жизненного цикла продукции.

При этом управление качеством имеет тесно связанные направления: стандартизация, сертификация, квалиметрия.

Взаимосвязь этих направлений представлена на рисунке 1.1.

Для управления качеством продукции его повышением необходимо оценить **уровень качества**.

Область деятельности, связанная с количественной оценкой качества продукции называется квалиметрией (от латинского *quails* – какого качества и греческого *metrio* – измеряю). В связи с большой сферой применения квалиметрии ее считают дисциплиной, изучающей проблему оценки качества любых объектов – предметов и процессов. В повышении качества продукции определяющая роль принадлежит стандартизации.

**Стандартизация** – деятельность по установлению в нормативных документах определенных требований (норм, правил и характеристик). Устанавливаемые требования должны быть направлены на обеспечение:

- безопасности продукции, работ и услуг для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;
- взаимозаменяемости продукции;
- качества продукции, работ и услуг в соответствии с уровнем развития науки, техники и технологии;
- единства измерений;
- экономии всех видов ресурсов.

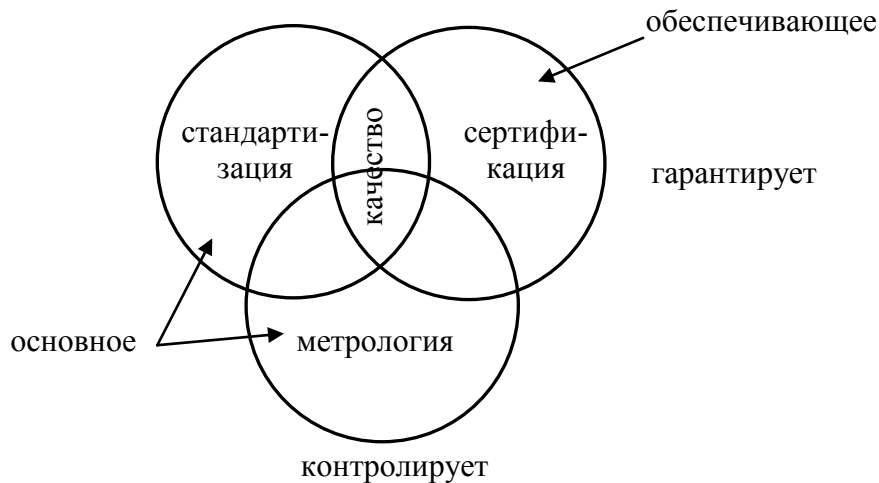


Рис. 1.1. Система оценки качества в задачах управления

Стандарт регламентирует показатели качества выпускаемой и разрабатываемой продукции, устанавливает комплекс норм, правил, требований к конструкторской и технологической документации, технологическому оснащению и оборудованию, способствует повышению уровня унификации, взаимозаменяемости, развитию автоматизации производственных процессов, росту эффективности эксплуатации и ремонта изделий.

Огромная роль в безусловном обеспечении заданного уровня качества продукции в машиностроении, принадлежит метрологии.

**Метрология** – это наука об измерениях, методах достижения их единства и требуемой точности. Совершенствование средств и техники измерения во многом определяет уровень и эффективность промышленного производства, качества технических устройств.

Важным направлением работ по повышению технического уровня и качества продукции, обеспечению ее конкурентоспособности на внешнем рынке является сертификация.

**Сертификация** – система действий, подтверждающих соответствие фактических характеристик продукции требованиям стандартов или иных документов, которые приняты в той или иной стране, в международных организациях. При этом результаты стандартизации по отношению к сертификации первичны.

Таким образом, стандартизация, метрология и сертификация являются инструментами обеспечения качества продукции.

Поэтому овладение методами обеспечения качества и оценкой технического уровня продукции, базирующимися на триаде – стандартизация, метрология и сертификация, является одним из главных условий выхода продукции на рынок с конкурентоспособной продукцией.

Для оценки технического уровня и качества продукции (машин и других изделий) нужна четкая система показателей и методов их определения.

Научная и практическая область, в рамках которой занимаются разработкой теоретических основ и методов количественной оценки качества продукции называется квалиметрией.

**Квалиметрия** – (от латинского *quails* – какой, какого качества и древнегреческого *metrio* – мерить, измерять) – научная область, объединяющая методы количественной оценки качества различных объектов. Квалиметрия подразделяется на теоретическую и прикладную.

Теоретическая квалиметрия, абстрагируясь от конкретных объектов, обосновывает и разрабатывает принципы и общие методы количественной оценки качества.

Основная задача прикладной квалиметрии – разработка методов количественной оценки качества, учитывающих специфику конкретных видов продукции.

Основные задачи квалиметрии:

- обоснование номенклатуры показателей качества,
- разработка методов определения показателей объектов и их оптимизации,
- оптимизация типоразмеров и параметрических рядов изделий,
- разработка принципов построения обобщенных показателей качества и обоснование условий их использования в задачах стандартизации и управления качеством.

У квалиметрии, как и у всякой научной дисциплины, есть свои **методологические принципы**, содержание которых состоит в нижеследующем:

1. Задача квалиметрии – разрабатывать такие методы, приемы и средства оценивания качества продукции, которые учитывают общественные интересы, т.е. интересы потребителей и производителей.

2. Приоритет в выборе определяющих показателей для оценки качества продукции всегда на стороне потребителя.

3. Квалиметрическая оценка качества продукции не может быть получена без наличия эталона для сравнения – без базовых значений показателей определяющих свойств и качества в целом.

4. Показатель любого уровня обобщения, кроме самого нижнего (исходного) уровня, предопределяется соответствующими показателями предшествующего иерархического уровня – (критерий оценки).

5. При использовании метода комплексной оценки качества продукции все разноразмерные показатели свойств должны быть преобразованы и приведены к одной размерности или выражены в безразмерных единицах измерения.

6. При определении комплексного показателя качества каждый показатель отдельного свойства должен быть скорректирован коэффициентом его весомости (значимости).

7. Сумма численных значений коэффициентов весомостей всех показателей качества на любых иерархических ступенях оценки имеет одинаковое значение (в долях от единицы или по определенной балльной шкале).

8. Качество целого объекта (в частности, продукции или процесса) обусловлено качеством его составных частей.

**Основные положения квалиметрии:**

1. Продукт труда характеризуется отдельными свойствами – объективными особенностями продукции, которые могут проявляться при ее создании или эксплуатации. Эти свойства могут быть сложными и простыми.

2. Качество продукции – это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением.

3. Пригодность к использованию продукта оценивается с точки зрения интересов общества (потребителя).

4. Качество представляется в виде иерархической структуры (дерева свойств), на самом высоком уровне которой находится качество, а на самом низком – простые свойства.

5. Отдельные свойства могут быть измерены в определенных единицах измерения. В результате такого измерения определяются абсолютные значения показателей качества.

6. Измерение – это установление абсолютных значений показателей качества может производиться:

- на основе физических экспериментов – методами метрологии (измерение геометрических размеров, массы, твердости, электропроводности и т.д.);

- на основе психологических экспериментов – методами экспериментальной психологии (экспертное измерение эстетических и эргономических свойств – вкуса, запаха, цвета);

- на основе построения аналитических моделей функционирования объекта – методами определения эффективности, разработанными в теоретических и экономических науках.

7. Кроме абсолютного значения показателя каждое свойство может характеризоваться и относительным значением показателя, выявляющим степень его пригодности для использования по назначению с аналогичным показателем другого продукта. Этот относительный показатель определяется сопоставлением значения показателя с базовым значением показателя, отражающим изменяющийся во времени уровень общественной потребности.

8. Наряду с абсолютным и относительными значениями показателя, каждое свойство характеризуется также своей весомостью (значимостью, важностью) среди всех остальных свойств. Показатель качества характеризуется коэффициентом весомости, который является количественной характеристикой значимости данного показателя качества продукции среди других показателей ее качества.

9. Количественной характеристикой качества является уровень качества продукции, основанный на сравнении значений показателей качества оцениваемой продукции с базовыми значениями соответствующих показателей.

**Основными понятиями квалиметрии являются:**

1. *Качество продукции* – совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением.

2. *Свойство продукции* – объективная особенность продукции, которая может проявляться при ее создании, эксплуатации или потреблении.

Качеством машины называют совокупность свойств, обуславливающих пригодность машины выполнять указанные функции в заданном диапазоне изменения условий эксплуатации. Качество машины принято характеризовать системой показателей, устанавливаемых действующими стандартами.

3. *Уровень качества* – это относительная характеристика качества продукции, основанная на сравнении значений показателей качества оцениваемой продукции с базовыми значениями соответствующих показателей.

4. *Технический уровень продукции* – относительная характеристика качества продукции, основанная на сопоставлении значений показателей, характеризующих техническое совершенство оцениваемой продукции с базовыми значениями соответствующих показателей. Следовательно, понятие «технический уровень» продукции – это то же, что и «уровень качества», но применяемое к техническим изделиям.

При определении численного значения технического уровня учитывают совокупность технических, технологических, эксплуатационных, экономических, экологических и других показателей качества, выражающих степень совершенства продукции и ее соответствия требованиям потребителей (потребностям).

Технический уровень (мощность, КПД, производительность, точность работы, степень автоматизации, экономичность и др.) определяет степень совершенства машины.

5. *Техническое совершенство продукции* – совокупность наиболее существенных свойств продукции, определяющих ее качество и характеризующих научно-технические достижения в развитии данного вида продукции.

6. *Оценка уровня качества продукции* – совокупность операций, включающая выбор номенклатуры показателей качества оцениваемой продукции, определение значений этих показателей и сопоставление их с базовыми.

7. *Оценка технического уровня продукции* – совокупность операций, включающая выбор номенклатуры показателей, характеризующих техническое совершенство оцениваемой продукции, определение значений этих показателей и сопоставление их с базовыми.

Осмысление приведенных исходных терминов и их определений позволяет убедиться в том, что оценка технического уровня машин – это подробная количественная оценка их качества. Методы оценки качества продукции и определения численных значений параметров качества основаны на законах квалиметрии.

8. *Базовые образцы* – образцы продукции, представляющие передовые научно-технические достижения в развитии данного вида продукции.

9. *Вид продукции* – совокупность образцов продукции одного назначения и области применения.

10. *Показатель качества продукции* – количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, входящих в ее качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям ее создания и эксплуатации или потребления.

11. *Единичный показатель качества* – характеризует одно из свойств продукции.

12. *Комплексный показатель качества продукции* – показатель качества продукции, характеризующий несколько ее свойств.

13. *Коэффициент весомости показателя качества продукции* – количественная характеристика значимости данного показателя качества продукции среди других показателей ее качества.

14. *Обобщенный показатель качества* – это комплексный среднеарифметический или среднегеометрический показатель, характеризующий несколько близких по значимости (весомости) свойств (параметров).

15. *Средний взвешенный арифметический показатель качества* – суммарный комплексный показатель, учитывающий весомость каждого из единичных (абсолютных или удельных) показателей свойств.

16. *Средний взвешенный геометрический показатель* – комплексный показатель нескольких существенных свойств продукции, учитывающий взаимовлияние параметров весомости всех входящих в него единичных (абсолютных или удельных) показателей.

17. *Определяющий показатель качества продукции* – показатель, по которому принимают решение об оценке ее качества.

18. *Интегральный показатель качества продукции* – отношение суммарного показателя эффекта от эксплуатации или потребления продукции к суммарным затратам на ее создание и эксплуатацию или потребление.

19. *Базовое значение показателя качества продукции* – значение показателя качества продукции, принятое за основу при сравнительной оценке ее качества.

20. *Относительное значение показателя качества* – отношение значения показателя качества оцениваемой продукции к базовому значению этого показателя.

21. *Индекс качества продукции* – комплексный показатель качества разнородной продукции, выпущенной за рассматриваемый интервал времени, равный среднему взвешенному относительных значений показателей качества этой продукции.

22. *Регламентированное значение показателя качества продукции* – установленное нормативной документацией.

23. *Номинальное значение показателя качества* – регламентированное значение показателя качества, от которого отсчитывается допустимое отклонение.

24. *Предельное значение показателя качества* – наибольшее или наименьшее регламентированное значение показателя качества продукции.

25. *Допускаемое отклонение показателя качества продукции* – отклонение фактического значения показателя качества продукции от номинального значения, находящееся в пределах, установленных нормативной документацией.

26. *Оптимальное значение показателя качества* – значение показателя качества продукции, при котором достигается либо наибольший эффект от эксплуатации или потребления продукции при заданных затратах на ее создание и эксплуатацию или потребление, либо заданный эффект при наименьших затратах, ибо наибольшее отношение эффекта к затратам.

27. *Сертификация продукции* – это разновидность оценки качества продукции, состоящая в определении соответствия данной продукции установленным требованиям конкретного стандарта или другого нормативного документа, что продукция удовлетворяет (или не удовлетворяет) официально установленным требованиям. При сертификации не определяют количественно уровень качества продукции или, в частности, технический уровень промышленных изделий, а только подтверждают, что качество данного образца, не хуже предусмотренного действующей нормативной документацией.

#### **Выбор базовых образцов и определение базовых показателей качества.**

Одной из основных операций процедуры оценки технического уровня промышленной продукции является определение и принятие, т.е. установление в качестве образцовых, численных значений показателей качества образца техники, принимаемого за эталон и соответствующего лучшим научно-техническим достижениям на данный период времени. Эту операцию называют **установлением базового образца**. Однако заметим, что часто при оценке технического уровня изделия его показатели качества сопоставляют с показателями не одного, а нескольких высококачественных и аналогичных изделий, принятых за базовые (эталонные).

Оценку технического уровня промышленных изделий осуществляют для последующего принятия научно-технических, производственно-технологических, организационных, коммерческих и других управленческих решений в отношении качества рассматриваемой техники на всех этапах ее жизненного цикла. Поэтому в зависимости от конкретной цели оценки технического уровня промышленной продукции, устанавливаются для сопоставления различные типы базовых образцов.

Одной из процедуры оценки технического уровня является определение и принятие в качестве образцовых, численных значений показателей качества образца техники, принимаемого за эталон и соответствующего лучшим научно-техническим достижениям на данный момент времени.

Эта процедура называется установление базового образца.

В зависимости от конкретной цели оценки различают 3-х вида базовых образцов:

- базовые образцы, отражающие перспективные требования, установленные на определенный будущий период – используются для оценки ТУ при планировании, разработке перспективной новой промышленной продукции. Это есть модель, образ продукции на будущий период;

- базовые образцы, отражающие высший мировой уровень на настоящий период времени (лучшие реальные образцы). Применяется для оценки технического уровня продукции при постановке ее на производство и при модернизации, а также при аттестации продукции;

- базовые образцы отечественного производства, отражающие наиболее высокие научно-технические достижения и соответствующие потребностям и возможностям народного хозяйства. Устанавливается, если нет зарубежного аналога, а также для оценки производственной возможности предприятия.

Очевидно, что первый тип перспективных базовых образцов – это по существу модель, образ продукции, характеризуемый совокупностью показателей качества и технического уровня, соответствующий передовым научно-техническим достижениям и прогнозируемым производственным возможностям на установленный будущий период.

Численные значения показателей качества перспективных базовых образцов используются для оценки качества (технического уровня) промышленной продукции при планировании выпуска новых видов продукции, при разработке технических заданий на разработку новых перспективных изделий, при проектировании и конструировании техники, при разработке требований стандартов на группы однородной продукции и в некоторых других случаях.

Второй тип базовых образцов применяется для оценки уровня качества технической продукции при постановке ее на производство и при модернизации, а также при аттестации

продукции и оценке научно- технического уровня действующих стандартов и других нормативно- технических документов на данную продукцию.

Третий тип базовых образцов устанавливается, если неизвестен или нет зарубежного аналога, а также для оценки производственной возможности предприятия или при обосновании дифференциации продукции по уровню и срокам достижения требуемых значений показателей качества, или для включения во внутригосударственные стандарты соответствующих требований на группы, виды и типы однородной продукции.

Для установления базового образца сначала подбирают группу аналогичных изделий – группу аналогов (8-15 подобных образцов).

Аналог – продукция отечественного или зарубежного производства, подобная сравниваемому изделию, обладающая сходством функционального назначения и условий применения.

Аналоги выбираются из новой продукции, выпускаемой отечественной и зарубежной промышленностью, и разрабатываемых перспективных образцов той же группы однородной продукции. При отсутствии прямых аналогов могут быть рассмотрены косвенные аналоги, близкие по назначению.

Значения параметров аналогов устанавливают следующим образом:

- для зарубежных образцов – по справочникам, каталогам, проспектам ведущих фирм, протоколам измерений, расчетов и испытаний, международным стандартам;
- для отечественных образцов, находящихся в разработке, – на основе требований, установленных в техническом задании, актов экспертных или приемочных комиссий;
- для отечественных образцов, находящихся в производстве – на основе технических условий на поставку.

Все включаемые в группу аналоги и оцениваемая продукция должны иметь одинаковые классификационные характеристики назначения и области применения данного вида продукции. Классификационные характеристики для последующего сопоставления оцениваемого и базовых образцов не используются.

**В группу аналогов включают:**

а) при оценке разрабатываемой продукции – перспективные и экспериментальные образцы, поступление которых на мировой рынок прогнозируется на период выпуска оцениваемой продукции; значения показателей качества перспективных образцов прогнозируются на период выпуска разрабатываемой продукции;

б) при оценке выпускаемой (производимой) продукции – образцы, реализуемые на мировом рынке; значения показателей качества образцов устанавливаются на основе имеющейся на них документации. При оценке выпускаемой продукции не допускается принимать в качестве аналогов единичные рекламные или экспериментальные образцы продукции, не освоенные производством;

в) при оценке эксплуатируемой продукции – лучшие (по оценкам экспертов) образцы, используемые обычно не менее 5 лет при выполнении тех же функций, какие выполняет оцениваемый образец.

Для каждого аналога должны быть определены значения всех оценочных показателей. При отсутствии значений некоторых показателей у отдельных аналогов допускается их вычисление интерполяционными или экстраполяционными методами по имеющимся значениям показателям других аналогов. На этапе разработки продукции прогноз значений показателей перспективных образцов основывается на анализе сложившихся тенденций изменения значений показателей, а также на патентных исследованиях и оценке сроков реализации перспективных технических решений, направленных на улучшение показателей качества данного вида продукции.

Образованная группа аналогов должна обеспечивать достоверность оценки продукции на заданный период времени (срок до снятия продукции с производства, период до следующей аттестации продукции и т.п.).

Общий порядок установления базового образца включает следующие основные этапы:

- сбор и анализ исходной информации о качестве наиболее известных и высококотирующихся изделиях, формирование требований к базовому образцу, исходя из целей оценки технического уровня исследуемого промышленного изделия;
- выбор классификационных показателей качества и аналоговой группы изделий;
- обоснование и принятие метода определения базового образца из группы аналоговых образцов;
- установление совокупности реальных значений классификационных показателей качества или такового обобщенного показателя для образца, принимаемого за базовый.

#### **Требования, предъявляемые к базовым образцам.**

Базовый образец устанавливается для определенного вида однородной продукции, имеющей сходные условия эксплуатации (использования), одинаковое функциональное назначение, единый принцип действия и предназначенный для известной группы потребителей.

Базовый образец должен соответствовать цели оценки технического уровня продукции и быть по возможности единственным для этой вполне определенной цели оценки.

Перечень показателей качества оцениваемого и базового образцов должен быть одинаковым и соответствовать номенклатуре, официально установленной системой показателей качества продукции (СПКП) данного вида.

Единицы измерения значений показателей качества базового образца и оцениваемой продукции должны быть сопоставлены, т.е. одинаковыми для каждого из соответствующих показателей.

Срок действия установленного базового образца определяется в зависимости от специфики вида продукции, спроса на данную продукцию и т.д.

На этапе сбора и анализа исходной информации используют: сведения из научно-технической литературы и отчетов о прикладных НИР и ОКР; результаты патентных исследований; научно-технические прогнозы развития соответствующих отраслей промышленного производства; сведения о рыночной и конъюнктурной экономической ситуации в отрасли; требования международных, государственных и отраслевых стандартов; данные проспектов и технических паспортов образцов техники; результаты испытаний и эксплуатации отечественных и зарубежных образцов соответствующей техники и т.д.

Базовый образец выбирается из предварительно отобранной группы аналогов, включая оцениваемое изделие.

При отсутствии аналога в основу оценки технического уровня качества продукции положен:

1. Принцип максимума полезного эффекта от использования образца продукции, т.е. принцип максимального (минимального) значения обобщенного показателя ТУКП.
2. Принцип максимального отношения полезного эффекта от использования образца продукции за заданный срок службы к полным затратам общественно необходимого труда для достижения указанного эффекта, т.е. принцип максимума интегрального показателя качества продукции.

После сбора, анализа и систематизации исходной информации устанавливаются классификационные показатели качества для данной продукции, которые используются при формировании аналоговой группы образцов данного вида продукции.

Классификационный показатель качества продукции – это показатель, характеризующий принадлежность продукции к определенной классификационной группе – группе аналогов, принятой для последующего выявления базового образца.

*Аналоговая группа продукции или группа аналогов* – это несколько различных образцов, имеющих одинаковые или близкие значения классификационных показателей качества и выбранных для установления из них базового образца.

*Базовый образец* – это реальный образец продукции, соответствующий передовым научно-техническим достижениям на заданный период и принятый в качестве эталона для численного определения технического уровня оцениваемой продукции.

Классификационные показатели (или один показатель) выбираются из числа установленных номенклатурой показателей качества для оцениваемой продукции. Например, для двигателей обычно берут за классификационный критерий их мощность или энергетический коэффициент полезного действия.

Установление базового образца осуществляется на основе принимаемого для этого критерия, которым обычно является интегральный показатель качества продукции, представляющий собой по определению отношение полезного эффекта (выраженного в натуральных единицах измерения) от эксплуатации или потребления продукции к суммарным затратам на ее создание и эксплуатацию или потребление.

В тех случаях, когда затраты на разработку, изготовление и эксплуатацию продукции сравниваемых образцов достаточно близки или неизвестны, критерием при установлении базовых образцов служит обобщенный комплексный показатель качества продукции.

За базовый образец принимается тот, у которого наибольшее значение интегрального или обобщенного показателя качества.

Во многих случаях целесообразно за критерий принимать не максимальные значения интегрального или обобщенного показателя качества продукции, а их оптимальные значения.

Так, например, при оптимизации значений интегрального показателя качества за критерий установления базового образца принимается либо наибольший эффект от эксплуатации (использования) промышленной продукции при заданных затратах на ее создание и эксплуатацию, либо заданный эффект при наименьших затратах, либо наибольшее отношение эффекта к затратам.

Выбор базового образца производят расчетно-экспериментальным и (или) аналоговым методами.

*Расчетно-экспериментальный метод* состоит в сочетании теоретических, экспериментальных и расчетных приемов определения совокупности перспективных значений показателей качества продукции на прогнозируемый период.

*При аналоговом методе* выбора базового образца производят ранжирование образцов аналоговой группы и лучший образец из этой группы принимается за базовый.

Установление базового образца из аналоговой группы может быть осуществлено и экспертным методом, но с учетом значений главного (определяющего единичного), обобщающего или интегрального показателей качества рассматриваемых образцов.

Кроме того, в качестве базовых образцов выделяются лучшие из группы аналогов на основе метода попарного и последовательного сопоставления значений показателей качества всех аналогов.

Выделение базовых образцов методом попарного сопоставления аналоговых образцов осуществляется так:

- аналог не может быть признан базовым и исключается из последующих сопоставлений, если он уступает другому аналогу по совокупности единичных показателей, т.е. если он уступает другому аналогу хотя бы по одному показателю, не превосходя его ни по каким из остальных;

- оба аналога остаются для дальнейшего сопоставления с другими аналогами, если по одним показателям оказывается лучше первый аналог, а по другим показателям — второй и при этом значения иных показателей у аналогов практически совпадают (находятся в пределах разброса данных).

В результате такого попарного сопоставления аналогов остаются те аналоги, каждый из которых не уступает ни одному из остальных по совокупности единичных показателей. Оставшиеся аналоги и являются базовыми образцами. Обычно их остается два-три или один.

### **Методы определения значений показателей качества продукции.**

Наиболее трудоемким является этап определения (путем измерений, испытаний, расчетов, сбора информации и т.д.) численных значений показателей качества, характеризующих свойства оцениваемого и базового (базовых) образца (образцов). Только после этого производят расчеты показателей качества, а потом уровней качества, т.е. технического уровня оцениваемого и базового (базовых) образцов аналогичной техники.

Методы определения значений показателей качества продукции подразделяются на две группы:

1 По способам получения информации: измерительный, регистрационный, органолептический, расчетный.

2 По источникам ее получения: традиционный, экспертный, социологический.

**Измерительный способ** – основан на информации, получаемой с обязательным использованием технических измерительных средств, предусмотренных конструкцией изделия или дополнительных (масса изделия, размер, скорость, сила и др.).

**Регистрационный способ** – используется информация, получаемая путем подсчета (регистрации) числа определенных событий, предметов или затрат.

С помощью этого метода можно определить показатели технологичности, экономичности, патентно-правовые, стандартизации и унификации.

**Органолептический способ** – используется информация, получаемая в результате анализа восприятия органов чувств: зрения, слуха, обоняния, осязания и вкуса.

Точность и достоверность этого метода зависит от квалификации специалистов (экспертов), а также от возможности использования специальных технических средств, повышающих разрешающие способности организма человека (микроскоп, лупа, микрофон и т.п.). Метод применяется при оценке качества предметов потребления (парфюм, табак, кондитерская продукция).

**Расчетный способ** основан на использовании теоретических или эмпирических зависимостей показателей качества продукции. (масса изделия, производительность, мощность, прочность). Применяется при проектировании продукции.

Данные методы могут применяться совместно на различных стадиях жизненного цикла продукции.

**Традиционный метод** – показатели качества определяются работниками специализированных экспериментальных лабораторий, полигонов, стендов и расчетных подразделений предприятий (КБ, ВЦ).

Информация о показателях качества формируется в процессе испытаний продукции, условия проведения которых должны быть приближены к нормальным эксплуатационным.

**Экспертный метод** – определение значений показателей качества осуществляется на основании решения, принимаемого группой специалистов-экспертов (дизайнер, дегустатор).

Метод используют в тех случаях, когда показатели качества продукции не могут быть определены более объективными методами.

**Социологический метод** – основан на сборе и анализе информации о мнении фактических или возможных потребителей продукции.

Сбор информации осуществляется в ходе устного опроса или с помощью распространения анкет, а также путем организации конференций, выставок, аукционов и т.п.

При необходимости эти методы могут использоваться совместно, что повышает достоверность результатов.

### **Классификация продукции и методов оценки ее технического уровня**

Первоначально классифицируют оцениваемую продукцию, а потом осуществляют выбор и обоснование метода оценки технического уровня продукции.

Качество технической продукции довольно часто оценивают по одному показателю, (полезности), что дает одностороннюю характеристику технического уровня продукции. Так, например, качество трактора оценивают по тяговому усилию, комбайна – по производитель-

ности (пропускной способности молотилки), качество автомобильных шин оценивают, в основном, по их ходимости, качество бензина – по октановому числу, качество бетона – по кубиковой прочности на одностороннее сжатие и т.д. Однако один, даже определяющий показатель, дает одностороннюю, ограниченную характеристику продукции, обычно обладающей большим количеством свойств, составляющих качество.

Поэтому для оценки технического уровня любой технической продукции, особенно сложной и многофункциональной, необходимо использовать несколько показателей. Для такой оценки разработано несколько методов оценки качества продукции.

Различают методы оценки технического уровня однородной и разнородной продукции.

**Под однородной продукцией** понимают изделия одного вида, класса и назначения.

**Разнородная продукция** – это совокупность изделий, предназначенных для достижения определенной (единой) производственной цели.

Например: многообразные технологические машины, составляющие технологический комплекс или система машин производственного процесса; предприятие, выпускающее несколько типов изделий – разнородную продукцию.

Различают следующие **методы оценки технического уровня качества продукции**:

1 При оценке технического уровня однородной продукции применяют дифференциальный, комплексный или смешанный методы.

2 При оценке разнородной продукции применяют индекс качества и индекс дефектности.

Кроме того, для оценки продукции как однородной, так и разнородной применяют экспертный метод.

**Оценка технического уровня однородной продукции**

**Дифференциальный метод** – это метод оценки, основанный на сравнении единичных показателей качества оцениваемых изделий с такими же показателями качества базового образца.

При этом определяют (исходя из цели оценки):

- достигает ли качество (технический уровень) оцениваемого изделия качество (технический уровень) базового образца в целом;
- какие единичные показатели оцениваемого изделия превосходят (уступают) показателям технического уровня базового образца;
- на сколько отличаются друг от друга аналогичные единичные показатели свойств оцениваемого изделия и базового образца.

**1-й способ оценки – аналитический.**

Расчет отдельных относительных показателей технического уровня продукции ( $q_i$ ) ведется по формулам:

$$Q_i = P_i / P_{ib} \quad (1)$$

или

$$Q_i = P_{ib} / P_i, \quad (2)$$

где  $P_i$  – значение  $i$ -го показателя качества оцениваемой продукции;

$P_{ib}$  – значение  $i$ -го базового показателя;

$i = 1, 2, \dots, n$  – количество оцениваемых показателей качества.

Из формул (1) и (2) выбирают ту, при которой увеличение относительного показателя отвечает улучшению качества продукции. Например, значения относительных показателей производительности, мощности, КПД, срока службы и т.п. –определяются по формуле (1), а энерго-, материалоемкость, трудоемкость – по формуле (2).

По результатам расчетов относительных значений показателей технического уровня изделий и их анализа дают следующие оценки:

1. Если все значения относительных показателей соответственно  $q_i \geq 1$ , то технический уровень оцениваемого изделия выше или равен техническому уровню базового образца;

Если все показатели  $q_i < 1$ , то технический уровень оцениваемого изделия ниже технического уровня базового образца.

2. ТУ оцениваемых изделий, для которых существенно важно значение каждого из рассмотренных показателей, признается ниже технического уровня базового образца, если хотя бы один из относительных показателей меньше единицы.

3. В тех случаях, когда имеется некоторая неопределенность в оценке технического уровня продукции (часть показателей  $> 1$ , а др. часть  $< 1$ ), то используют следующую методику.

Все показатели делят по значимости на две группы: основные и дополнительные.

**К основным показателям** технического уровня качества продукции относят показатели, характеризующие наиболее существенные свойства: назначения или технико-эксплуатационные, надежности, экономного использования сырья, материалов, топлива, энергии, эргономические и эстетические, показатели технологичности, транспортабельности, стандартизации и унификации.

**К дополнительным показателям** обычно относят второстепенные показатели: патентно-правовые, безопасности и качества процесса изготовления.

Все показатели первой группы должны быть больше или равны 1, то есть технический уровень не ниже базового.

Оценка в целом – качественная оценка, которая дает следующие результаты:

$Q > 1$  – технический уровень оцениваемого изделия выше техническому уровню базового образца;

$Q = 1$  – технический уровень соответствует уровню базового образца;

$Q < 1$  – технический уровень оцениваемого изделия ниже технического уровня базового образца.

Приближенное значение итогового показателя технического уровня качества продукции находят как среднеарифметическое значение всех основных показателей:

$$Q = \sum q_i / n.$$

Результаты сравнения можно представить в виде графика сравнения показателей качества по шкале отношений (рис. 1).

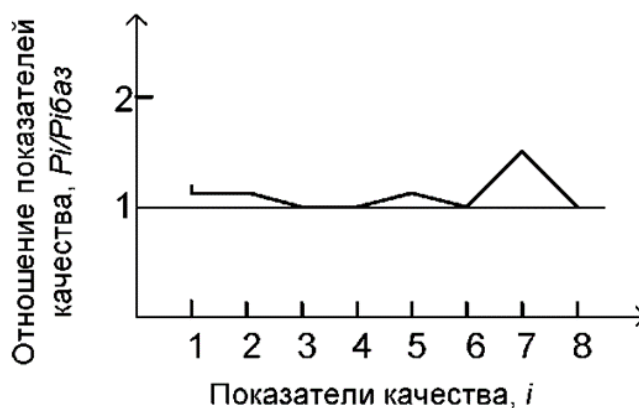


Рис. 1. График сравнения показателей качества

### 2-й способ оценки – построение таблицы.

Табличный способ заключается в том, что значение основных показателей изделий заносят в таблицу и определяют отклонение показателя оцениваемого изделия от изделия-аналога в процентах (табл. 1).

### 3-й способ оценки – построение диаграммы (циклограммы).

Оценка выполняется сравнением по циклограмме моделей по отдельным показателям; сравнение в целом по площади многоугольника.

Для более точной и более информационной оценки технического уровня строят диаграмму сопоставления показателей качества (циклограмму), на которой наглядно видно, по какому показателю следует принимать управленческие и технические решения (рис. 2).

Таблица 1. Показатели технического уровня изделий

Показатель	Значение показателя			Отклонение показателя оцениваемого изделия от аналога в %	
	1-ый аналог	2-ой аналог	Оцениваемое изделие	Сравнение с 1-м аналогом	Сравнение со 2-м аналогом
1-ый показатель	$p_{11}$	$p_{21}$	$p_1$	или	или
2-ой показатель	$p_{12}$	$p_{22}$	$p_2$	...	...
...	...	...	...	...	...
$n$ -ый показатель	$p_{1n}$	$p_{2n}$	$p_n$	...	...

Примечания: 1 Остальные ячейки заполняются по аналогии.

2 Выбор формулы (1) или (2) осуществляется также, как и в аналитическом способе.

3 Знак «+» или «-» в ячейках отклонений показателя означает, что эти отклонения, соответственно, либо в лучшую сторону, либо в худшую.

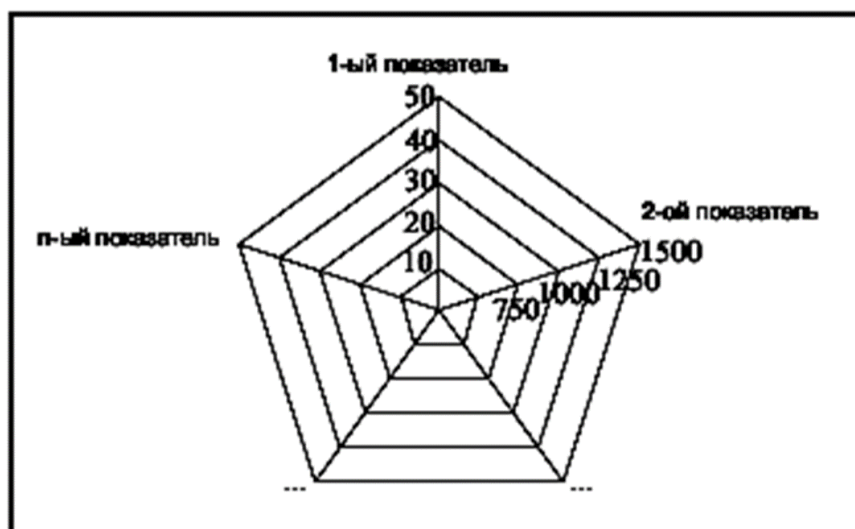


Рис. 2. Построение циклограммы оценки технического уровня

Построение исходной координатной сетки для циклограммы технического уровня изделия рассмотрим на примере изделия - микроволновая печь, которое можно оценить по 5-ти показателям: объему камеры, потребляемой мощности, уровню мощности излучения, мощности гриля, цене.

Пять основных показателей технического уровня изделий представлены на циклограмме в виде лучей, проведенных из центра. На лучах, как на шкалах, откладывают значения показателей для каждого изделия. Проставленные на отрезках лучей абсолютные значения показателей определяют масштаб показателя по каждому лучу.

Очевидно, что направленность показателей на координатной сетке различна: от центра к периферии возрастают значения показателей, соответствующих улучшению качества изделия (мощность и т.п.), а расходные значения показателей снижаются (цена).

Точки соединяют между собой и получают многоугольники, характеризующие совокупность свойств каждого изделия (для большей наглядности желательно все многоугольники обвести разным цветом).

#### **Вывод по дифференциальному методу**

Дифференциальный метод оценки технического уровня продукции, хотя и дает представление о характере и значениях показателей отдельных свойств, что позволяет принимать конкретные решения по управлению техническим уровнем продукции, вместе с тем он не дает ответа на вопрос, какой из двух образцов изделия лучше и должен быть принят для постановки на производство.

Определение весомости показателей качества, применяемое при дифференциальном методе оценки уровня качества, зависит от субъективного подхода. Погрешности, получающиеся при определении весомости показателей качества, могут значительно превосходить погрешности оп-ределения самих показателей с помощью измерительных средств. Следовательно, дифференци-альный метод оценки уровня качества недостаточно точен и малоперспективен.

**Комплексный метод оценки технического уровня** основан на применении комплексного (обобщенного) показателя технического уровня продукции, который представляет собой функцию от единичных показателей.

Этот метод применяют в тех случаях, когда наиболее целесообразно оценивать технический уровень только одним числом.

Обобщенный показатель представляет собой функцию, зависящую от единичных показателей, которые характеризуют однородную группу свойств.

$$Q = f(p_i).$$

Вид зависимости может определяться любым из возможных методов, в том числе и экспертным.

#### **Комплексный показатель качества должен отвечать нескольким требованиям:**

1. Репрезентативность (представительность) – представленность в нем всех основных характеристик изделия, по которым оценивается его качество;

2. Монотонность – изменения комплексного показателя изделия при изменении любого из единичных показателей качества при фиксированных значениях остальных показателей.

3. Нормированность – численное значение комплексного показателя должно находиться между наибольшим и наименьшим значениями относительных показателей качества. Данное требование определяет размах шкалы комплексного показателя качества.

4. Критичность (чувствительность) к варьируемым параметрам – комплексный показатель должен согласованно реагировать на изменение каждого из единичных показателей. КП определяется первой производной функции комплексного показателя от единичных показателей. При выходе за допустимые пределы единичного показателя, комплексный показатель качества должен значительно уменьшить свое значение.

5. Сравнимость – сопоставимость результатов комплексной оценки качества, т.е. единичные показатели должны быть выражены в безразмерных величинах.

**Перевод натуральных размерностей в безразмерные единицы** измерения осуществляют путем соответствующего преобразования.

1. Если имеем линейную зависимость вида:

$$q = k \cdot P,$$

где  $q$  – значение показателя в безразмерных единицах (баллах, частях);

$P$  – значение показателей в натуральных единицах;

$k$  – коэффициент преобразования.

Тогда коэффициент преобразования вычисляется по формуле:

$$k = \frac{q_B - q_H}{P_B - P_H},$$

где  $q_B, q_H, P_B, P_H$  – верхние и нижние значения диапазонов измерения показателей в безразмерных и натуральных единицах соответственно. Часто принимают  $q_B = 1,10$  и т.п., а  $q_H = 0$ .

2. В ряде случаев необходимо принимать нелинейную зависимость функции  $q = f(P)$ , форма которой выводится на основе экспериментов или наблюдений за характером изменения показателя  $P$ .

Уровень качества по комплексному методу определяется отношением обобщенного показателя качества оцениваемого изделия  $Q_{оц}$  к соответствующему обобщенному показателю базового образца  $Q_{баз}$ , т.е.

$$TУ = U = \frac{Q_{оц}}{Q_{баз}}.$$

Сложность комплексной оценки заключается в объективном нахождении обобщенного показателя.

**Комплексный (обобщенный) показатель может быть выражен:**

- 1) главным показателем – показателем, который может, по мнению экспертов, в основном характеризовать качество изделия.
- 2) средневзвешенным показателем, который нормируется делением показателей оцениваемого изделия и аналогов на соответствующее максимальное значение.
- 3) интегральным показателем.

**Главный показатель** определяют в том случае, если имеется необходимая информация для установления функциональной зависимости его от единичных показателей.

Главный показатель отражает основное назначение изделия, его функциональные возможности. Для машин, как правило главным показателем является производительность.

Главный показатель качества автобуса – годовая производительность чел. · км:

$$W_n = T_n \cdot v_э \cdot r_n \cdot \gamma_э \cdot \beta_n \cdot 365 \alpha_n,$$

где  $T_n$  – средняя продолжительность нахождения автобуса в наряде, ч;

$v_э$  – эксплуатационная скорость автобуса, км/ч;

$r_n$  – номинальная вместимость автобуса, чел.;

$\gamma_э, \beta_n, \alpha_n$  – коэффициенты.

**Средневзвешенный показатель** строится как зависимость, аргументами которой являются показатели качества  $q_i$  и параметры их весомости  $\beta_i$ .

Обычно используют следующие средневзвешенные показатели:

- средневзвешенный арифметический показатель:  $Q_u = \Sigma(b_i p_i)$ ;

- средневзвешенный геометрический показатель:  $Q_v = \Sigma(p_i)^{\beta_i}$ ,

где  $p_i$  – значение  $i$ -го показателя качества продукции;

$\beta_i$  – параметр весомости  $i$ -го показателя качества продукции;

$n$  – число показателей качества продукции.

Параметры весомости могут быть размерными и безразмерными.

Безразмерные параметры называются коэффициентами весомости – они должны удовлетворять условию:  $\Sigma \beta_i = 1$ .

Параметры (коэффициенты) весомости определяют одним из следующих методов:

- метод параметрических и стоимостных регрессионных зависимостей,
- метод предельных и номинальных значений,
- метод эквивалентных соотношений,
- экспертный метод.

Недостаток среднего взвешенного показателя – субъективность коэффициентов весомости.

**Интегральный (обобщенный) показатель** – показатель, характеризующий в наиболее общей форме эффективность работы изделия.

Этот показатель принимают для расчета тогда, когда установлен суммарный полезный эффект и суммарные затраты на создание и эксплуатацию изделия.

Его рассчитывают, как отношение суммарного полезного эффекта  $ПЭ$  от эксплуатации продукции (машины) выраженного в натуральных единицах измерения к суммарным затратам  $З$  на его создание и эксплуатацию за весь срок службы (до одного года). Определяется по формуле:

$$И = \frac{ПЭ_T}{\sum_{t=0}^T (З_{ct} + З_{эт})}$$

где  $T$  – расчетный период;

Интегральный (обобщенный) показатель может рассчитываться также как обратное отношение затрат  $З$  к полезному эффекту  $ПЭ$ :

$$И = \frac{\sum_{t=0}^T (З_{ct} + З_{эт})}{ПЭ_T}$$

где  $ПЭ$  – полезный эффект, т.е. количество единиц продукции или выполненной изделием работы за весь срок эксплуатации изделия, (число произведенных заготовок или деталей и т.д.).

Очевидно, что в первом случае интегральный показатель качества характеризуется полезным эффектом, приходящимся на одну денежную единицу суммарных затрат, а во втором – суммой затрат в рублях, приходящихся на единицу полезного эффекта.

Технический уровень в этом случае определяется отношением интегрального показателя оцениваемого изделия к интегральному показателю базового образца:

$$U = И_{оц} / И_{баз.}$$

Недостатки интегрального показателя – трудность применения к изделиям сферы потребления, неприменимость для сырья и материалов, он не учитывает эргономические, эстетические и некоторые другие свойства. Данный показатель применим для изделий, эффект от эксплуатации которых выражается в натуральной или денежной форме.

**Применение комплексного метода оценки технического уровня продукции связано с принципиальными трудностями:**

1. Первая из них заключается в содержательном описании сложного свойства продукции, которое лучшим образом отражает совокупность элементарных свойств, образующих качество этой продукции.

2. Вторая трудность состоит в выборе комплексного показателя качества, т.е. показателя указанного сложного свойства и его размерности.

3. Третья трудность заключается в установлении функциональной зависимости комплексного показателя качества от единичных показателей, которая во многих случаях неизвестна.

Преодоление указанных трудностей осуществляется следующим образом.

Установление сложного свойства, характеризующего качество оцениваемой продукции и показателя этого свойства, выполняется экспертами, на основе глубокого изучения требо-

ваний населения, народного хозяйства, нужд страны, с одной стороны, и физических, химических и других свойств продукции, с другой.

Например, станок обладает рядом свойств, из которых для потребителя важны: производительность, точность, энергопотребление, безотказность.

Точность станка будет сказываться на доле производимой дефектной продукции.

Поэтому для комплексной оценки можно объединить производительность и точность станка в более сложное свойство производительности годных изделий.

Безотказность и производительность годных изделий также можно объединить в производительность годных изделий с учетом простоев из-за отказов.

Наконец, производительность можно отнести на единицу энергопотребления. То есть целесообразно принять за комплексный показатель качества рассматриваемого станка количество годных единиц продукции, произведенное им за это время и отнесенное к единице потребляемой энергии.

Применительно к этому должен строиться учет других показателей качества станка и анализ его технического уровня и качества.

При комплексном методе оценки уровня качества требуется определять комплексные показатели качества, которые можно принимать за обобщенные показатели. Для сложных изделий это затруднительно. В самом деле, если при расчете комплексного показателя попытаться учесть, например, показатели, характеризующие эстетические свойства, то точность комплексного показателя может резко понизиться. Это объясняется тем, что показатели эстетических свойств пока оцениваются непосредственно ощущениями без применения приборов.

Во всех случаях, когда имеется возможность выявления характера взаимосвязей между учитываемыми показателями и коэффициентами их связей с обобщающими показателями качества оцениваемой продукции, следует определить функциональную зависимость  $Q = f(p_i)$ .

Дифференциальный и комплексный методы оценки качества продукции не всегда решают поставленные задачи.

При оценке сложной продукции, имеющей широкую номенклатуру показателей качества, с помощью дифференциального метода практически невозможно сделать конкретный вывод, а использование только одного комплексного метода не позволяет объективно учесть все значимые свойства оцениваемой продукции. В этих случаях для оценки уровня качества продукции применяют единичные и комплексные показатели качества, одновременно используя и дифференциальный и комплексный методы, т.е. оценку производят смешанным методом.

**Смешанный метод** основан на одновременном использовании единичных и комплексных показателей оценки технического уровня продукции.

Данный метод применяется:

- когда единичных показателей достаточно много и с помощью дифференциального метода практически невозможно сделать конкретного (обобщающего) вывода;
- когда использование только одного комплексного метода не позволяет объективно учесть все значимые свойства оцениваемой продукции.

Сущность и последовательность оценки этим методом заключается в следующем:

1. Часть единичных показателей объединить в группы и для каждой определить соответствующий комплексный показатель.
2. Наиболее важные показатели применять как единичные.
3. Численные значения единичных и комплексных показателей сравнивают с соответствующими значениями базовых показателей, т.е. применяют принцип дифференциального метода или оценку производят по формулам:

$$U = \sum \frac{P_i}{P_{i.баз}} \cdot \frac{1}{n} + \frac{Q}{Q_{баз}}; \quad U = \sum \beta_i \frac{P_i}{P_{i.баз}} + \frac{U}{U_{баз}}; \quad U = \sum \beta_i \frac{P_i}{P_{i.баз}} + \frac{V}{V_{баз}}.$$

Единичные показатели качества обычно определяются с помощью измерений (но не всегда).

Патентно-правовые и экономические показатели, а также показатели стандартизации и унификации получают расчетным путем. Расчетным путем можно найти и комплексные показатели (как было рассмотрено раньше).

Сравнение показателей качества, значения которых измерены или получены расчетным путем, может производиться по шкале интервалов либо по шкале отношений.

При сравнении показателей качества, как по шкале интервалов, так и по шкале отношений учитывается характер их динамики.

Например, при сравнении показателей качества по шкале отношений характер их динамики учитывается следующим образом: отношение числовых значений показателей качества составляется так, чтобы при повышении качества по сравнению с исходным оно было больше единицы, при снижении – меньше единицы.

**Метод экспертной оценки** технического уровня продукции основан на использовании суждений экспертов (на использовании опыта и интуиции специалистов-экспертов) о качестве продукции, выраженных в количественной или качественной форме.

Экспертом (лат. – опытный) является квалифицированный специалист, отвечающий требованиям профессиональной и квалиметрической компетентности, заинтересованности в участии в работе экспертной комиссии, деловитости и объективности.

Экспертизу осуществляют путем принятия группового решения компетентным методом (решения различных советов, конференций, совещаний, комиссий, экзаменаторов и т.п.).

Данный метод оценки технического уровня продукции используется в тех случаях, когда невозможно или нецелесообразно использование расчетных или измерительных методов определения значений единичных или комплексных показателей качества продукции. Этот метод не может быть использован, если технический уровень продукции можно оценить более точно другими методами.

Однако следует отметить, что метод экспертной оценки многих показателей качества технической продукции является единственно возможным и применяется достаточно широко и для этого разработаны соответствующие методики.

Экспертный метод применяется:

- при общей оценке качества продукции;
- при классификации оцениваемой продукции;
- при определении номенклатуры показателей качества продукции;
- при определении коэффициентов весомостей;
- при оценке органолептическим методом;
- при выборе базовых образцов;
- при аттестации продукции и сертификации и т.д.

Объектом экспертизы являются потребительские свойства в их совокупности, т.е. качество изделия.

Критерии, по которым осуществляется экспертиза качества, подразделяется на общие (сложившиеся в обществе представления и нормы) и конкретные (реальные требования к качеству продукции данного вида, установленные в нормативно-технических документах).

Экспертные комиссии, создаваемые для оценки КП, состоят из двух групп: рабочей и экспертной.

Рабочая группа занимается организацией и проведением экспертной оценки качества, обработкой полученной от экспертов информации и анализом результатов. В состав рабочей группы входят организатор, консультант по оцениваемой продукции и технические работники.

Экспертная группа выполняет оценочные операции, и ее члены освобождаются от всех операций не оценочного характера.

Последовательность основных этапов работы экспертной комиссии:

- назначение лиц, ответственных за организацию и проведение работ по экспертной оценке технического уровня продукции;
- формирование экспертной и рабочей групп (7...20 чел);
- разработка классификации и определение номенклатуры показателей технического уровня и качества оцениваемой продукции;
- подготовка анкет и пояснительных записок для опроса экспертов;
- оценка и опрос экспертов;
- обработка экспертных оценок;
- анализ и оформление результатов экспертной оценки технического уровня продукции.

При экспертном методе оценки технического уровня или показателя того или иного свойства продукции определяют в безразмерных единицах (часто в баллах).

Применяются 2 метода:

- метод последовательного сравнения;
- метод полных попарных сравнений.

**Метод последовательного сравнения.** Если результат оценки качества эксперты представляют в виде ранжированного ряда, то численное определение оценок экспертов состоит в следующем (**метод последовательного сравнения**):

1. Все изделия (свойства) нумеруются произвольно, т.е. каждому свойству присваивается номер.
2. Эксперты ранжируют свойства по возрастающей шкале порядка (табл. 4.2).

Таблица 4.2. **Пример ранжирования свойств изделия**

Эксперты	Ранг 1	Ранг 2	Ранг 3	Ранг 4	Ранг 5
Э1	P1	< P4	< P2	< P3	< P5
Э2	P1	< P2	< P4	< P5	< P3
Э3	P2	< P1	< P5	< P3	< P4
Э4	P2	< P1	< P3	< P4	< P5
Э5	P1	< P4	< P2	< P5	< P3

Место объекта в ранжированном ряду называется его рангом. Численное значение ранга в ряду возрастающей шкалы порядка увеличивается от 1 до n (n – количество оцениваемых объектов).

Ранги – символы, указывающие положение каждого объекта в построенном ряду предпочтения по отношению к другим объектам.

3. Определяют суммы рангов каждого объекта экспертной оценки:

$$P_1 = 7; P_2 = 10; P_3 = 21; P_4 = 16; P_5 = 21 \text{ и } \Sigma P = 75.$$

- 4 Строят обобщенный ранжированный ряд на основании полученных сумм:

$$P_1 < P_2 < P_4 < P_3 = P_5$$

- 5 Рассчитывают коэффициенты весомости по формуле:

$$\beta_i = \frac{\sum P_i}{\sum P_{i,n}},$$

например:  $\beta_1 = \frac{7}{75} = 0,09$ ;  $\beta_2 = 0,13$ ;  $\beta_3 = 0,28$ ;  $\beta_4 = 0,21$ ;  $\beta_5 = 0,28$ .

Анализируя полученные экспертным методом оценки качества, можно не только указать, какой объект лучше или хуже других, но и на сколько.

**Метод полных попарных сравнений.** Если ранжирование объектов по их качеству осуществлять в табличной форме, то сопоставления и расчеты производятся по следующей методике (Метод полных попарных сравнений).

1. Составляется таблица, по которой каждый эксперт осуществляет сопоставление и оценку рассматриваемых изделий: Каждое  $i$ -ое изделие сопоставляется с другими  $j$ -ми изделиями сравнения; если при попарном сопоставлении  $i$ -ое изделие признается качественнее  $j$ -го, то оно обозначается цифрой 1; противоположная оценка обозначается  $-1$ , равнокачественная – обозначается 0 (табл. 4.3).

Таблица 4.3. Таблица применения метода полных попарных сравнений (эксперт 1)

Изделие $i$	Изделие $j$						ИТОГО Оценка изделия
	1	2	3	4	5	6	
1	0	1	0	1	1	1	4
2	-1	0	-1	0	-1	1	-2
3	0	1	0	-1	1	1	2
4	-1	0	1	0	-1	-1	-2
5	-1	1	-1	1	0	1	1
6	-1	-1	-1	1	-1	0	-3

Из таблицы видно, что предпочтительные оценки получили изделия в следующей последовательности: изделие № 1 является предпочтительным; изделие № 3; изделие № 5.

2. Далее суммируются данные о предпочтениях всех экспертов и рассчитываются обобщенные предпочтения одних изделий над другими, т.е. рассчитывается экспертный показатель качества изделия в виде частоты его предпочтений.

Частота предпочтения изделия определяется по формуле:

$$Q_{i,j} = N / n,$$

где  $N$  – число предпочтений экспертов  $i$ -го изделия;

$n$  – число экспертов.

В нашем примере число оцениваемых изделий  $m = 6$ , пусть число экспертов  $n = 7$ , а число предпочтений изделий экспертами:

$$N_1 = 5; N_2 = 2; N_3 = 3; N_4 = 0; N_5 = 4; N_6 = 1.$$

Тогда частоты предпочтений каждого объекта будут следующими:

$$Q_1 = 5/7 = 0,71; Q_2 = 2/7 = 0,29; Q_3 = 3/7 = 0,43; \\ Q_4 = 0; Q_5 = 4/7 = 0,57; Q_6 = 1/7 = 0,14$$

Общее число положительных оценок:

$$C = m(m-1)/2 = 6(6-1)/2 = 15.$$

Весомость показателя качества одного изделия по отношению к показателям качества других изделий рассчитывается по формуле:

$$\beta_{i,j} = Q_{i,j} / C = Q_{i,j} / [m(m-1)/2],$$

где  $C$  – общее количество учитываемых оценок, связанное с числом изделий экспертизы.

$$\beta_1 = (0,71 / 15) - 7 = 0,33; \beta_2 = (0,29 / 15) - 7 = 0,13; \beta_3 = (0,43 / 15) - 7 = 0,2; \\ \beta_4 = (0 / 15) - 7 = 0; \beta_5 = (0,57 / 15) - 7 = 0,27; \beta_6 = (0,14 / 15) - 7 = 0,07.$$

Сумма всех показателей весоности качества изделий:

$$\Sigma\beta_i = 0,33+0,13+0,2+0+0,27+0,07 = 1.$$

Таким образом, получили ранжированный по качеству ряд исследованных изделий:

$$\text{№ 1} > \text{№ 5} > \text{№ 3} > \text{№ 2} > \text{№ 6} > \text{№ 4}.$$

### Оценка технического уровня разнородной продукции

Под разнородной продукцией понимают совокупность изделий, предназначенных для достижения определенной (единой) производственной цели.

Это могут быть разнообразные технологические машины, составляющие технологический комплекс или систему машин производственного процесса; кроме того, если предприятие выпускает несколько типов изделий, то оно создает разнородную продукцию.

Данный метод применяют при оценке деятельности предприятий:

- при оценке уровня качества разнородной продукции, выпускаемой одним предприятием (выпускаемой несколькими предприятиями);
- при анализе динамики качества разнородной продукции за несколько лет;
- при сравнении работы предприятий по повышению уровня качества продукции;
- при обработке информации о качестве продукции в автоматических системах управления.

Для оценки технического уровня разнородной продукции используются индексы качества и дефектности.

**Индекс качества продукции** – комплексный показатель качества разнородной продукции, выпущенной за рассматриваемый интервал, равный среднему взвешенному (арифметических или геометрических) относительных значений показателей качества оцениваемой и базовой продукции

Приведем примеры двух вариантов определения индексов качества:

**Пример 1.** Имеется  $S$  различных видов продукции для каждого из которых определен комплексный показатель качества в рассматриваемом периоде  $K_i$ , где  $i = 1, 2, \dots, S$ , а также соответствующие базовые значения показателей  $K_{i0}$ . Тогда коэффициент весоности  $\beta_i$  вычисляют по формуле

$$\beta_i = \frac{C_i}{\sum_{i=1}^S C_i},$$

где  $C_i$  – стоимость продукции  $i$ -го вида в рассматриваемый период.

Индекс качества продукции ( $U$ ) за этот период вычисляют по формуле

$$I_k = U = \sum_{i=1}^S \beta_i \frac{K_i}{K_{i0}}.$$

**Пример 2.** Для всех видов продукции установлены три группы качества, определяемые баллами  $B_1, B_2, B_3$ . Если в рассматриваемый период была выпущена продукция этих групп на суммы соответственно  $C_1, C_2, C_3$ , то коэффициент весоности  $\beta_i$  будет равен

$$\beta_i = \frac{C_i}{C_1 + C_2 + C_3}.$$

Средний балл продукции ( $B_{cp}$ ) определится по формуле  $B_{cp} = \beta_1 B_1 + \beta_2 B_2 + \beta_3 B_3$ , а индекс качества ( $I$ ) равен

$$I = \frac{B_{\text{сп}}}{B_{\text{б.сп}}},$$

где  $B_{\text{б.сп}}$  – средний балл продукции за базовый период.

**Индекс дефектности продукции** – комплексный показатель качества разнородной продукции, выпущенной за рассматриваемый интервал, равный среднему взвешенному коэффициенту дефектности этой продукции.

Пусть предприятие выпустило за определенный период  $S$  видов продукции, стоимость продукции каждого вида  $C_i$ . Тогда коэффициент весомости можно вычислить по формуле

$$\beta_i = \frac{C_i}{\sum_{i=1}^S C_i},$$

а индекс дефектности ( $U$ ) по формуле

$$I_{\text{д}} = U = \sum \beta_i \cdot Q_i,$$

где  $Q_i$  – относительный коэффициент дефектности продукции  $i$ -го вида, являющийся показателем качества изготовления продукции.

Он обычно определяется при выборочном инспекционном контроле готовой продукции. Для этого предварительно определяют номенклатуру дефектов и для каждого вида дефектов находят коэффициент весомости.

**Коэффициент дефектности продукции ( $D$ )** – среднее взвешенное количество дефектов, приходящееся на единицу продукции.

Для определения коэффициента, дефектности берется выборка из  $n$  единиц продукции, и в ней подсчитывают все дефекты, разбитые заранее на  $k$  видов. Для каждого вида дефекта устанавливается коэффициент весомости  $r_i$ , где  $i = 1, 2, \dots, k$ .

Коэффициент дефектности ( $D$ ) вычисляют по формуле

$$D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k m_i \cdot r_i,$$

где  $n$  – число проверенных деталей;

$r$  – коэффициент весомости  $i$ -го вида дефектов;

$m$  – количество дефектов  $i$ -го вида.

Коэффициент  $r_i$  может быть определен экспертным методом или по стоимости устранения дефекта данного вида.

Относительный коэффициент дефектности ( $Q$ ) можно вычислить по формуле

$$Q = D / D_{\text{б}},$$

где  $D_{\text{б}}$  – базовое значение коэффициента дефектности, соответствующее определенному базовому периоду производства.

**Примечание.** При подсчете  $D$  и  $D_{\text{б}}$  могут учитываться недостатки, допускаемые нормативной документацией, например, царапины, мелкие вмятины, сколы и др.

Выделяют годную и дефектную продукцию.

Годная продукция – продукция, удовлетворяющая всем установленным требованиям.

Дефектная продукция – продукция, не удовлетворяющая всем требованиям, установленным нормативно-технической документацией.

Дефект – каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям.

Дефектное изделие – изделие, имеющее хотя бы один дефект.

**Годная продукция** не содержит дефектов, препятствующих ее приемке, но, как правило, имеет допускаемые отклонения показателей качества или параметров.

Понятие «годная продукция» следует отличать от более узкого понятия «работоспособная продукция», применимого к такой продукции, которая при ее использовании по назначению расходует свой технический ресурс. Такая продукция, будучи годной, является не только работоспособной, но и исправной, так как она удовлетворяет всем требованиям нормативной документации.

Однако, работоспособная продукция не всегда является годной, поскольку она может иметь дефекты, не оказывающие существенного влияния на функционирование продукции, но исключающие возможность поставки ее потребителю.

Следует учитывать, что в ряде случаев годная продукция должна состоять не только из годных единиц (в частности, годных, изделий), но также должна иметь удовлетворительные показатели однородности.

**Дефект.** Если рассматриваемая единица продукции имеет дефект, то это означает, что по меньшей мере один из показателей ее качества или параметров вышел за предельное значение или не выполняется (не удовлетворяется) одно из требований нормативной документации к признакам продукции.

Несоответствие требованиям технического задания или установленным правилам разработки (модернизации) продукции относится к конструктивным дефектам.

Несоответствие требованиям нормативной документации на изготовление или поставку продукции относится к производственным дефектам.

Примерами дефектов могут быть выход размера детали за пределы допуска, неправильная сборка или регулировка (настройка) аппарата (прибора), царапина на защитном покрытии изделия, недопустимо высокое содержание вредных примесей в продукте, наличие заусенцев на резьбе и т. д.

Термин «дефект» связан с термином «**неисправность**» но не является его синонимом. Неисправность представляет собой определенное состояние изделия. Находясь в неисправном состоянии, изделие имеет один или несколько дефектов.

Термин «дефект» применяют при контроле качества продукции на стадии ее изготовления, а также при ее ремонте, например, при дефектации, составлении ведомостей дефектов и контроле качества отремонтированной продукции.

Термин «неисправность» применяют при использовании, хранении и транспортировании определенных изделий. Так, например, словосочетание «характер неисправности» означает конкретное недопустимое изменение в изделии, которое до его повреждения было исправным (находилось в исправном состоянии).

В отличие от термина «дефект» термин «неисправность» распространяется не на всю продукцию, в том числе не на всякие изделия, например, не называют неисправностями недопустимые отклонения показателей качества материалов, топлива, химических продуктов, изделий пищевой промышленности и т. п.

Термин «дефект» следует отличать также от термина «**отказ**».

Отказом называется событие, заключающееся в нарушении работоспособности изделия, которое до возникновения отказа было работоспособным. Отказ может возникнуть в результате наличия в изделии одного или нескольких дефектов, но появление дефектов не всегда означает, что возник отказ, т. е. изделие стало неработоспособным.

#### **Классификация дефектов:**

##### **1. По возможности обнаружения:** явный дефект, скрытый дефект.

Явный дефект – дефект, для выявления которого в нормативной документации, обязательной для данного вида контроля, предусмотрены соответствующие правила, методы и средства.

Скрытый дефект – дефект, для выявления которого в нормативной документации, обязательной для данного вида контроля, не предусмотрены соответствующие правила, методы и средства.

Разделение дефектов на явные и скрытые имеет важное значение при анализе качества продукции, установлении причин неисправностей и при решении правовых вопросов управления качеством.

Деление дефектов на явные и скрытые обуславливается предусмотренными правилами, методами и средствами контроля качества продукции.

К правилам контроля относят его распорядок (регламент, график), к методам - технологию (способы, приемы, последовательность операций), объем (число контролируемых показателей или параметров) и точность.

К средствам контроля, относят используемое оборудование (стенды, испытательные машины, оснастку позиций и площадок на полигонах и т. п.), измерительную и регистрационную аппаратуру, а также инструменты и приборы.

Многие явные дефекты, выявляются при внешнем осмотре (визуально). Однако, если нормативной документацией предусмотрена проверка отсутствия какого-либо дефекта инструментом, прибором или разборкой контролируемого изделия; то такой дефект относится к категории явных, несмотря на невозможность его визуального обнаружения.

Скрытые дефекты, как правило, выявляются после поступления продукции к потребителю или при дополнительных ранее не предусмотренных проверках, в связи с обнаружением других (явных) дефектов.

## **2. По значимости:** критический, значительный, малозначительный.

Критический дефект – дефект, при наличии которого использование продукции по назначению практически невозможно или недопустимо.

Значительный дефект – дефект, который, существенно влияет на использование продукции по назначению и (или) на ее долговечность; но не является критическим.

Малозначительный дефект – дефект, который существенно не влияет на использование продукции по назначению и ее долговечность.

Такое разделение дефектов имеет большое значение при обосновании планов, методов и средств контроля.

При разработке нормативной документации (главным образом, при установлении методов контроля изготавливаемой или ремонтируемой продукции) все возможные дефекты могут подразделяться на критические, значительные и малозначительные. Такое разделение основано на оценке степени влияния каждого рассматриваемого дефекта на эффективность и безопасность, использования продукции с учетом ее назначения, устройства показателей ее качества, режимов и условий эксплуатации.

Указанное разделение дефектов производится для последующего выбора вида контроля качества продукции (выборочный или сплошной) и для назначения такой характеристики выборочного контроля как риск потребителя (заказчика).

Чтобы не пропустить критический дефект, контроль продукции должен быть сплошным и в ряде случаев – неоднократным. Контроль отсутствия значительного дефекта допускается осуществлять выборочно только при достаточно низком назначении риска потребителя. Отсутствие малозначительного дефекта может контролироваться выборочно при относительно высоком значении риска потребителя.

Для некоторых видов продукции, определенные совокупности дефектов, каждый из которых: при отдельном его рассмотрении является малозначительным, могут быть эквивалентны значительному или даже критическому дефекту и должны относиться к соответствующей категории. Совокупности же значительных или значительных с малозначительными дефектов аналогичным образом могут быть эквивалентны критическому дефекту и должны относиться к категории критических.

В отдельных отраслях промышленности может, при необходимости, производиться более детальная классификация дефектов по степени их влияния на эффективность использования продукции.

В соответствии с приведенной классификацией дефектов иногда по результатам контроля продукции различают следующие ее единицы (в частности, изделия):

- критически дефектные, т. е. имеющие хотя бы один критический дефект;
- значительно дефектные, т. е. имеющие один или несколько значительных дефектов, но не имеющие критических дефектов;
- малозначительно дефектные, т. е. имеющие один или несколько дефектов малозначительных по отдельности и в совокупности, но не имеющие значительных и критических дефектов.

### **3. По возможности устранения:** устранимый, неустрашимый.

Устранимый дефект – дефект, устранение которого технически возможно и экономически целесообразно.

Неустрашимый дефект – дефект, устранение которого технически невозможно или экономически нецелесообразно.

Имеет существенное значение при обосновании допусков на изготовление продукции и при разработке технологических процессов.

Устранимость и неустрашимость дефекта определяют применительно к рассматриваемым конкретным условиям производства и ремонта с учетом необходимых затрат и других факторов.

Один и тот же дефект может быть отнесен к устранимым или неустрашимым в зависимости от того, обнаружен он на ранних или на заключительных этапах технологического процесса производства (ремонта).

Неустрашимые дефекты могут переходить в категорию устранимых также в связи с усовершенствованием технологии производства (ремонта) продукции и снижением затрат на исправление брака.

### **4. По причинам возникновения:** конструктивный, технологический, эксплуатационный.

Имеет существенное значение при анализе причин возникновения дефектов и принятия мер по устранению этих причин.

С понятием дефект связано понятие **брак** – продукция, передача которой потребителю не допускается из-за наличия дефектов.

Понятие «брак» совпадает с понятием «**забракованная продукция**», если продукция состоит из одной единицы, оказавшейся дефектной, или из нескольких единиц, в каждой из которых имеется хотя бы один дефект.

Если продукция, состоящая из нескольких единиц (например, партия изделий), забракована по результатам выборочного контроля, то в ней, кроме дефектных единиц (дефектных изделий) могут содержаться также и годные единицы (годные изделия). В этом случае брак может выделяться из забракованной продукции при ее разбраковке методом сплошного контроля. Продукция, состоящая из годных единиц, может быть забракована в связи с получением при испытаниях неудовлетворительного значения показателя однородности.

В приведенных случаях понятия «брак» и «забракованная продукция» не совпадают.

Понятие «брак» относится, как правило, к условиям создания продукции. Однако, если брак обнаруживается при эксплуатации или потреблении продукции, то ответственность за выпуск брака и поставку его потребителю несет изготовитель (поставщик) продукции.

Аналогично делению дефектов на устранимые и неустрашимые отнесение брака к исправимому и неисправимому зависит от ряда факторов, например, от принятой технологии изготовления продукции, величины затрат на исправление брака и т. п.

Исправимый брак – брак, все дефекты, в котором, обусловившие забракование продукции, являются устранимыми.

Неисправимый брак – брак, в котором хотя бы один из дефектов, обусловивших забракование продукции, является неустрашимым.

Сорт продукции – градация продукции определенного вида по одному или нескольким показателям качества, установленная нормативной документацией.

**Статистическое регулирование технологического процесса** – это корректирование параметров процесса по результатам выборочного контроля параметров изготавливаемой продукции для обеспечения требуемого уровня ее качества и предупреждения брака. Основным инструментом регулирования является контрольная карта. На контрольной карте отмечается диапазон неизбежного разброса значений показателя.

**Контрольные карты** – это представление полученных данных в виде графика в порядке поступления в ходе технологического процесса во времени. Они позволяют контролировать текущие рабочие характеристики процесса и показывают отклонения от стандарта, целевого или среднего значения, а также уровень статистического контроля процесса в течение определенного времени. Их можно использовать для изучения возможностей процесса, чтобы помочь определить достижимые цели качества и выявить изменения средних характеристик и изменчивость процесса, которые требуют корректирующего действия.

Контрольные карты основываются на трех положениях:

- все процессы с течением времени отклоняются от заданных характеристик;
- отклонения отдельных точек являются непрогнозируемыми;
- стабильный процесс изменяется случайным образом, но так, что группы точек стабильного процесса имеют тенденцию находиться в прогнозируемых границах;
- нестабильный процесс отклоняется в силу неслучайных факторов, и неслучайными обычно считаются те отклонения, которые находятся за пределами прогнозируемых границ.

Контрольные карты позволяют использовать текущие данные процесса, чтобы установить статистически нормальные границы (границы регулирования), в которых должны находиться характеристики процесса. Постоянное использование контрольной карты может помочь определить факторы, вызывающие отклонения процесса от заданных требований и исключить их влияние.

Результаты измерений процесса в течение определенного времени сравниваются с требованиями к процессу для установления, что процесс:

- выходит за установленные границы, но позволяет удовлетворить требования потребителя (процесс требует наладки, настройки);
- находится в установленных границах, но не позволяет удовлетворить требования потребителя (необходимо улучшение процесса);
- выходит за установленные границы и не позволяет удовлетворить требования потребителя (процесс требует наладки/ настройки и кроме того необходимо общее улучшение процесса).

**Для оценки контрольных границ применяется трехкратное среднее квадратическое отклонение (правило «трех сигм»).**

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (p - \bar{p})^2}{n}}$$

или

$$\sigma = \sqrt{p^2 - (\bar{p})^2},$$

где  $p$  – количество (или доля) дефектных изделий в выборке;

$\bar{p}$  – средняя доля дефектных изделий;

$n$  – число наблюдений.

Общий вид контрольной карты представлен на рис. 3.

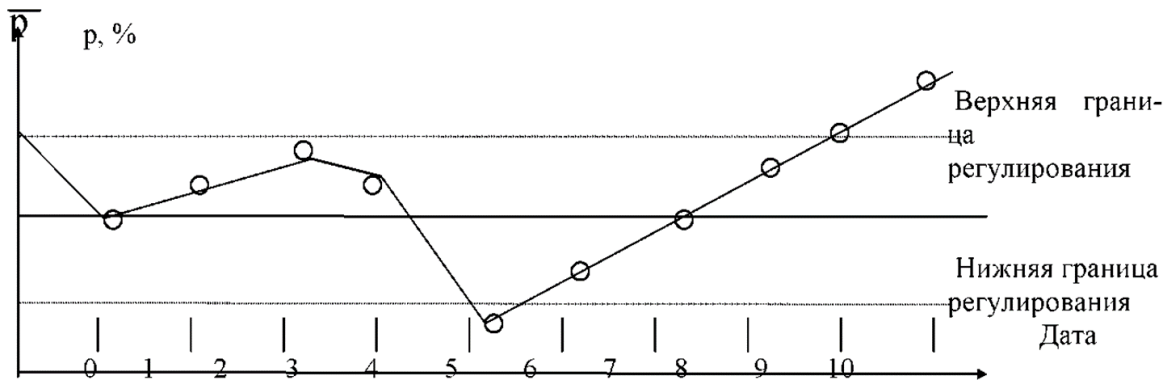


Рис. 3. Общий вид контрольной карты

Если точки, наносимые на контрольную карту, не входят за границы регулирования, то технологический процесс протекает стабильно. Если точки на контрольной карте выходят за контрольные границы, то считается, что в технологическом процессе возникли какие-то технологические погрешности, которые должны быть выявлены и устранены. Каждый выход за регулировочные границы должен фиксироваться и тщательно анализироваться.

**Составление карты технического уровня продукции.** Карта уровня входит в состав технической документации на вновь осваиваемую продукцию, модернизируемую продукцию, отражая ее техническое совершенство.

Она используется для

- обоснования целесообразности разработки продукции,
- постановки (снятия) ее на производство или модернизации,
- при сертификации и определении конкурентоспособности,
- анализе соответствия основных показателей лучшим мировым образцам,
- а также при государственной регистрации.

Карта технического уровня включает следующие формы:

**1. Общие данные:** назначение, область применения и характеристику продукции; организация-разработчик; предприятие изготовитель; данные об аттестации качества изделия; страны, в которых продукция обладает патентной чистотой и др.

**2 Определение уровня качества изделия:** наименование показателей; значения показателей оцениваемой продукции, базового, перспективного и заменяемого образцов, лучших отечественных и зарубежных аналогов.

**3 Данные об аналогах:** код продукции; страна и предприятие-изготовитель; год постановки продукции на производство.

**4 Сведения о представителях типоразмерного ряда, группы продукции:** наименование представителя продукции, наименование и значение показателей технического уровня продукции и др.

**5 Планируемое изменение показателей качества изделия:** наименование показателя, величина показателя имеющаяся и планируемая, год достижения.

**6 Выводы и предложения:** результаты государственных испытаний, данные о сертификации.

Карту уровня разрабатывает и ведет головной разработчик продукции, начиная с этапа подготовки технического задания и кончая снятием продукции с производства.

При составлении карты должны использовать результаты научно-исследовательских и экспериментальных работ, патентных исследований, учитывать требования международных и национальных стандартов на аналогичную продукцию, результаты государственных испытаний опытных образцов, чтобы своевременно вносить изменения и дополнения.

Карту уровня подписывают:

- разработчик – на этапе составления технического задания;

- заказчик продукции – одновременно с согласованием технического задания. Один экз. передается для государственной регистрации.

На основе анализа делаются выводы о качестве (техническом совершенстве) оцениваемой продукции.

### **Общие принципы процедуры оценки технического уровня продукции**

Технический уровень и качество продукции закладывается при ее разработке, обеспечивается при изготовлении и поддерживается при эксплуатации, т.е. на всех стадиях жизненного цикла продукции.

Исходя из этого положения, устанавливаются цели и содержание оценки на указанных стадиях жизненного цикла. Кроме того, принципы оценки технического уровня зависят от характера продукции (однородной, разнородной).

**1 На этапе разработки** проводятся научно-исследовательские работы и подготовка технического задания, оценивается уровень разрабатываемой техники, в результате чего устанавливаются требования к качеству машин, и производится нормирование показателей в нормативно-технической документации.

Так, конструкторская разработка заканчивается выпуском конструкторской документации, включающей чертежи элементов и машины в целом, а также технические условия на изготовление этих элементов и машины в целом.

В конструкторской документации сформулированы требования к отдельным показателям качества, которые в совокупности призваны обеспечить требуемое качество машины.

Стадия разработки продукции включает:

- подготовку и оформление технического задания;
- разработку эскизного проекта;
- изготовление и испытания опытных образцов;
- разработку рабочего проекта и полного комплекта технической документации, необходимой для постановки продукции на производство.

**Цель оценки на этой стадии** заключается в определении меры соответствия значений показателей технического уровня и качества разработанной продукции достижениям научно-технического прогресса.

При этом используются значения показателей качества, полученные как расчетными методами, так и в результате испытаний.

По этим значениям оформляются карты ТУ и осуществляется всесторонний технико-экономический анализ.

**Основным принципом оценки технического уровня и качества** однородной продукции на стадии разработки является получение заключения об уровне качества продукции в целом, в результате сравнения совокупности значений единичных показателей ТУ оцениваемого образца продукции с соответствующей совокупностью базовых значений тех же показателей (то есть установить обобщенный (комплексный) показатель ТУП).

Требования к качеству машины, сформированные при конструкторской разработке, должны быть обеспечены при ее производстве.

**2 На этапе производства** определяются фактические значения показателей качества продукции по результатам контроля и испытаний, оценивается уровень качества изготовления продукции, и принимаются соответствующие решения при управлении качеством.

На этапе изготовления машин особое внимание обращают на важнейший показатель качества – точность всех параметров изготовления деталей машин.

**Цель оценки качества на стадии изготовления** заключается в определении меры соответствия фактических значений показателей технического уровня и качества продукции (до начала ее эксплуатации) установленным требованиям чертежей и стандартов, технических условий и другой нормативно-технической документации.

В основу оценки технического уровня и качества продукции на стадии производства положен принцип минимума доли дефектности. Мерой оценки принято считать коэффициент дефектности, который представляет собой характеристику средних потерь, связанных с наличием дефектов, приходящихся на единицу продукции.

Данным методом пользуются для оценки качества изготовления продукции на ведущих отечественных и зарубежных предприятиях.

**3 На этапе эксплуатации** оценивается уровень качества изготовленной продукции и, по результатам эксплуатации ее, принимаются управленческие решения, направленные на сохранение или повышение уровня качества продукции.

**Цель оценки технического уровня и качества при эксплуатации продукции** заключается в определении меры соответствия требованиям нормативно-технической документации фактических значений показателей качества в процессе эксплуатации.

Мерой соответствия фактических значений показателей качества после определенного срока эксплуатации значениям тех же показателей до начала эксплуатации считают различные меры близости скалярных и векторных величин.

Сопоставление значений показателей технического уровня и качества можно осуществлять как дифференциальным, так и комплексным или смешанным методом.

Эта оценка проводится для выявления путей более полного использования всех полезных свойств продукции, заложенных при ее создании.

Процесс эксплуатации продукции сопровождается постепенным ухудшением значений показателей качества, достигнутых при разработке и изготовлении. Поэтому оценка качества изделий в процессе их эксплуатации, в ряде случаев, сводится к оценке показателей их надежности, т.е. в основе оценки следует положить принцип максимума показателя долговечности или сохраняемости продукции.

Для оценки ТУКП разнородной продукции (совокупности двух или более видов продукции) применяют принцип максимума доли продукции высшей категории качества в общем объеме выпускаемой продукции – **индекс качества  $I_k$** .

В повышении качества продукции определяющая роль принадлежит стандартизации.

Содержание операций оценки технического уровня и качества на различных стадиях жизненного цикла продукции и последовательность их проведения показана на рис. 5.

Стандарты регламентируют показатели качества выпускаемой и разрабатываемой продукции, устанавливает комплекс норм, правил, требований к конструкторской и технологической документации, технологическому оснащению и оборудованию, способствует повышению уровня унификации, взаимозаменяемости, развитию автоматизации производственных процессов, росту эффективности эксплуатации и ремонта изделий.

Огромная роль в безусловном обеспечении заданного уровня качества продукции в машиностроении, принадлежит метрологии.

**Метрология** – это наука об измерениях, методах достижения их единства и требуемой точности. Совершенствование средств и техники измерения во многом определяет уровень и эффективность промышленного производства, качества технических устройств.

Важным направлением работ по повышению технического уровня и качества продукции, обеспечению ее конкурентоспособности на внешнем рынке является **сертификация** – система действий, подтверждающих соответствие фактических характеристик продукции требованиям стандартов или иных документов, которые приняты в той или иной стране, в международных организациях.

Стандартизация, метрология и сертификация являются инструментами обеспечения качества продукции. Поэтому овладение методами обеспечения качества и оценкой технического уровня продукции, базирующимися на триаде – стандартизация, метрология и сертификация, является одним из главных условий выхода продукции на рынок с конкурентоспособной продукцией.

Стадии жизненного цикла продукции		
Разработка продукции (формирование показателей ТУ)	Производство продукции (обеспечение показателей ТУ)	Эксплуатация продукции (поддерживание показателей ТУ)
Этапы и цели оценки качества продукции		
Установление цели оценки ТУ при проектировании продукции	Установление цели оценки ТУ изготовления продукции	Установление цели оценки ТУ в эксплуатации
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установление класса и группы продукции.</li> <li>2. Выбор и обоснование номенклатуры показателей качества.</li> <li>3. Выбор базового образца.</li> <li>4. Выбор метода определения значений показателей ТУКП и определение численных значений показателей ТУК оцениваемой продукции и базового образца.</li> <li>5. Выбор метода оценки и определение обобщенного показателя ТУКП.</li> <li>6. Сравнение и оценка ТУП. Составление карты ТУП.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установление методов и средств контроля качества.</li> <li>2. Выбор метода определения значений показателей качества.</li> <li>3. Определение фактических значений показателей качества по результатам контроля и испытаний.</li> <li>4. Оценка уровня качества изготовления по показателям дефектности.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установление условий эксплуатации продукции.</li> <li>2. Установление способа сбора и получения информации о качестве.</li> <li>3. Определение фактических значений показателей качества.</li> <li>4. Определение суммарного полезного эффекта и суммарных затрат.</li> <li>5. Оценка рекламаций (претензий по поводу низкого качества).</li> </ol> <p>Комплексная (интегральная) оценка ТУП.</p>
Получение результатов оценки и принятие решения.		

Рис. 5. Операции оценки технического уровня и качества продукции

#### 4. ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

**Показатели назначения** характеризуют степень соответствия изделия его целевому назначению, а также свойства, определяющие основные функции, для выполнения которых оно предназначено. При определении показателей назначения выбирают для анализа и оценки технического уровня продукции только наиболее существенные, характеризующие важнейшие свойства продукции.

Показатели назначения подразделяются на следующие подгруппы: классификационные, функциональной и технической эффективности, конструктивные, состава и структуры продукции.

**1. Классификационные показатели** характеризуют принадлежность данной продукции к определенной классификационной группе. К ним относятся: мощность двигателя, передаточное число редуктора, содержание углерода и легирующих элементов в стали и др.

Классификация (разряд, группа) – это разделение множества объектов на подмножества по их сходству и (или) различию в соответствии с принятыми методами классификации.

На практике используют два основных метода классификации – фасетный и иерархический.

**Фасетный метод** (*facette – грань отшлифованного камня*) представляет параллельное разделение множества объектов на независимые классификационные группы – фасеты. Фасеты указывают на принадлежность объектов к одной группе, и объекты объединены по одному их присущих им свойств, т.е. каждая фасета характеризует только одну из сторон классифицируемых объектов.

**Иерархический метод** (*hierarchia – расположение частей или элементов целого в порядке от высшего к низшему*) – это последовательное по структуре разделение множества объектов на соподчиненные классификационные группы. Здесь каждая последующая ступень классификации конкретизирует признак вышестоящей ступени.

**Пример.** Классификация машин: в зависимости от функционального назначения все машины классифицируют по роду, классу, виду, разновидности, типу, типоразмерам.

**Род** – это совокупность специальных машин, применяемые в конкретной отрасли производства, которые характеризуются общностью выполняемых функций, технологических процессов и технических принципов их действия, а также общностью особенностей производственного процесса, в котором эти машины используются (с/х машины, металлообрабатывающие станки и т.п.).

**Класс машин** – это машины определенного рода, отличающиеся характером выполняемой работы и предназначенные для выполнения специальных работ в определенной области производства. Например, классом с/х машин являются почвообрабатывающие машины или зерноуборочные.

**Вид машин** составляют машины, входящие в определенную группу и отличающиеся некоторыми техническими признаками. (тракторы пропашные и др.).

**Разновидность машин** – совокупность определенного вида машин, характеризующая общностью непосредственного эксплуатационного назначения (токарные станки для обработки деталей диаметром до 400 мм).

**Тип машин** – машины определенного вида или группы, отличающиеся конструктивными особенностями. Однотипные машины взаимозаменяемы.

**Типоразмеры машин** – машины определенного типа, отличающиеся параметрами некоторых технических характеристик.

Итак, в качестве классификационных показателей принимаются те, по которым можно и необходимо произвести классификацию однородной продукции с целью последующего получения количественной оценки уровня качества изделия.

**2. Показатели функциональной и технической эффективности** характеризуют полезный эффект от эксплуатации, а также прогрессивность технических решений, реализованных в данной продукции. Эти показатели являются *эксплуатационными*. К ним относятся: производительность, точность выполнения операций, выходная мощность, удельная энергоемкость работы и др.

Функциональные параметры технических изделий – это те, которые являются выходными и характеризуют техническую эффективность выполнения изделием функции по назначению.

Для анализа и отбора наиболее существенных показателей машины и ее элементов необходимо рассмотреть структуру машины, взаимосвязи ее подсистем и элементов, их иерархию.

Здесь обнаруживаются прямые связи, которые обуславливают соответствующие функциональные характеристики машины, и обратные связи, которые предъявляют определенные требования со стороны внешней по отношению к машине среды к выходным характеристикам машины и требования со стороны выходных характеристик машины к параметрам ее элементов.

О содержании функциональных показателей и показателей технической эффективности нельзя говорить обобщенно, т.е. безотносительно к конкретному объекту исследования и к его назначению. Объект, его сущность, принцип действия и т.д. определяют перечень и смысл показателей, характеризующих функциональную и техническую эффективность объекта исследования.

**3. Конструктивные показатели** характеризуют основные проектно-конструкторские решения, удобство монтажа и установки, возможность агрегатирования и взаимозаменяемости продукции.

Для продукции, на которую разработана конструкторская документация, применение конструктивных показателей при оценке уровня качества обязательно.

К конструктивным показателям относятся: *габаритные и присоединительные размеры, коэффициент сборности* (блочности), *уровень механизации или автоматизации работы изделия*, коэффициент эффективности взаимозаменяемости отдельных частей изделия и т.п.

**4. Показатели состава и структуры продукции** выражают количество в обработанных материалах примесных химических элементов и структурные состояния этих материалов.

К ним относятся: эффективность обработки сырья или материалов, массовая доля компонент, концентрация различных примесей в газообразных и жидких средах, коэффициент механизации или автоматизации и др.

Показатели состава и структуры технических изделий входят в подгруппу конструктивных показателей, а показатели состава и структуры различных материалов и связь их с потребительскими свойствами рассматриваются самостоятельно в силу их специфичности (процентное содержание одного вещества в другом, концентрация примеси в растворах и др.).

**5. Показатели назначения** играют важную роль в оценке качества, на их основе часто строят критерии оптимизации процесса управления качеством продукции, используемые для нахождения наилучших управленческих решений. Следует отметить, что практически невозможно разработать постоянную номенклатуру показателей назначения, пригодную для всех видов продукции. Отраслевые документы по оценке уровня качества содержат перечни наиболее часто употребляемых показателей назначения продукции отрасли.

### **Агротехническая оценка как метод определения функциональных показателей машин**

Одним из важных требований, предъявляемых к сельскохозяйственным машинам для механизации растениеводства, является обеспечение высокого, регламентированного ТЗ ка-

чества выполнения технологического процесса. Поэтому достоверные показатели агротехнической эффективности испытываемых машин являются определяющими для обоснования рекомендаций по результатам испытаний.

Качество выполнения технологических процессов определяется путем проведения лабораторно-полевых, лабораторных и стендовых испытаний. Для проведения лабораторных испытаний выбирается фон, отвечающий ТЗ или ТУ. До проведения опытов при испытаниях машину регулируют в соответствии с рекомендациями руководства по эксплуатации для оптимизации режима работы.

Агротехническая оценка сельскохозяйственных машин необходима для сравнительного определения всей совокупности показателей, характеризующих качество выполнения технологического процесса новой техникой.

Ввиду разнообразия типов машин насчитывается несколько сотен показателей для комплексов машин в полеводстве. Для каждого из них разработаны специфические методы в стандартах на испытания отдельных видов машин. Агротехнические показатели машин можно условно разделить на несколько групп.

**Показатели первой группы** характеризуют технологические возможности применения сельскохозяйственных машин. К ним относятся предельные показатели условий применения техники, агротехнических фонов, режимов работы и технологических характеристик, на которых может удовлетворительно осуществляться технологический процесс (влажность почвы и технологического материала; плотность, засоренность, твердость почвы и ее тип; урожайность, полеглость хлебов; пропускная способность; норма внесения технологического материала и т.п.).

**Показатели второй группы** характеризуют качество работы машин, чаще всего в благоприятных и типичных для региона условиях при оптимальных и предельных режимах. Эти показатели весьма разнообразны и регламентируются агротехническими требованиями технического задания и стандартами на методы испытаний каждой группы машин. Для типичных групп машин можно назвать следующие характерные показатели.

**Почвообрабатывающие машины** — глубина обработки, подрезание сорняков и заделка растительных остатков, крошение почвы, выровненность ее поверхности.

**Посевные и посадочные машины** — количество семян (растений) на единице площади, глубина и качество заделки, распределение их по площади (в рядках, гнездах), полевая всхожесть семян или приживаемость растений, динамика всходов, повреждение семян или растений (рассады и саженцев), величина прослойки почвы между семенами и удобрениями и т.п.

**Машины для ухода за посевами** — уничтожение сорняков, повреждение культурных растений, степень покрытия листьев ядохимикатами (для опылителей и опрыскивателей); нормы внесения технологического материала (воды для дождевальных установок, ядохимикатов для опылителей и опрыскивателей, удобрения для подкормщиков и т.д.).

**Уборочные машины** — полнота уборки или потери основной и сопутствующей продукции (зерно, клубни, корнеплоды, плоды, солома, и т.д.) в машине и в отдельных рабочих органах; повреждение продукции (дробление, раздавливание); засорение вороха землей, сорняками и другими примесями.

**Машины для послеуборочной обработки продукции** — потери, повреждение и засорение, сортность (товарная, семенная), порча или сохранность питательных свойств (содержание сахара, белка, крахмала, каротина, витаминов и др.).

**Показатели третьей группы** характеризуют устойчивость протекания технологического процесса в пространстве и во времени при различных условиях, т.е. значение отклонений показателей качества.

Получаемые при экспериментах показатели качества работы машины подвергают **анализу** различными методами. В настоящее время применяется несколько вариантов оценки агротехнических показателей: сравнение с нормативами, оценка по влиянию на урожай и

другие экономические и комбинированные критерии.

**Сравнение с нормативами** предусматривает сопоставление фактических показателей, полученных при испытании, с показателями, регламентированными требованиями технического задания или другой нормативной документации.

**Величина урожая** является одним из наиболее распространенных критериев агротехнической оценки машин и комплексов для уборки сельскохозяйственных культур. Потери урожая и соответствующие убытки для уборочных машин определять значительно проще, чем потенциальный урожай от применения новых плугов, сеялок, культиваторов, луцильников, разбрасывателей удобрений, катков, опрыскивателей и других машин. Влияние этих машин и комплексов на урожай должно устанавливаться закладкой полевых опытов с доведением до урожая. Этот путь очень трудоемкий и длительный. По общепринятой методике опыты закладывают в течение трех лет. Только после этого можно давать соответствующие рекомендации. Но и по данным трехлетних опытов не всегда удается выявить преимущества или недостатки машины. Поэтому в большинстве случаев при испытаниях ограничиваются сопоставлением полученных фактических значений качественных показателей работы машины с требованиями технического задания. Такой способ оценки исходит из того, что в ТЗ включены научно обоснованные значения показателей.

**Количество продукции и повышение (снижение) ее качества** являются важным экономическим критерием оценки машины. Он применяется в основном для уборочных машин, а также машин для послеуборочной доработки и хранения сельскохозяйственной продукции.

Технологические операции по оценке	Функциональные задачи
Определение цели испытаний	Изучение НД на машину и технологические процессы, определение функциональных показателей качества выполнения машиной технологического процесса, выбор машины-аналога
Формирование номенклатуры показателей оценки	Формирование номенклатуры и значений показателей, характеризующих условия применения и качество работы машины
Выбор методов оценки	Подбор и (или) разработка методов определения показателей назначения (качества выполнения технологических процессов). Формирование рабочей программы и методики испытаний
Приборное обеспечение	Подбор и (или) разработки приборов и оборудования для определения показателей назначения (качества выполнения технологического процесса), обеспечивающих требуемую точность измерений. Аттестация и поверка приборов, оборудования и методики применения
Выбор фонов и режимов для проведения опытов	Подбор фонов и режимов использования машины с целью проведения опытов по определению показателей, характеризующих ее назначение
Определение показателей: проведение лабораторных, стендовых, лабораторно-полевых опытов	Определение и регистрация значений показателей условий применения по назначению (качества выполнения технологического процесса) машины в условиях использования ее на установленных фонах и режимах

#### **Общие положения по агротехнической оценке**

Для проведения агротехнической оценки **составляется рабочая программа и методика испытаний (РПМИ)**, которая является организационно-методическим документом по испытаниям конкретной машины. РПМИ устанавливает режимы, условия и место проведения испытаний, определения показателей с указанием погрешности, средств измерений и испол-

нителей испытаний.

РПМИ разрабатывается на основании типовой программы и методики испытаний, разработанной для группы сельскохозяйственной техники.

Полученные при оценке значения показателей сопоставляются с требованиями нормативной документации (ГОСТ, СТБ, ТЗ, ГУ и т.п.), а также с показателями машины-аналога.

На основании полученной информации делается вывод о соответствии показателей нормативным требованиям, анализируются причины изменения показателей и дается заключение о пригодности машины по качественным показателям работы к применению в сельскохозяйственном производстве.

### **Определение условий испытаний**

Условия испытаний новой техники должны быть типичными для региона ее применения и соответствовать области применения машины согласно ее эксплуатационной документации.

Основным нормативным документом, регламентирующим порядок определения условий испытаний, является ГОСТ 20915 «Методы определения условий испытаний», который устанавливает методы определения:

- *метеорологических условий;*
- *характеристики поля (участка);*
- *характеристики почвы;*
- *характеристики обрабатываемого материала, продукции и т.п.*

**Метеорологические условия** характеризуются температурой и относительной влажностью воздуха, скоростью ветра. Для измерений применяют: психрометр с погрешностью измерения  $\pm 2\%$  и анемометр с погрешностью измерения  $\pm(0,06 V + 0,3 \text{ м/с})$ .

**Характеристика поля** включает определение рельефа поля (участка), микрорельефа, типа почвы, засоренности посевов и почвы сорными растениями, камнями, кустарниковой растительностью. Засоренность посевов и почвы определяется количественным и весовым методами на учетных площадках, равномерно расположенных на участке (по диагонали или длине прохода машины). Допускается определение засоренности одним из методов в зависимости от влияния ее на технологический процесс работы машины. Количество учетных площадок и их размер следует определять в зависимости от назначения машины или технологического приема.

При определении характеристики поля применяют: нивелирные координатные рейки; нивелиры с погрешностью измерения  $\pm 1 \text{ см}$ ; штыри металлические; линейки  $1 \text{ м} \pm 1 \text{ см}$ ; весы; наборы решет с погрешностью измерения  $\pm 0,1 \text{ мм}$ .

Для **характеристики почвы** определяют ее тип, агрегатный состав, влажность, твердость, плотность.

При определении этих показателей применяют: почвенные твердомеры, плотномеры, сушильные шкафы, весы аналитические, наборы решет и другие вспомогательные средства.

При определении **влажности** до взвешивания навески почвы, семена, растения и другие материалы должны быть подготовлены в соответствии с ГОСТ 20915.

Влажность  $W$  семян, растений и материалов (%) определяют по формулам:

а) при сушке в один прием:

$$W = \frac{a'}{c'} \cdot 100 \%,$$

где  $a'$  — масса испарившейся при сушке воды, г;

$c'$  — масса сырой навески семян (материала), г;

б) при сушке в два приема:

$$W = \left( 20 - \frac{Aa''}{5} \right) \cdot \frac{100}{20},$$

где  $A$  — масса 20-граммовой навески измельченных семян после предварительного подсушивания;

$a''$  — масса 5-граммовой навески размолотых семян после повторного подсушивания.

Для определения **влажности растений и других материалов** допускается применять экспресс-методы с помощью влагомеров, позволяющих определять влажность материалов с погрешностью не более 1 % при влажности до 18 % и с погрешностью не более  $\pm 2$  % при влажности свыше 18 %.

**Твердость почвы** следует определять почвенным твердомером в местах определения влажности. Глубину определения твердости почвы и количество слоев следует устанавливать в зависимости от назначения машины.

Твердость почвы  $P$  в кг/см<sup>2</sup> следует определять по формуле

$$P = \frac{h_{\text{ср}} q}{S},$$

где  $h_{\text{ср}}$  — величина средней ординаты диаграмм твердости, см;

$q$  — масштаб пружины, кг/см;

$S$  — площадь поперечного сечения плунжера, см<sup>2</sup>.

Среднюю ординату (мм) следует определять планиметрированием диаграммы и подсчитывать по формуле

$$h_{\text{ср}} = \frac{F}{l},$$

где  $F$  — площадь диаграммы, мм<sup>2</sup>;

$l$  — длина диаграммы, мм,

или измерением ряда ординат через 1 см длины диаграммы и вычислением их среднего арифметического значения.

Среднее значение **твердости почвы** на всем участке следует подсчитывать как среднее арифметическое из 5 опытов (диаграмм).

Результаты обработки диаграмм по определению твердости почвы должны быть занесены в таблицу «Определение твердости почвы».

В протокол заносятся данные средней твердости почвы по всему участку.

**Плотность почвы**  $Q$  (г/см<sup>3</sup>) следует определять по формуле

$$Q = \frac{b}{V},$$

где  $b$  — масса абсолютно сухой почвы (со всего бура), г;

$V$  — объем образца взятой почвы, см<sup>3</sup>.

Глубину определения плотности почвы устанавливают в зависимости от назначения машины.

В лаборатории взятый образец почвы взвешивают и высушивают при температуре 105° С до постоянной массы. По массе пробы до высушивания и массе абсолютно сухой почвы после сушки определяют массу абсолютно сухой почвы в объеме всего образца.

Определение характеристики обрабатываемого материала или культуры включает определение влажности семян, растений и других материалов по методам ГОСТ 12041 «Семена сельскохозяйственных культур. Метод определения влажности».

Определение **засоренности семян** сорной растительностью, органическими, минераль-

ными примесями должно производиться по методам ГОСТ 12036 и ГОСТ 12037.

Засоренность семян зерновых, зернобобовых, сахарной свеклы, кормовых и других культур следует определять по соответствующим стандартам на каждую культуру.

Все результаты измерений заносятся в специальные формы, предусмотренные ГОСТ 20915.

### **Проведение агротехнической оценки отдельных видов машин**

#### **Зерноуборочные комбайны**

**Оценка показателей качества** выполнения технологического процесса производится по методам ОСТ 70.8.1 «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины зерноуборочные. Программа и методы испытаний».

Определяемые показатели условий испытаний и качества выполнения технологического процесса зерноуборочных комбайнов, валковых жаток и подборщиков следующие.

#### **А. Характеристика культуры перед прямым комбайнированием и скашиванием в валки:**

*Культура, сорт.*

*Способ уборки.*

*Спелость культуры, %:*

$$C = \frac{n_i}{n} \cdot 10^2,$$

где  $n_1$  — количество зерен данной группы в партии, шт.;

$n$  — общее количество зерен в партии, шт. (Вычисления производятся до целого числа).

*Высота растений, см:*

$$\bar{l} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n l_i,$$

где  $l_i$  — высота отдельных растений, см;

$n$  — количество измерений.

*Полеглость растений, %:*

$$\Pi = \frac{\bar{l} - \bar{l}_2}{\bar{l}} \cdot 10^2,$$

где  $\bar{l}$  — средняя высота растений, см;

$\bar{l}_2$  — среднее расстояние от поверхности почвы до вершины склонившегося колоса, см;

$$\bar{l}_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n l_{2i},$$

где  $l_{2i}$  — расстояние от поверхности почвы до вершины склонившегося колоса отдельных растений, см;

$n$  — количество измерений.

*Распределение колосьев по высоте, %:*

$$P = \frac{P_i}{n} \cdot 10^2,$$

где  $P_i$  — количество колосьев в  $i$ -ой группе, шт.

$n$  — суммарное количество растений, срезанных с десяти площадок, шт.

*Засоренность культуры над фактической высотой среза (по массе), %.*

*Потери зерна от самоосыпания, %:*

$$\bar{q}_l = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_{li},$$

где  $q_{li}$  — масса зерна, собранного с  $i$ -той учетной площадки, г;  
 $n$  — количество учетных площадок.

*Отношение массы зерна к массе соломы.*

*Влажность зерна, %.*

*Влажность соломы, %.*

*Урожайность зерна, ц/га.*

*Масса 1000 шт. зерен, г.*

**Б. Характеристика валка и культуры в валке, определяемая перед подбором валков:**

*Тип валка.*

*Высота валка, см.*

*Толщина валка, см.*

*Просвет между почвой и валком, см.*

*Ширина валка, см.*

*Расстояние между валками, м.*

*Ширина захвата жатки, м.*

*Длина стеблей в валке, см.*

*Потери зерна за валковой жаткой, %.*

*Масса 1 м валка, кг:*

$$q_v = \frac{G_3 + G_c}{L},$$

где  $G_3$  — масса зерна, собранного с учетной делянки, кг;

$G_c$  — масса соломы и половы, собранных с учетной делянки, кг;

$L$  — длина учетной делянки, м.

*Распределение зерна по ширине валка, %:*

слева;

посередине;

справа.

*Характеристика поля и почвы.*

*Уклон поля, град.*

*Количество камней на 1 м<sup>2</sup>, шт.*

*Влажность почвы в слое 0—10 см, %.*

*Твердость почвы в слое 0—10 см, Па.*

**В. Показатели качества работы.**

*В1. Качество работы валковой жатки:*

*Ширина захвата, м:*

$$B_{ж} = \frac{\sum_{i=1}^n B_i}{n}.$$

*Высота среза, см:*

$$\bar{h} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{n};$$

среднеквадратическое отклонение, см:

$$\sigma_h = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h})^2}{n-1}};$$

коэффициент вариации, %:

$$V = \frac{\sigma_h}{\bar{h}} \cdot 100.$$

*Высота валка, см.*

*Толщина валка, см.*

*Просвет между почвой и валком, см.*

*Ширина валка, см.*

**Потери зерна за жаткой, %:**

*а) потери за жаткой свободного зерна в межвалковом пространстве, %,*

$$\Delta q_{\text{сзж}} = \frac{10q_{\text{сзж}}}{S_2 Y_3} - \frac{10q_c}{S Y_3},$$

где  $q_{\text{сзж}}$  — потери свободного зерна в межвалковом пространстве, г;

$q_c$  — потерн зерна от самоосыпания, г;

$S_2$  — площадь рамки для учета потерь свободного зерна в межвалковом пространстве, м<sup>2</sup>;

$S$  — площадь, с которой учтены потери от самоосыпания, м<sup>2</sup>;

$Y_3$  — урожайность зерна, ц/га:

$$Y_3 = \frac{G_3 Z_M}{LB_{\text{ж}}} + \frac{q_{\text{нкж}}}{10S_1} + \frac{q_{\text{скж}}}{10S_1} + \frac{q_{\text{сзж}}}{10S_2} + \left( \frac{q'_{\text{сзж}}}{10S_3} - \frac{q_{\text{сзж}}}{10S_2} \right) \cdot \frac{S_3}{S_2 + S_3},$$

где  $G_3$  — масса зерна в бункере, кг;

$Z_M$  — содержание основного зерна и зерновой примеси в зерне из бункера, %;

$L$  — длина учетной делянки, с которой собрано зерно в бункер, м;

$q_{\text{нкж}}$  — потери зерна в несрезанных колосьях в межвалковом пространстве, г;

$S_1$  — площадь рамки для учета потерь зерна в срезанных и несрезанных колосьях, м<sup>2</sup>;

$q'_{\text{сзж}}$  — потери свободного зерна под валком;

$S_3$  — площадь рамки для учета потерь свободного зерна под валком, м<sup>2</sup>;

*б) потери за жаткой свободного зерна под валком, %,*

$$\Delta q'_{\text{сзж}} = \frac{10q'_{\text{сзж}}}{S_3 Y_3} - \frac{10q_c}{S Y_3} \cdot \frac{S_3}{S_2 + S_3};$$

*в) потери за жаткой зерна в срезанных колосьях в межвалковом пространстве, %,*

$$\Delta q_{\text{скж}} = \frac{10q_{\text{скж}}}{S_1 Y_3};$$

где  $q_{\text{скж}}$  — потери зерна в срезанных колосьях, %;

*г) потери за жаткой зерна в несрезанных колосьях, %,*

$$\Delta q_{\text{кж}} = \frac{10q_{\text{кж}}}{S_1 Y_3};$$

*д) потери за жаткой зерна в несрезанных колосьях под валком, %,*

$$\Delta q'_{\text{нкж}} = \frac{10q'_{\text{нкж}}}{S_4 Y_3} \cdot \frac{S_4}{S_4 + S_1};$$

где  $q'_{\text{нкж}}$  — потери зерна в несрезанных колосьях под валком, г;  
 $S_4$  — площадь рамки для учета потерь зерна в несрезанных колосьях под валком, м<sup>2</sup>;  
 е) суммарные потери зерна за жаткой, %,

$$\Delta q_{\text{ж}} = \Delta q_{\text{сзж}} + \Delta q_{\text{кж}} + \Delta q_{\text{нкж}} + \Delta q'_{\text{сзж}} + \Delta q'_{\text{нкж}}.$$

*Производительность комбайна в час основного времени при уровне потерь зерна за молотилкой 1,5% на подборе валков, т:*

$$W = 3,6 \frac{G_3 Z_{\text{м}}}{t},$$

где  $t$  — время прохождения учетной делянки, с.

*Распределение зерна по ширине валка, %:*

слева;

посередине;

справа.

*В2. Качество работы жатки комбайна.*

Определяют показатели по п. В1 до а), а также следующие.

**Потери зерна за жаткой, %:**

а) потери за жаткой свободным зерном, %,

$$\Delta q_{\text{сз}} = \frac{10q_{\text{сз}}}{S_2 Y_3} - \frac{10q_{\text{с}}}{S Y_3},$$

где  $q_{\text{сз}}$  — потери свободного зерна, г;

$Y_3$  — урожайность зерна, ц/га:

$$Y_3 = \frac{G_3 Z_{\text{м}}}{LB_{\text{ж}}} + \frac{q_{\text{нк}}}{10S_1} + \frac{q_{\text{ск}}}{10S_1} + \frac{q_{\text{сз}}}{10S_2},$$

где  $q_{\text{нк}}$  — потери зерна в несрезанных колосьях, г;

$q_{\text{ск}}$  — потери зерна в срезанных колосьях, г;

$q_{\text{сз}}$  — потери свободного зерна, г;

$S_1$  — площадь рамки для учета потерь зерна в срезанных и несрезанных колосьях, м<sup>2</sup>;

$S_2$  — площадь рамки для учета потерь свободным зерном, м<sup>2</sup>;

б) потери за жаткой зерна в срезанных колосьях, %,

$$\Delta q_{\text{ск}} = \frac{10q_{\text{ск}}}{S_1 Y_3},$$

в) потери за жаткой зерна в несрезанных колосьях, %,

$$\Delta q_{\text{нк}} = \frac{10q_{\text{нк}}}{S_1 Y_3};$$

г) суммарные потери зерна за жаткой, %,

$$\Delta q' = \Delta q_{\text{сз}} + \Delta q_{\text{ск}} + \Delta q_{\text{нк}}.$$

*Высота среза, см:*

$$\bar{h} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{n};$$

где  $\bar{h}$  — среднее значение, см;

$h_i$  — текущее значение;

$n$  — количество измерений;

среднеквадратическое отклонение, см:

$$\sigma_h = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h})^2}{n-1}};$$

коэффициент вариации, %:

$$V = \frac{\sigma_h}{\bar{h}} \cdot 100.$$

*ВЗ. Качество работы молотилки комбайна.*

*Пропускная способность молотилки при отношении массы зерна к массе соломы 1:1,5 и уровне потерь 1,5 %, кг/с.*

*Отношение массы зерна к массе соломы:*

$$\gamma = 1 : \frac{G_c + G_{\text{п}}}{G_3},$$

где  $G_c$  — масса соломы, кг;

$G_{\text{п}}$  — масса половы, кг;

$G_3$  — масса зерна, кг.

*Урожайность зерна на учетной делянке повторности опыта, ц/га:*

$$y_3 = \frac{G_3 Z_{\text{м}} + 0,1q\eta}{B_{\text{ж}} L},$$

где  $Z_{\text{н}}$  — содержание основного зерна и зерновой примеси в зерне из бункера, %;

$$\eta = \frac{q + q_1}{q},$$

где  $\eta$  — коэффициент тарировки лабораторной молотилки;

$q$  — масса потерь при первом обмолоте пробы на лабораторной молотилке;

$q_1$  — масса потерь при повторном обмолоте пробы на лабораторной молотилке.

*Подача фактическая, кг/с:*

$$\Pi_{\text{ф}} = \frac{G_c + G_{\text{п}} + G_3}{t},$$

*Подача приведенная, кг/с:*

$$\Pi_{\text{п}} = 1,67 \frac{G_c + G_{\text{п}}}{t}.$$

*Масса 1 м валка, кг:*

$$G_{\text{в}} = \frac{G_3 + G_c + G_{\text{п}}}{L};$$

среднеквадратическое отклонение, ±кг:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum (G_B - \bar{G}_B)^2}{n-1}};$$

Потери зерна за молотилкой, г:

$$\Delta q_M = \Delta q_{nc} + \Delta q_{нп} + \Delta q_{cc} + \Delta q_{сп}.$$

Потери зерна недомолотом в соломе (за соломотрясом), %:

$$\Delta q_{nc} = \frac{\eta_M q_{nc} \cdot 100}{10G_3 Z_M + q_M \eta_M},$$

где  $q_{nc}$  — потери зерна недомолотом в соломе, г;

$\eta_M$  — коэффициент тарировки молотилки.

Потери зерна недомолотом в полове (за очисткой), %:

$$\Delta q_{нп} = \frac{\eta_M q_{нп} \cdot 100}{10G_3 Z_M + q_M \eta_M}.$$

Потери свободным зерном в соломе, %

$$\Delta q_{cc} = \frac{\eta_M q_{cc} \cdot 100}{10G_3 Z_M + q_M \eta_M}.$$

Потери свободным зерном в полове, %

$$\Delta q_{сп} = \frac{\eta_M q_{сп} \cdot 100}{10G_3 Z_M + q_M \eta_M}.$$

Потери зерна в щели комбайна, %

$$\Delta q_{щ} = \frac{q_{щ} \cdot 100}{10G_3 Z_M + q_{щ} q_M \eta_M}.$$

где  $q_{щ}$  — потери зерна в щели комбайна, г.

Потери зерна распылом, %:

$$\Delta q_{др} = D_{др} + K_p,$$

где  $D_{др}$  — дробление зерна, %;

$K_p$  — коэффициент распыла.

Суммарные потери зерна за молотилкой, %:

$$\Delta q = \Delta q_{nc} + \Delta q_{cc} + \Delta q_{сп} + \Delta q_{нп} + \Delta q_{др} + \Delta q_{щ}.$$

Подача соломы на соломотряс, кг/с:

$$\Pi_c = \frac{G_c}{t}.$$

Подача вороха на очистку, кг/с:

$$\Pi_B = \frac{G_3 G_{II}}{t}.$$

Содержание сорной примеси в зерне из бункера, %.

Дробление зерна, %.

Обрушивание зерна (для пленчатых культур), %.

*Микроповреждение зародыша зерна, %.*

#### **В4. Качество работы подборщика.**

*Урожайность зерна, ц/га:*

$$Y_3 = \frac{G_3 Z_M}{LB_{\text{ж}}} + \frac{q_{\text{скп}}}{10l_1 B_{\text{ж}}} + \frac{q_{\text{сзп}}}{10l_2 B_{\text{ж}}},$$

где  $l_1$  — длина рамки для учета потерь зерна в колосьях за подборщиком, м;  
 $l_2$  — длина рамки для учета потерь свободного зерна за подборщиком, м;  
 $q_{\text{скп}}$  — потери зерна в колосьях, г;  
 $q_{\text{сзп}}$  — потери свободного зерна, г;  
 $B_{\text{ж}}$  — ширина, с которой сформирован валок, м.  
*Потери за подборщиком зерна (в колосьях), %:*

$$\Delta q_{\text{скп}} = \frac{10q_{\text{сзп}}}{l_2 B_{\text{ж}} Y_{\text{ж}}} - \Delta q_{\text{скж}},$$

где  $q_{\text{скж}}$  — потери зерна за валковой жаткой в срезанных колосьях в межвалковом пространстве.

*Потери за подборщиком свободного зерна, %:*

$$\Delta q_{\text{сзп}} = \frac{10q_{\text{сзп}}}{l_2 B_{\text{ж}} Y_3} - \Delta q'_{\text{сзж}},$$

где  $\Delta q'_{\text{сзж}}$  — потери свободного зерна под валком.  
*Суммарные потери зерна за подборщиком, %:*

$$\Delta q_{\text{п}} = \Delta q_{\text{скп}} + q_{\text{сзп}}.$$

*Скорость движения, км/ч:*

$$V = 3,6 \cdot 10^2 \frac{L}{t}.$$

Показатели качества выполнения технологического процесса после математической обработки заносят в ведомости-формы в соответствии с ОСТ 70.8.1.

По сравниваемым машинам **анализируют значения показателей**, основными из которых являются:

- потери за жаткой;*
- потери за молотилкой;*
- пропускная способность;*
- производительность за час основного времени;*
- содержание сорной примеси в зерне из бункера.*

## 5. ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Эксплуатационно-технологическую оценку машин проводят в сельскохозяйственных регионах (зонах), для которых они предназначены, с учетом отличительных характеристик зон, условий эксплуатации и правил производства механизированных работ.

**Испытания опытных машин предусматривают проверку** на всех видах работ, для которых они предназначены согласно ТЗ и программе испытаний.

На каждом виде работ испытания проводят на **типичном** и **экстремальном** фонах.

Под «**типичным**» следует понимать фон, характеристики которого должны соответствовать или быть близкими паспортным характеристикам типичного хозяйства зоны (по длине гона, расстоянию транспортирования груза, урожайности, твердости и влажности почвы и т. п.).

Условия фона также должны соответствовать условиям, заданным в ТЗ (ТУ).

Если в течение агротехнического срока условия фона изменяются от верхнего до нижнего значений границ, заданных в ТЗ (например, во время уборки картофеля влажность почвы колеблется от минимальных до максимальных значений, заданных в ТЗ), эксплуатационно-технологическую оценку следует проводить в условиях фона со значениями характеристик, близких к средним значениям, заданным в ТЗ.

Объем работ на данном фоне должен быть достаточным для проведения эксплуатационно-технологической оценки испытываемого и базового агрегатов, а также для определения показателей качества работы, показателей энергооценки и при необходимости показателей условий труда механизатора. Определение показателей качества работы, энергетических показателей и показателей эксплуатационно-технологической оценки должно проводиться во взаимосвязи.

К **экстремальным** относят фоны, у которых один или несколько показателей имеют значение, установленное в ТЗ, плюс 15% нижнего и минус 15% верхнего значений норматива. Например, если ТЗ установлено значение показателя условия работы в пределах от 4 до 15, то экстремальным следует считать фон со значениями от 4 до 6 (4 плюс  $0,15 \cdot 4$ ) и от 12,75 до 15 (15 минус  $0,15 \cdot 15$ ).

Если агрегат испытывался на нескольких фонах (типичном и экстремальном) одного вида работ, следует определять **средневзвешенные по фонам** эксплуатационно-технологические показатели (производительность, расход топлива, расход электроэнергии и т.д.) по формуле

$$\bar{C} = \frac{\sum_{j=1}^n C_j P_j}{\sum_{j=1}^n P_j},$$

где  $C_j$  — эксплуатационно-технологический показатель на  $j$ -м фоне;

$P_j$  — весовые коэффициенты фонов (удельные веса);

$n$  — количество фонов.

В случае испытания агрегата **в разных, отличающихся условиях**, но принадлежащих типичному фону, эксплуатационные показатели следует определять в каждом условии отдельно, а показатели по фону в данном случае определяют как средние из показателей, полученных в данных условиях. Во время **контрольной смены** воспроизводят режим работы агрегата, установленный в ТЗ, и определяют показатели качества работы. Если показатели качества не удовлетворяют агротехническим требованиям, следует задать максимально допустимый по показателям качества режим работы и на данном режиме провести эксплуатационно-технологическую и энергетическую оценки. Если данное требование невыполнимо из-

за длительности определения показателей качества, во время контрольной смены воспроизводят максимально допустимый по показателям качества режим работы, установленный агротехнической оценкой.

**Сбор информации** для эксплуатационно-технологической оценки машин проводят во время **контрольных смен** и в течение всего **периода испытаний на надежность**. В последнем случае имеется в виду получение информации по времени на устранение технических и технологических неисправностей (отказов), а также на проведение наладки и регулировок.

Эксплуатационно-технологическую **оценку новых машин** проводят путем сравнения полученных значений показателей по новой машине с нормативными значениями по ТЗ и показателями базового варианта. За базу для сравнения принимают результаты испытаний по серийной машине, полученные в сопоставимых условиях. При наличии информации по базовому варианту, приведенной к условиям работы новой машины или полученной в аналогичных условиях (данные нормировочных станций, результаты испытаний предыдущих лет и т. п.), она может быть использована для сравнительной оценки машин.

На этапе **периодических испытаний** серийных образцов результаты испытаний сравнивают с нормативными значениями эксплуатационно-технологических показателей, предусмотренных **техническими условиями** на машины.

При подготовке машин к проведению функциональных испытаний должны быть соблюдены следующие требования:

- *техническое состояние машин, представленных на испытания должно отвечать ТЗ (или ТУ) и инструкции по эксплуатации;*
- *машина должна быть агрегатирована с соответствующими энергетическими средствами, удовлетворять требованиям безопасности и гигиены труда;*
- *энергетические средства (тракторы, самоходные шасси, двигатели) и электроприводы сельскохозяйственных агрегатов должны соответствовать нормативам, установленным технической документацией на конкретные типы машин;*
- *до начала испытаний машина должна быть обкатана и отрегулирована в соответствии с инструкцией по эксплуатации;*
- *техническое и технологическое обслуживание агрегатов следует проводить с использованием персонала и технических средств, предусмотренных инструкцией по эксплуатации.*

**Показатели, определяемые при эксплуатационно-технологической оценке, и методы их получения**

При эксплуатационно-технологической оценке определяют:

- *производительность за час основного, сменного и эксплуатационного времени;*
- *удельный расход топлива, электроэнергии;*
- *количество обслуживающего персонала;*
- *объем, количество и качество продукции.*

Для получения необходимых при расчетах данных испытаний используют следующие **методы**:

**хронографию** рабочего времени, когда все операции и элементы времени записывают в хронологической последовательности в форму наблюдательного листа;

**фотохронометраж**, представляющий собой комбинированное наблюдение, при котором в отдельные периоды проводится сплошная фотография рабочего времени, а в другие — хронометраж.

Допускается данные испытаний получать хронометражными наблюдениями, когда элементы времени регистрируют путем **измерения длительности циклически повторяющихся элементов времени**, например на повороты, выгрузку (загрузку), агрегатирование и перевод в рабочее и транспортное положение и др. Следует отметить, что к работающим по технологическим циклам машинам относятся такие, у которых время основной работы прерывается какой-либо операцией вспомогательного времени (поворотом, переездом, выгруз-

кой, загрузкой и т. д.).

За **технологический цикл мобильных полевых агрегатов** следует принимать период времени от начала поворота до начала следующего поворота или от начала технологического переезда до начала следующего технологического переезда.

За **технологический цикл стационарных машин** следует принимать период времени от начала одного технологического обслуживания до начала следующего такого же технологического обслуживания.

Остальные типы машин — это **машины, у которых время основной работы не прерывается повторяющейся операцией вспомогательного времени**, т.е. у которых поступление технологического материала происходит в течение всей смены непрерывно (а не технологическими партиями), например работа зернопульта, проточных поилок и т. п.

Необходимое количество элементов сменного времени должно соответствовать следующим значениям.

**Время основной работы:**

- а) для машин, работающих по технологическим циклам, — не менее 10 циклов;
- б) для остальных типов машин — не менее трех контрольных смен общей продолжительностью не менее 18 часов сменного времени.

**Время одного поворота**, одного технологического обслуживания — фактическое количество за время основной работы, но не менее десяти измерений.

**Время на подготовку агрегата к работе и переезду** — не менее трех измерений.

Помимо измерений элементов сменного времени при испытаниях агрегатов фиксируют следующие данные:

**по организации испытаний** — дату и место испытаний, вид работы и состав агрегата, марку машины;

**по условиям испытаний** — метеорологические, почвенные, природные, агробиологические, например, характеристику поля, культуры, количество осадков и т. п.;

**по режимам работы** — скорость движения, глубину обработки, высоту среза, густоту посадки, частоту колебаний, встряхиваний и т. д.;

**по качеству работы** — агротехнические, зоотехнические показатели.

При наблюдениях учитывают:

- количество обслуживающего персонала;
- расход топлива (электроэнергии) на рабочий процесс и холостой ход, расход основных и вспомогательных материалов;
- объем выполненной работы в гектарах, тоннах, тонно-километрах (и других физических единицах).

**Объем выполненной работы** определяют следующим образом:

а) количество убранного (внесенного, переработанного, перевезенного и т. п.) основного продукта — взвешиванием всего продукта;

б) количество убранного (внесенного, переработанного, перевезенного и т. п.) побочного продукта, материалов, грузов — посредством контрольных взвешиваний, количество которых должно быть не менее пяти на работах каждого вида;

в) размер убранной, обработанной площади — непосредственным обмером участка.

**Производительность машин** за 1 час основного времени и  $W_0$  рассчитывают по формулам:

а) для машин, работающих по технологическим циклам

$$\bar{W}_0 = \frac{1}{n_j} \sum_{j=1}^{n_j} W_{0,j},$$

$$W_{0,j} = \frac{F_j}{T_{1,j}};$$

где

$$W_0 = \frac{F}{T_1},$$

б) для остальных типов машин

где  $T_1$  — время основной работы, за которое выполнен объем работы  $F$ .

Производительность за 1 час сменного  $W_{см}$  и эксплуатационного времени  $W_{эк}$  рассчитывают по формулам

$$W_{см} = \frac{\hat{F}}{\hat{T}_{см}}, \quad W_{эк} = \frac{\hat{F}}{\hat{T}_{эк}},$$

где символ  $\hat{\phantom{x}}$  означает принадлежность элемента времени нормативной продолжительности смены и объему работ, выполненному за это время.

Объем выполненной работы за нормативную смену рассчитывают по формуле

$$\hat{F} = \bar{W}_0 \hat{T}_1.$$

Удельный расход топлива  $q$  рассчитывают по формуле

$$q = \frac{\bar{Q}_1 \hat{T}_1 + \bar{Q}_{21} \hat{T}_{21} + \bar{Q}_{пер} \hat{T}_{пер} + \bar{Q}_x \hat{T}_x}{\hat{F}},$$

где  $\bar{Q}_1$  — среднее значение расхода топлива за время основной работы в пределах нормативной продолжительности смены;

$\bar{Q}_{21}$  — среднее значение расхода топлива на повороты;

$\hat{T}_{21}$  — время на повороты в пределах нормативной продолжительности смены;

$\bar{Q}_{пер}$  — среднее значение расхода топлива на переезды к месту работы и обратно;

$\hat{T}_{пер}$  — время на холостые переезды в пределах нормативной продолжительности смены;

$\bar{Q}_x$  — время на холостую работу двигателя;

$\hat{T}_x$  — продолжительность работы двигателя на холостом ходу в пределах нормативной продолжительности смены.

**Среднюю рабочую скорость** агрегата  $\bar{v}_p$ , среднюю скорость движения по полю с грузом  $\bar{v}_{сг}$ , среднюю скорость движения по полю без груза  $\bar{v}_{бг}$  и среднюю транспортную скорость агрегата  $\bar{v}_{тр}$  рассчитывают по формуле

$$\bar{v}_p (\bar{v}_{сг}, \bar{v}_{бг}, \bar{v}_{тр}) = \frac{3,6}{n} \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{T_i}.$$

Необходимое количество измерений рабочей скорости должно быть не менее 10. Количество измерений скорости с грузом, скорости движения без груза и транспортной скорости — не менее трех.

**Среднюю техническую скорость** агрегата  $\bar{v}_{тех}$  рассчитывают по формуле

$$\bar{v}_{тех} = \frac{2\bar{v}_{сг} \bar{v}_{бг}}{\bar{v}_{сг} + \bar{v}_{бг}}.$$

**Количество обслуживающего персонала** определяют при выполнении технологического процесса в зависимости от режима работы агрегата, качества и надежности выполнения как основного технологического процесса, так и вспомогательных операций.

**Погрешность измерений** при контрольных сменах не должна превышать следующих

значений:

<i>измерение времени до 5 мин</i>	$\pm 1 \%$
<i>измерение времени свыше 5 мин</i>	$\pm 0,5 \%$
<i>измерение длины</i>	$\pm 1 \%$
<i>взвешивание</i>	$\pm 0,5 \%$
<i>измерение расхода топлива</i>	$\pm 2 \%$
<i>измерение электроэнергии</i>	$\pm 1 \%$
<i>измерение расхода топлива</i>	$\pm 3 \%$

Применяемые средства для проведения функциональных испытаний:

**для измерения времени** — часы, секундомеры, аппаратура для регистрации информации при испытаниях сельскохозяйственной техники;

**для измерения длины** — циркуль двухметровый;

**для взвешивания** — стационарные весы;

**для измерения расхода топлива** — датчики и расходомеры топлива;

**для измерения электроэнергии** — счетчики электроэнергии;

**для измерения расхода жидкости** — счетчики израсходованной жидкости.

### **Обработка, анализ и выводы по результатам эксплуатационно-технологической оценки машин**

Данные испытаний, полученные с помощью ручной хронографии, заносят в наблюдательные листы; при аппаратном способе хронометража информацию, накапливаемую в аппаратуре в хронологической последовательности на любом носителе информации, сохраняющем свои характеристики в течение заданного времени, перезаписывают на носитель, удобный для ввода в ЭВМ, и используют для расчета эксплуатационных показателей на ЭВМ с использованием программного обеспечения.

При обработке наблюдательных листов и определении показателей на ЭВМ для машин, работающих по технологическим циклам, подвергаются обработке с использованием статистических методов следующие показатели:

- *производительность за 1 час основного времени;*
- *время поворота;*
- *время технологического обслуживания (выгрузки, загрузки);*
- *рабочая скорость;*
- *расход топлива за 1 час основного времени (при аппаратном способе его получения);*
- *скорость движения по полю с грузом и без груза (для машин, работающих с технологическими переездами для загрузки или выгрузки).*

**Статистический метод** обработки данных испытаний на ЭВМ предусматривает следующие этапы:

а) *выбраковку аномальных (резко выделяющихся) данных по Ст СЭВ 545-77 «Правила оценки аномальности результатов Наблюдений» ГОСТ 11.002;*

б) *определение статистических характеристик полученного материала (среднее значение, среднеквадратическое отклонение, коэффициент вариации и т.д.) по Ст СЭВ 876 «Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров нормального распределения», ГОСТ 11.004, и оценку точности;*

в) *оценку различия средних значений по испытываемой и базовой машинам или в сравнении с нормативным значением.*

### **Методика обработки наблюдательных листов по машинам, работающим по технологическим циклам**

1. Из наблюдательных листов последовательно выбирают продолжительность каждого поворота  $T_{21i}$ , каждой выгрузки (загрузки)  $T_{23i}$ , или других операций вспомогательного времени  $T_{24i}$ .

2. По каждому рабочему ходу определяют производительность за 1 час основного времени  $W_{0i}$  по формуле

$$W_{0i} = \frac{F_i}{T_{1i}},$$

где  $F_i$   $T_{1i}$  — соответственно объем выполненной работы (га, т, шт. и т. д.) и время основной работы за  $i$ -й рабочий ход, ч.

По агрегатам, работающим в изменяющихся условиях фона (полеглость культуры, рельеф участка с уклоном и т.п.), вызывающих неравномерность движения агрегата, для определения  $W_{0i}$  следует брать два рабочих хода агрегата ( в одну сторону и обратно).

3. Объем выполненной работы за каждый рабочий ход машины в гектарах определяют по формуле

$$F_i = \frac{l_{г.i} \bar{b}_p}{10000},$$

где  $l_{г.i}$  — длина  $i$ -го гона, м;

$\bar{b}_p$  — ширина захвата (рабочая), м.

Полученные ряды значений заносят в табл. 9.4, подвергают обработке и результаты статистической обработки сводят в табл. 9.5 и используют полученные значения для определения эксплуатационных показателей как исходные данные (табл. 9.2). В качестве исходных данных принимают, помимо полученных при испытаниях, также и справочную информацию по агрегатам и условиям испытаний.

#### **Анализ и выводы по результатам эксплуатационно-технологической оценки машин.**

Анализ результатов эксплуатационно-технологической оценки машин проводят путем сравнения результатов по новой машине с результатами машины-аналога (базовой) и нормативными значениями, указанными в ТЗ.

При анализе указывается влияние на выходные показатели оценки (производительность, расход топлива) отдельных элементов затрат эксплуатационного времени (продолжительность поворотов, загрузки или выгрузки технологического материала, других вспомогательных операций), нарушений технологического процесса, длительности операций технического обслуживания и устранения неисправностей и т. д.

Оценку различия результатов испытаний проводят с использованием статистического метода.

## 6. ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИКИ И ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ

Работы по испытанию сельскохозяйственной техники на надежность, помимо стандартов системы ССНТ, регламентируются и рядом других нормативных документов, к которым относятся:

РД 10.2.1 «Испытания сельскохозяйственной техники. Техническая экспертиза».

РД 10.2.6 «Испытания сельскохозяйственной техники. Надежность. Показатели и методы их определения».

ОСТ 70/23.2.7 «Техника сельскохозяйственная. Надежность. Испытания в условиях эксплуатации».

РД 10.2.8 «Испытания сельскохозяйственной техники. Надежность. Сбор и обработка информации».

ОСТ 70.2.9 «Испытания сельскохозяйственной техники. Надежность. Методика оценки приспособленности к техническому обслуживанию».

РД 10.2.10 «Испытания сельскохозяйственной техники. Надежность. Методика оценки приспособленности к ремонту».

ОСТ 23.2.158 «Машины сельскохозяйственные. Ускоренные испытания на надежность».

РД 10.2.29 «Испытания сельскохозяйственной техники. Надежность. Оценка качества материалов деталей. Основные положения».

Действующая система стандартов «Надежность в технике» (ССНТ), «Система разработки и постановки на производство» ГОСТ 15.001, «Испытания и контроль качества продукции» ГОСТ 16504 и отраслевая стандартизация предусматривают около 40 различных видов испытаний.

Применяемость испытаний на надежность приведена в таблице.

### **Методы получения показателей надежности.**

Согласно ГОСТ 27.410 «Методы контроля показателей надежности и планы испытаний на надежность» в зависимости от способа получения исходных данных **методы получения показателей** надежности подразделяют на расчетные; экспериментальные; расчетно-экспериментальные.

**Расчетные методы** основаны на вычислении показателей надежности изделия по справочным данным о надежности его составных частей с учетом функционирования структуры изделия и видов разрушения, поданным о надежности изделий-аналогов, по результатам экспертной оценки надежности, по данным о свойствах материалов, элементов изделий и нагрузках на них, механизме отказа и по другой информации, имеющейся к моменту расчета надежности.

**Экспериментальные методы** основаны на использовании статистических данных, получаемых при испытаниях изделий на надежность, или данных опытной или подконтрольной эксплуатации.

**План контроля** показателей надежности должен содержать число испытываемых образцов, стратегию проведения испытаний с восстановлением и (или) заменой отказавших изделий, без восстановления и (или) замены отказавших изделий, правила прекращения испытаний, число независимых наблюдений и отрицательных исходов этих наблюдений, позволяющих принять решение о соответствии или несоответствии изделий заданным требованиям к уровню надежности, а также правила принятия решения.

Контролируемое свойство надежности	Контроль при испытаниях					
	предварительных	приемочных	квалификационных	приемосдаточных	периодических	типовых
Безотказность	Проводят (нормальные или ускоренные)	Проводят (нормальные или ускоренные)	Проводят (нормальные или ускоренные)	Проводят* (нормальные)	Проводят (нормальные или ускоренные)	Проводят (нормальные или ускоренные)
Ремонтопригодность	Проводят (ускоренные)	Проводят (ускоренные)	Проводят (ускоренные)	Не проводят	Проводят (ускоренные) по требованию заказчика	Проводят (ускоренные)
Долговечность Сорянность	Проводят самостоятельные (ускоренные или нормальные)		Не проводят**	Не проводят	Проводят самостоятельные (ускоренные или самостоятельные)	
Несколько свойств	Проводят	Проводят	Проводят	Не проводят	Проводят	Проводят

\* Только для изделий кратковременного действия.

\*\* По требованию заказчика допускается проводить испытания установочной серии изделий на долговечность и сохранность как самостоятельные испытания (ускоренные или нормальные).

**Расчетно-экспериментальные** методы основаны на вычислении показателей надежности по исходным данным, определяемым экспериментальными методами. **Исходными данными** для расчетно-экспериментального метода служат:

- информация о надежности изделия, полученная в ходе предшествующих испытаний, эксплуатации;
  - экспериментальные значения единичных показателей надежности, определяющих контролируемый комплексный показатель надежности;
  - экспериментальные значения показателей надежности составных частей изделий, полученных при их автономных (поэлементных) испытаниях, а также в составе другого изделия;
  - экспериментальные значения параметров нагрузки, износостойкости и прочности изделий и его составных частей;
- экспериментальные данные об изменении параметров, характеризующих работоспособное состояние изделия.

#### **Методы контроля показателей надежности.**

Метод контроля показателей надежности изделия выбирают с учетом:

- видов работ на стадиях жизненного цикла изделия;
- заданной номенклатуры и норм показателей надежности;
- требований к достоверности контроля показателей надежности;
- особенностей конструкции и функционирования изделий;
- характеристики условий и режимов эксплуатации; предлагаемого вида законов распределения наработки до отказа (между отказами) и (или) до предельного состояния, продолжительности восстановления и т.п.;
- возможности выделения необходимого числа образцов для испытаний на надежность;
- технических возможностей и оснащенности испытательной базы;
- ограничений по продолжительности и стоимости испытаний на надежность.

Допускается по согласованию с потребителем (заказчиком) испытания на надежность опытных образцов и серийных изделий выделить в самостоятельные испытания. **Порядок контроля надежности по результатам самостоятельных испытаний устанавливается по согласованию между разработчиком и потребителем (заказчиком) в программе и методике испытаний.**

Запрещается проводить контроль показателей надежности изделия в целом по результатам автономных контрольных испытаний его составных частей, кроме отдельных случаев,

когда в составе изделия проводить контрольные испытания невозможно, и для комплексов народнохозяйственного назначения при наличии технико-экономического обоснования и по согласованию с потребителем (заказчиком).

### **Требования к методам контроля показателей надежности**

**Расчетные методы** применяют на этапах научно-исследовательских работ, технического предложения, опытно-конструкторских работ (эскизный проект, технический проект и рабочая конструкторская документация) с целью:

- *определения возможности обеспечения требуемых значений показателей надежности при выбранном варианте конструкторского и (или) технического решения, условий эксплуатации и установленных ограничений на массу, размеры и стоимость изделий;*
- *обоснования оптимального, по надежности варианта конструкторского и (или) технического исполнения изделий; прогнозирования значений показателей надежности; установления норм показателей надежности и требований к достоверности их контроля;*
- *установления требований к надежности составных частей и определения возможности применения серийно выпускаемых составных частей и материалов;*
- *определения задач экспериментальной отработки изделия.*

Расчетные методы допускается также применять, по согласованию с потребителем (заказчиком), для контроля соответствия требованиям к надежности высоконадежных, уникальных и (или) дорогостоящих изделий, если имеются технико-экономические обоснования невозможности или нецелесообразности применения, экспериментальных и расчетно-экспериментальных методов при решении вопроса о постановке их на производство и сдаче в эксплуатацию.

Расчет надежности изделий проводят по методикам, разрабатываемым разработчиком для групп однородных изделий, согласованным и утвержденным в установленном порядке.

В методику расчета надежности должны быть включены:

- *указания по составлению расчетной схемы надежности изделий;*
- *номенклатура рассчитываемых показателей надежности и требования к точности расчетов;*
- *исходные данные для расчета с указанием источника их получения;*
- *формулы для расчета показателей надежности или алгоритмы и программы расчета показателей на ЭВМ;*
- *правила сравнения расчетных значений показателей со значениями, заданными в ТЗ.*

В результатах расчета должны быть приведены:

- ✓ *функции распределения переменных, определяющих рассчитываемые показатели надежности;*
- ✓ *принятая расчетная схема надежности и ее обоснование; расчетные и заданные значения показателей надежности; выводы о принципиальной возможности достижения требуемого уровня надежности для принятого варианта конструкторского решения;*
- ✓ *выводы о возможности перехода к следующему этапу разработки;*
- ✓ *задачи отработки изделия на надежность на следующем этапе разработки для обеспечения требуемого уровня надежности.*

Результаты расчета оформляют в виде самостоятельных документов или разделов пояснительных записок к техническому предложению (аванпроекту), эскизному и техническому проектам изделий.

### **Экспериментальные методы**

Испытания на надежность опытных образцов проводят в составе предварительных и (или) приемочных испытаний.

**Испытания на надежность проводят по ускоренному методу**, если определены: принцип и метод ускорения испытаний; режимы ускоренных испытаний; расчетные формулы и (или) коэффициенты, позволяющие привести данные и результаты ускоренных испытаний к нормальным условиям испытаний.

**Программы испытаний на надежность** разрабатывают на основе технического задания и конструкторской документации в соответствии с требованиями стандарта, типовых программ испытаний на надежность (при наличии) и других нормативно-технических документов по организации и проведению испытаний.

**Типовые программы на надежность** составляют на основе анализа опыта разработки, испытаний и эксплуатации групп однородной продукции в соответствии с требованиями нормативно-технических документов по организации и проведению испытаний.

Программы испытаний на надежность **должны содержать** условия, определяющие готовность к проведению испытаний, порядок завершения отдельных этапов и условия перехода к каждому этапу испытаний на надежность.

Программы испытаний на надежность **не должны содержать** положения, разрешающие выполнение в процессе проведения испытаний наладочных, настроечных, регулировочных и т. п. работ, не предусмотренных эксплуатационной документацией, а также не должны допускать упрощений, приводящих к снижению достоверности результатов.

Методики испытаний **разрабатывают** на основе технического задания и конструкторской документации, типовых методик испытаний на надежность (при наличии) с учетом особенностей изделия, условий проведения испытаний, свойств конкретных типов или экземпляров средств измерений и испытательного оборудования и других факторов, обеспечивающих в совокупности необходимую точность, воспроизводимость и (или) достоверность результатов.

Типовые методики испытаний на надежность разрабатывают на основе опыта разработки, испытаний и эксплуатации групп однородной продукции.

**Примерная программа испытаний** на надежность включает следующие разделы:

- *объект испытаний;*
- *цель испытаний;*
- *объем испытаний;*
- *условия и порядок проведения испытаний;*
- *материально-техническое обеспечение испытаний;*
- *метрологическое обеспечение испытаний;*
- *отчетность;*
- *приложения.*

В разделе «**Объект испытаний**» программы испытаний на надежность указывают:

- *полное наименование изделия, его индекс и обозначение по чертежу, а также стадию разработки;*
- *число испытываемых объектов и порядок их отбора;*
- *изготовителя объектов;*
- *комплектность испытываемых объектов;*
- *наработку объектов до начала испытаний;*
- *до начала испытаний; перечень составных частей, замена которых предусмотрена в процессе испытаний.*

В разделе «**Цель испытаний**» указывают конкретные цели и задачи, которые должны быть достигнуты и решены в процессе испытаний на надежность.

В разделе «**Общие положения**» указывают:

- *перечень руководящих документов, на основании которых проводят испытания;*
- *периодичность, место и продолжительность проведения испытаний;*
- *организации (предприятия), участвующие в испытаниях;*
- *перечень ранее проведенных испытаний, включающих испытания на надежность;*
- *перечень представленных на испытания документов, откорректированных по результатам ранее проведенных испытаний и характеризующих степень отработки изделия.*

В разделе «**Объем испытаний**» указывают:

- ✓ *перечень этапов испытаний и проверок, номенклатуру и значения показателей*

надежности, подлежащих контролю;

- ✓ виды испытаний для контроля каждого показателя, последовательность их проведения и режим испытаний;
- ✓ исходные данные для планирования испытаний каждого вида или непосредственно планы контроля показателей (тип плана, объем выборки, правила принятия решения);
- ✓ перечень видов и операций технического обслуживания и ремонта;
- ✓ перечень и критерии отказов (предельных состояний) изделий, учитываемых при контроле показателей надежности;
- ✓ содержание и порядок подготовки изделий к испытаниям;
- ✓ требования к наработке испытываемых образцов в процессе испытаний.

При проведении испытаний нескольких образцов (партии образцов) должно быть указано их распределение по видам испытаний, а для изделий многократного применения — число циклов функционирования на каждом виде и режиме испытаний; перечень работ, проводимых после завершения испытаний, требования к ним, объем и порядок проведения, в том числе: осмотр (без разборки или с разборкой) и описание испытываемых образцов; фотографирование (при необходимости) образцов, их узлов, деталей, мест коррозии, а также характерных повреждений и поломок.

В разделе могут быть даны рекомендации по использованию образцов после испытаний (уничтожение, возможность или ограничение по дальнейшему использованию, использование в качестве экспоната и т.п.). В типовых программах испытаний на надежность приводят типовой перечень проверок, подлежащих включению в программы испытаний на надежность.

Перечень видов и операций при техническом обслуживании и текущем ремонте устанавливается в соответствии с инструкциями (правилами) по техническому обслуживанию и текущему ремонту.

Перечень операций неплановых текущих ремонтов определяется перечнем возможных отказов, приведенных в эксплуатационной документации, с учетом опыта эксплуатации изделий, их аналогов и прототипов и перечнем запасных частей, прилагаемых в ЗИП данного изделия.

Перечень операции при ремонте определяется ремонтной документацией, разрабатываемой в соответствии с требованиями нормативно-технической документации при условии его проведения на основе замены дефектных деталей и сборочных единиц на новые или восстановленные без учета работ на их восстановление.

Учет объема работ по восстановлению деталей и сборочных единиц для определения значений показателей ремонтпригодности допускается только в том случае, когда их восстановление осуществляется по стандартизованной документации, согласованной с разработчиком (изготовителем).

В разделе «Условия и порядок проведения испытаний» указывают:

- условия проведения испытаний (характеристика места испытаний, время года и суток, температура окружающей среды, температурный градиент, давление и влажность окружающей среды, скорость ветра, запыленность, уровень радиации и вибрации и т.д.) с оценкой (при необходимости) степени их приближения к условиям эксплуатации, заданным в техническом задании и нормативно-технической документации, а также допустимые значения отклонений условий испытаний от заданных;
- условия начала и завершения отдельных этапов испытаний: ограничения на условия проведения испытаний;
- порядок и правила контроля показателей надежности, указанные в виде ссылок на нормативно-техническую документацию, регламентирующую методы испытаний на надежность изделий конкретного вида;
- требования к техническому обслуживанию и ремонту образцов в процессе испытаний, периодичность и место проведения;

➤ *перечень средств технологического оснащения, используемых при испытаниях, и порядок их подготовки к применению;*

➤ *порядок взаимодействия организаций (предприятий), участвующих в испытаниях;*

➤ *порядок привлечения экспертов для исследования отказов испытуемых образцов в процессе проведения испытаний.*

В разделе «**Материально-техническое обеспечение испытаний**» указывают конкретные виды материально-технического обеспечения с распределением задач и обязанностей организаций (предприятий), участвующих в испытаниях, по видам обеспечения, а также устанавливают сроки готовности материально-технического обеспечения.

В зависимости от сложности испытуемых объектов в обоснованных случаях данный раздел может быть представлен несколькими разделами по видам обеспечения испытаний или вынесен в приложение к программе испытаний.

В разделе «**Метрологическое обеспечение испытаний**» приводят перечень мероприятий по метрологическому обеспечению испытаний с распределением задач и ответственности организаций (предприятий), участвующих в испытаниях, за выполнение соответствующих мероприятий.

В разделе «**Отчетность**» указывают:

- *перечень отчетных документов, которые должны оформлять в процессе испытаний, по их завершении, с указанием организаций и предприятий, разрабатывающих, согласующих и утверждающих их, и сроки оформления этих документов;*

- *перечень организаций для рассылки отчетной документации;*

- *порядок, место и сроки хранения первичных материалов испытаний.*

К числу отчетных документов относят протокол и отчет о результатах испытаний, акт технического состояния объектов после испытаний, материалы первичной документации по усмотрению комиссии.

**Методика испытаний на надежность** включает такие разделы:

- *объект испытаний;*

- *цель испытаний;*

- *общие положения;*

- *контролируемые показатели;*

- *условия и порядок проведения испытаний;*

- *обработка, анализ и оценка результатов испытаний;*

- *материально-техническое и метрологическое обеспечение испытаний;*

- *отчетность.*

В разделе «**Объект испытаний**» методики испытаний указывают наименование, индекс и состав объекта испытаний, а также особенности его функционирования, существенные для применения методики.

В разделе «**Цель испытаний**» указывают конечную цель проверки показателей надежности и перечень заключений, которые могут явиться результатами испытаний.

В разделе «**Общие положения**» должны быть приведены: определения контролируемых показателей надежности, если они не определены в стандарте или другой нормативно-технической документации, регламентирующей терминологию;

- обоснование избранного метода испытаний;

- поясняющие сведения, относящиеся к объекту испытаний.

В разделе «**Контролируемые показатели и расчетные соотношения**» должны быть приведены:

- *перечень показателей надежности, подлежащих контролю;*

- *критерии отказа и предельного состояния;*

- *планы испытаний для каждого контролируемого показателя надежности, предусмотренного в программе испытаний;*

- *расчетные соотношения и формулы (математическая модель), по которым расчи-*

тывают контролируемые показатели. Соотношения и формулы должны быть приведены в конечном виде (без выводов) с объяснениями символов, обозначений и коэффициентов.

В методике проведения контрольных испытаний на надежность должны быть приведены правила принятия решений о соответствии или несоответствии показателей надежности заданным в техническом задании или технических условиях.

При наличии качественной характеристики указывают метод ее оценки.

В разделе «**Условия и порядок проведения испытаний**» должны быть указаны:

✓ условия проведения испытаний на надежность (продолжительность, периодичность, цикличность испытаний и последовательность воспроизведения внешних воздействий);

✓ требования к квалификации обслуживающего персонала;

✓ требования техники безопасности;

✓ особенности функционирования испытуемых и привлекаемых к испытаниям средств, порядок их взаимодействия;

✓ порядок учета наработки объектов испытаний и времени их проверки;

✓ условия содержания, технического обслуживания, диагностирования и режимы работы испытуемых образцов;

✓ технологическая документация на проведение каждого вида технического обслуживания и ремонта, подготовленная разработчиком (изготовителем) изделия или согласованная с ним, предусматривающая последовательность выполнения операций технического обслуживания и ремонта;

✓ перечень и характеристика средств технического обслуживания и ремонта, оборудования, оснастки, приспособлений, инструмента, используемых при испытаниях на ремонтпригодность из перечня рекомендуемых разработчиком (изготовителем) и прилагаемых к изделиям, а также потребных дополнительно;

✓ характеристика условий проведения испытаний на ремонтпригодность и ремонтная документация (при необходимости);

✓ наработка каждого образца в различных режимах работы и (или) суммарная наработка образцов в процессе испытаний;

✓ методы контроля объекта испытаний (внешний осмотр, проведение измерений и др.);

✓ последовательность выполнения операций при проверках с указанием контрольных точек, способов и числа измерений, используемых средств измерений и описанием выполняемых регулировок и др.

В разделе «**Обработка, анализ и оценка результатов испытаний**» должны быть указаны:

➤ источники и порядок применения статистических данных, накопленных до начала испытаний;

➤ объем обрабатываемой информации;

➤ методы статистической обработки результатов испытаний, применяемые в методике;

➤ способы обработки информации; требования к виду обработанной информации; требования к точности обработки информации (доверительные вероятности, допускаемые относительные погрешности, риски поставщика и потребителя, браковочные и приемочные уровни контролируемых показателей);

➤ объем исходных данных с требованиями, заданными в программе испытаний;

➤ критерии соответствия (несоответствия) изделий заданным требованиям к надежности;

➤ критерии достаточности объема испытаний.

В разделе «**Материально-техническое и метрологическое обеспечение испытаний**» для обеспечения выполнения конкретного пункта программы испытаний указывают:

- ✓ *состав технических средств с указанием их наименований; перечень средств измерений и регистрации с указанием наименований, шифров, пределов измерений и погрешностей;*
- ✓ *перечень необходимой конструкторской и другой технической документации;*
- ✓ *состав имитирующих и моделирующих средств; перечень и количество материалов, транспортных и других средств, необходимых для проведения испытаний.*

В разделе «**Отчетность**» приводят требования к объему сведений, подлежащих отражению в отчете по каждому пункту программы испытаний.

По согласованию между потребителем (заказчиком) и разработчиком изделий допускается совмещать испытания на надежность с другими видами испытаний. При этом специальные образцы для испытаний на надежность не выделяют и учитывают для контроля надежности данные о наработках и отказах изделий в процессе всех испытаний, предусмотренных в программе испытаний.

Техническое обслуживание и ремонт испытываемых опытных образцов должен проводить в соответствии с требованиями эксплуатационной и ремонтной документации персонал, прошедший предварительную подготовку и назначенный на эти работы.

Если в процессе испытаний на надежность выявлены недостатки или некомплектность эксплуатационной и ремонтной документации, то разработчик устраняет недостатки и согласовывает изменения в установленном порядке.

Результаты испытаний оформляют протоколом установленной формы.

#### **Испытания на надежность на этапе серийного производства.**

Испытания на надежность серийных изделий проводят в составе периодических и типовых испытаний. Контрольные испытания на надежность проводят с целью контроля показателей, приведенных в технических условиях.

Периодичность контрольных испытаний на надежность устанавливают в зависимости от контролируемых показателей и количества выпускаемых изделий, но, как правило, не реже одного изделия в два года.

#### **Расчетно-экспериментальные методы.**

Расчетно-экспериментальные методы применяют, если по техническим, экономическим или организационным причинам невозможно или нецелесообразно применять для этой цели экспериментальные методы, например:

- *для контроля комплексных показателей надежности, если объем испытаний не позволит проконтролировать указанные показатели экспериментальными методами с заданной точностью и достоверностью (рисками);*
- *для контроля надежности изделий, размеры и особенности функционирования которых или требования безопасности не позволяют испытывать их в полном составе;*
- *для контроля надежности уникальных изделий.*

Расчетно-экспериментальные методы также применяют во всех случаях, когда это позволяет существенно сократить необходимый объем испытаний (например, для резервированных систем, при наличии дополнительных данных о надежности изделий и т. п.).

Применение расчетно-экспериментальных методов должно быть обосновано и согласовано с потребителем (заказчиком). В качестве дополнительных данных используют разнородную информацию о надежности изделия, накапливаемую в процессе разработки, производства, испытаний и эксплуатации изделия.

#### **Показатели надежности, определяемые при испытаниях, и виды выполняемых работ**

Номенклатура показателей надежности регламентирована РД 10.2.6.

Надежность изделий оценивают сопоставлением фактических показателей надежности изделий с заданными нормативами.

Испытания опытных, серийных, модернизированных и отремонтированных изделий проводят: тракторов – в соответствии с ГОСТ 7057 и ГОСТ 25836; сельскохозяйственных машин – в соответствии с действующей документацией.

Стадия жизненного цикла изделия	Источник основной информации	Источник дополнительной информации
Исследование и обоснование разработки, разработка	Предварительные испытания	Испытания и (или) эксплуатация изделия-прототипа Испытания и (или) эксплуатация изделий-аналогов
	Приемочные испытания	Исследовательские испытания изделия Испытания и (или) эксплуатация изделия-прототипа Испытания и (или) эксплуатация изделий-аналогов Испытания изделия в процессе отработки (доводочные испытания)
Производство	Квалификационные, периодические, типовые и специальные испытания	Предыдущие приемо-сдаточные и приемочные испытания изделия Типовые испытания изделия или его модернизированных составных частей Эксплуатация изделия Испытания и (или) эксплуатация изделия-прототипа
Эксплуатация	Эксплуатационные испытания	Испытания и (или) эксплуатация изделия-прототипа Испытания и (или) эксплуатация изделий-аналогов

Если отдельные образцы изделий испытывались в разных организациях, то каждая организация определяет надежность испытанных ею образцов. Обобщение материалов испытаний изделий и окончательную оценку надежности проводит головная испытательная организация.

При государственных приемочных испытаниях определяют предварительную оценку надежности изделий.

Наименование, обозначение и размерность показателя	Характеризуемое свойство надежности	Примечание
1. Ресурс изделия $R$ , моточасы (ч и физ. ед.)	Долговечность	Показатели 1, 2 определяют после введения разработчиком в НД критериев предельного состояния изделия, согласованных с заказчиком
2. Гамма-процентный ресурс изделия $R_\gamma$ , моточасы (ч и физ. ед.)	Долговечность	Показатель 1 является исходным для расчета показателя 2
3. Нарботка на отказ $T_o$ , моточасы (ч и физ. ед.)	Безотказность	Устанавливают для контрольной наработки*. Допускается заменять число откатов
4. Нарботка на отказ I, II, III групп сложности (ч и физ. ед.)	Безотказность	Устанавливают для контрольной наработки. Допускается заменять число откатов I, II, III групп сложности.
5. Среднее время восстановления $T_{вч}$	Ремонтпригодность	Устанавливают для контрольной наработки*
6. Оперативная трудоемкости ежесменного технического обслуживания $S_{ETO}$ , чел.-ч	Ремонтпригодность	Устанавливают для контрольной наработки, но не менее, чем за полный цикл всех видов технических обслуживаний
7. Трудоемкость ежесменного технического обслуживания $S'_{ETO}$ , чел.-ч	Ремонтпригодность	Устанавливают для контрольной наработки, но не менее, чем за полный цикл всех видов технических обслуживаний
8. Удельная суммарная трудоемкость технических обслуживании $S'_{ТО}$ , чел.-ч/моточас (чел.-ч/ч и чел.-ч/физ. ед.)	Ремонтпригодность	Устанавливают для контрольной наработки, но не менее, чем за полный цикл всех видов технических обслуживаний
9. Удельная суммарная оперативная трудоемкость технических обслуживании $S_{ТО}$ , чел.-ч/моточас (чел.-ч/ч и чел.-ч/физ. ед.)	Ремонтпригодность	Устанавливают для контрольной наработки, но не менее, чем за полный цикл всех видов технических обслуживаний
10. Удельная суммарная трудоемкость текущих ремонтов (отыскания и устранения отказов и повреждений) $S'_{ТР}$ , чел.-ч/моточас(чел.-ч/ч и чел.-ч/физ. ед.)	Ремонтпригодность	Устанавливают для контрольной наработки*

11. Удельная суммарная оперативная трудоемкость текущих ремонтов (отыскания и устранения отказов и повреждений) $S'_{ТР}$ , чел.-ч/моточас(чел.-ч/ч и чел.-ч/физ. ед.)	Ремонтопригодность	Устанавливают для контрольной наработки*
12. Коэффициент готовности а) с учетом организационного времени, $K_T$ б) по оперативному времени $K_{оп}$	Безотказность и ремонтпригодность	Устанавливают для контрольной наработки*
13. Коэффициент технического использования $K_{ти}$	Безотказность и ремонтпригодность	Устанавливают для контрольной наработки*

**Примечания:** 1. Указанная без скобок размерность для тракторов и их составных частей; и скобках для сельскохозяйственных машин и их составных частей; часы основного времени по ГОСТ 24055. По самоходным сельскохозяйственным машинам при испытаниях дополнительно указывают наработку двигателя в моточасах в качестве справочной.

2. \*Контрольная наработка рекомендуется для тракторов равной половине нормативного ресурса до первого капитального ремонта и нормативному ресурсу (для наработки до предельного состояния), для сельскохозяйственных машин равной двум средним годовым нормам наработки в часах основного времени и в физических единицах по нормативному ресурсу. Конкретные значения контрольных наработок, достаточных для оценки надежности, устанавливают в технических заданиях и технических условиях на изделия.

Испытания сельскохозяйственных машин необходимо проводить в почвенно-климатических зонах наибольшего их использования в течение срока, за который каждая машина должна выполнить контрольную наработку. По согласованию заинтересованных организаций испытания могут быть продолжены до достижения заданной наработки или нормативного ресурса.

Количество образцов сельскохозяйственных машин, на основании испытаний которых оценивают надежность, необходимо устанавливать в соответствии с техническими условиями на изготовление и поставку, программами и плановыми заданиями на испытания. Нарботку и количество образцов тракторов, на основании испытаний которых оценивают надежность, принимают в соответствии с ГОСТ 25836.

#### **Виды работ, выполняемых при испытаниях на надежность.**

Тракторы испытывают на видах работ по ГОСТ 25836, а сельскохозяйственные машины испытывают на видах работ, указанных в технической документации на испытываемую машину. Комбинированные и универсальные сельскохозяйственные машины испытывают на основных видах работ, характерных для зоны проведения испытания. Нарботку на каждом виде работ устанавливают по зональным нормативам загрузки.

Уровень надежности изделия считают достигнутым, если значения полученных показателей надежности соответствуют требованиям технических заданий, технических условий.

Оценку показателей надежности проводят по результатам эксплуатационных и (или) ускоренных испытаний, проведенных по аттестованным программам-методикам.

По результатам наблюдений при подконтрольной и реальной эксплуатации определяют показатели безотказности.

#### **Сбор информации при испытаниях сельскохозяйственной техники на надежность**

Сбор и обработка информации регламентируется РД 10.2.S «Испытания сельскохозяйственной техники. Надежность. Сбор и обработка информации».

Информация о надежности изделия должна обеспечить **возможность определения показателей** по РД 10.2.6 и **содержать следующие данные:**

- *наработку изделий общую и на момент возникновения отказа или выявления повреждений, их характеристику, вероятную причину отказа и способ устранения;*
- *техническое состояние отказавших и заменяемых агрегатов, узлов и деталей;*
- *затраты времени и труда на отыскание и устранение отказов и повреждений (ре-*

монт) и техническое обслуживание;

- номенклатуру и число израсходованных запасных частей и материалов.

При оценке надежности изделий учитывают отказы и события, нарушающие исправность изделий (повреждения).

При оценке надежности изделий учитывают **в качестве отказов:**

- возникшие при транспортировании нарушения работоспособности, определяющие невозможность использования изделия по назначению, если представителями испытательной организации и головного предприятия-изготовителя установлено, что они не являются следствием нарушения правил транспортирования и погрузочно-разгрузочных операций;
- нарушения работоспособности изделия, обнаруженные при сборке (монтаже), приемке на испытания и обкатке и исключаяющие возможность использования его по назначению без восстановления.

**Производственные отказы, повреждения и дефекты, выявленные при сборке (монтаже) и приемке на испытания опытных изделий, фиксируют, но не учитывают при оценке надежности.**

**Конструктивные отказы опытных изделий учитывают при оценке надежности независимо от момента их выявления.**

При испытаниях **учитывают в качестве отказов и повреждений** изделий:

- ✓ несоответствия тракторов, самоходных машин и прицепов требованиям правил дорожного движения, запрещающим использование изделий, если эти несоответствия возникли в процессе эксплуатации;
- ✓ конструктивную доработку изделий, выполняемую в процессе испытаний с целью повышения надежности, если эффективность ее не подтверждена дополнительными испытаниями в объемах наработки, необходимых для оценки надежности;
- ✓ нарушения работоспособности деталей и узлов вследствие попадания камней в рабочие органы машин, предназначенных для работы в зонах с почвами и технологическими продуктами, засоренными камнями, размеры которых не превышают оговоренных в НД;
- ✓ операции технического обслуживания, необходимость проведения которых возникает ранее, чем установлено инструкцией по эксплуатации;
- ✓ нарушения работоспособности отдельных деталей, сопряжении и узлов, выявленные одновременно с проведением технического обслуживания, если их устранение не предусмотрено инструкцией по эксплуатации;
- ✓ выявленное при заключительной технической экспертизе нарушение работоспособности изделия вследствие поломок и достижения деталями, узлами, сопряжениями предельного состояния, установленного заводом-изготовителем, исключаяющего возможность дальнейшего использования, если наработка изделия меньше нормативного ресурса до капитального ремонта (для капитально отремонтированных изделий) или нормативного ресурса до списания (для изделий, не подвергаемых капитальному ремонту). При отсутствии документации завода-изготовителя по предельным износам деталей (узлов) используется действующая типовая документация на ремонт и выбраковку. В случае, если в нормативно-технической документации приведено только допустимое состояние, то в качестве предельного принимается состояние, выходящее за пределы допустимого. Предельное состояние должно быть подтверждено результатами измерений, описанием или фотографированием изделия;
- неустранимый регулировкой выход основных рабочих показателей, меняющихся в процессе эксплуатации, за предельные значения, установленные нормативной документацией;
- неустранимое подтяжкой соединений при очередном техническом обслуживании каплепадение рабочих (смазки, топливо, охлаждающая и специальная жидкости и т.д.) и технологических жидкостей (растворы ядохимикатов, молоко и т.д.) и течь технологической воды;

➤ срабатывание механических предохранительных устройств (срез, разрыв и т.п.) без внешних причин при условиях работы, оговоренных техническим заданием и техническими условиями, и регулировках, предусмотренных инструкцией по эксплуатации;

➤ перегорание электроламп в стационарных и мобильных сельскохозяйственных машинах; для трактора и самоходных машин - перегоранием электроламп, фар, задних габаритных огней, опознавательного знака автопоезда, фонаря заднего номерного знака, стоп-сигнала и контрольных ламп.

Отказы изделий классифицируются по группам сложности и подразделяются на отказы I, II и III группы сложности (таблица).

Классификация отказов регламентируется действующим отраслевым стандартом и классификатором отказов.

### Классификация отказов по группам сложности

Группа сложности отказов		
I	II	III
Отказы, устраняемые ремонтом или заменой деталей, которые расположены снаружи узлов и агрегатов (без разборки этих узлов и агрегатов)	Отказы, устраняемые ремонтом или заменой узлов Отказы, устранение которых требует раскрытия внутренних полостей основных агрегатов (без разборки)	Отказы, для устранения которых необходимы разборка или расчленение основных агрегатов (двигатель, трансмиссия и др.)
Отказы, устранение которых требует внеочередного проведения операций, предусмотренных ежемесячным техническим обслуживанием и периодическими техническими обслуживаниями ТО-1 и ТО-2	Отказы, устранение которых требует внеочередного проведения операций, предусмотренных периодическим техническим обслуживанием ТО-3	Отказы, для устранения которых необходим демонтаж узлов и механизмов с рамы машины или полная замена одного из них Отказы базовых деталей

При сборе информации **фиксируют, но не учитывают** при оценке надежности:

- нарушения работоспособности деталей и узлов в процессе устранения отказа по вине обслуживающего персонала;
  - дефекты декоративных покрытий;
  - отказ, возникший по вине обслуживающего персонала (эксплуатационный отказ по ГОСТ 27.002);
    - прокол, сквозные порезы (разрушения) шин вследствие наезда на острый предмет;
    - срабатывание электрических предохранителей;
  - нарушения работоспособности, выявленные при проведении заключительной технической экспертизы, если наработка изделия равна или превышает нормативный ресурс или наработку до капитального ремонта для капитально ремонтируемых изделий и нормативный ресурс до списания для остальных изделий. Нормативный ресурс должен быть оговорен в действующей нормативно-технической документации на изделие согласно РД 10.2.6;
  - выявленные при заключительной технической экспертизе дефекты, не регламентированные в нормативно-технической документации (снижение эластичности резиновых уплотнений, наличие рисок, выкашивание рабочих поверхностей и т. п.) если до проведения технической экспертизы отсутствовали признаки отказа (течи, стуки, падение давления масла и т. п.);
    - нарушения работоспособности, устраняемые в соответствии с установленными правилами технического обслуживания;
    - замену сменных деталей при обеспечении ими наработки не менее нормативного ресурса, когда правилами технического обслуживания предусмотрена такая замена;
    - перегорание электроламп, кроме отдельных случаев;
    - нарушения работоспособности, вызванные несоблюдением правил транспортирования и погрузочно-разгрузочных операций.

Если причина нарушения работоспособности одна, то одновременную замену (регулировку, восстановление) сопряженных деталей одного узла, проводимую с целью восстановления его работоспособности, регистрируют как один отказ. Например, одновременная замена втулки и вала; одновременная замена поршневых колец, поршня и гильзы; одновременная замена звеньев и пальцев гусеницы.

Если нарушение работоспособности одной детали вызывает нарушение работоспособности прочих деталей данного или других агрегатов (зависимый отказ по ГОСТ 27.002), следует регистрировать один отказ. Группу его сложности определяют по высшей группе сложности отказавших деталей, отказ относят к узлу и агрегату, деталь которого явилась первопричиной отказа.

При **одновременном обнаружении нарушения работоспособности нескольких несопряженных деталей** одного узла вследствие их конструктивных или производственных дефектов (независимые отказы по ГОСТ 27.002) следует различать два случая:

- 1) *если причина нарушения работоспособности одна, то учитывают один отказ;*
- 2) *если причины нарушения работоспособности разные, то число отказов учитывают по количеству причин.*

При **одновременном обнаружении нарушения работоспособности одноименных деталей** узлов одного наименования по одной и той же причине учитывают один отказ, а затраты времени и труда на отыскание и устранение причин отказа суммируют.

Если **отказ повторяется**, возможны три случая его учета:

- 1) причина возникновения конструктивного или производственного отказа точно не установлена или установлена, но ее устранение в эксплуатации невозможно – учитывают каждый случай отказа;
- 2) причина отказа установлена, может быть устранена испытательной или эксплуатирующей организацией, но не устранена – учитывают только первый отказ;
- 3) причина отказа установлена не сразу и устранена в процессе испытаний, в том числе при заключительной технической экспертизе, без внесения конструктивных изменений – учитывают один отказ, а затраты времени и труда на отыскание и устранение причин отказа суммируют за весь период испытаний.

Если при разборке узла или агрегата для устранения последствий отказа в соответствии с документацией на ремонты, разработанной и согласованной с заказчиком в установленном порядке, производят **попутную замену** одной или нескольких деталей, не достигших предельного состояния, учитывают один отказ, из-за которого произведена разборка.

**Затраты времени и труда на замену** всех деталей учитывают при комплексной оценке надежности и оценке ремонтпригодности.

Если до окончания испытаний (наблюдений) **агрегат достиг предельного состояния и заменен новым или восстановлен** представителями предприятия-изготовителя (ремонтного предприятия), надежность нового (восстановленного) агрегата определяют с момента его установления (ремонта) до окончания испытаний (наблюдений). При определении показателей безотказности и комплексных всего изделия отказы нового (отремонтированного) агрегата, затраты времени и труда на поддержание его в работоспособном состоянии суммируют с данными по его предшественнику.

Если **агрегат, достигший предельного состояния, восстанавливался эксплуатирующей организацией**, оценку его надежности в дальнейшем не проводят. При оценке надежности всего изделия отказы восстановленного агрегата, затраты времени и труда на поддержание его в работоспособном состоянии суммируют с остальными затратами.

Исчерпание ресурса отдельного агрегата учитывают для изделия в целом как отказ высшей для данного агрегата группы сложности. При оценке безотказности составной части не учитывают ее ресурсные отказы.

**Надежность агрегатов (узлов) с измененными узлами** (детальями) оценивается за период испытаний, исчисляемый с момента внесения изменений. При оценке безотказности

машины в целом учитывают суммарно отказы агрегатов (узлов) до и после внесения изменений.

**Характеристика отказа** должна включать:

- *наименование отказавшей системы;*
- *наименование проявления отказа;*
- *условия выявления отказа;*
- *наименование отказавшего узла, детали;*
- *описание характера отказа;*
- *причину отказа;*
- *способ устранения;*
- *данные о замененных узлах (деталях);*
- *продолжительность устранения отказа;*
- *трудоемкость устранения отказа;*
- *наработку, при которой возник отказ.*

**К операциям отыскания и устранения отказов и повреждению** следует относить:

- *наружную очистку, мойку машины (агрегата или узла);*
- *отыскание отказа и выявление причины его возникновения;*
- *доставку машины на место ремонта и обратно;*
- *снятие и разборку узла (агрегата);*
- *снятие отказавших деталей;*
- *восстановление работоспособности деталей или изготовление новых, не поставляемых в запасных частях;*
- *доставку отказавшей детали (узла) в мастерскую и доставку восстановленной или новой детали (узла), кроме деталей (узлов), входящих в индивидуальный комплект запасных частей, для хранения которых предусмотрено место на машине;*
- *доставку передвижных ремонтных средств (передвижной ремонтной мастерской, сварочного агрегата, подъемного крана и т.п.);*
- *доставку передвижных ремонтных средств (передвижной ремонтной мастерской, сварочного агрегата, подъемного крана и т.п.);*
- *установку, регулировку и обкатку механизмов после устранения отказа.*

**При определении затрат времени и труда** на отыскание и устранение отказов и повреждений следует руководствоваться следующими положениями:

✓ *затраты времени и труда на устранение отказов и повреждений при техническом обслуживании не должны включать затраты времени и труда на разборку агрегатов в соответствии с правилами обслуживания;*

✓ *если нарушение работоспособности одной детали вызывает нарушение работоспособности прочих деталей данного или других агрегатов, то затраты времени и труда на устранение отказа следует относить к агрегату, деталь которого послужила причиной отказа;*

✓ *при одновременном устранении нескольких отказов и повреждений в разных агрегатах затраты времени и труда необходимо учитывать отдельно по каждому агрегату. Затраты времени и труда на выполнение совмещенных операций следует относить на каждый отказ и повреждение поровну;*

✓ *при одновременном устранении нескольких отказов и повреждений одного узла следует учитывать общие затраты времени и труда;*

✓ *затраты времени и труда на отыскание и устранение отказов и повреждений необходимо определять путем хронометража.*

**Допускается определять затраты времени и труда на отыскание и устранение отказов и повреждений по нормативам**, утвержденным в установленном порядке. В случае, когда восстановление работоспособности или устранение повреждения изделия нецелесообразно (например, при заключительной технической экспертизе), а нормативы затрат времени

и труда на отыскание и устранение отказов, повреждений отсутствуют, допускается определять эти затраты путем хронометража при имитации восстановления работоспособности или устранения повреждения изделия. При этом под имитацией восстановления работоспособности или устранения повреждения следует понимать воспроизведение всех операций, необходимых для отыскания и устранения реального отказа или повреждения. По сельскохозяйственным машинам, у которых продолжительность агротехнического срока использования более одного месяца в году, допускается принимать затраты времени и труда на устранение последствий отказов I и II групп сложности по нормативам.

Затраты времени и труда на отыскание и устранение отказа III группы сложности принимают фактические по данным хронометража.

Затраты времени и труда на доставку деталей, доставку передвижных ремонтных средств, доставку машины на ремонт и из ремонта следует принимать только по нормативам.

При этом **затраты времени и труда на доставку деталей**, входящих в индивидуальный комплект запасных частей, следует учитывать для деталей, которым не предусмотрены места хранения на машине, или для любых деталей комплекта запасных частей, израсходованных ранее. К деталям, входящим в индивидуальный комплект запасных частей, следует относить только те, которые указаны в технических условиях (или в проекте технических условий для опытных машин), в техническом описании и инструкции по эксплуатации и действительно приложены к машине. При одновременном устранении нескольких отказов и повреждений указанные затраты следует учитывать один раз на все отказы и принимать по наибольшей группе сложности отказа.

Затраты времени и труда на отыскание и устранение отказов и повреждений в течение всего периода эксплуатации суммируют и учитывают при расчете соответственно следующих показателей по РД 10.2.6:

- *коэффициента готовности;*
- *коэффициента технического использования;*
- *удельной суммарной трудоемкости текущих ремонтов (отыскания и устранения отказов и повреждений);*
- *удельной суммарной оперативной трудоемкости текущих ремонтов (отыскания и устранения отказов, повреждений).*

**Регистрацию информации по испытаниям на надежность** проводят в журнале испытаний, в котором указывают следующие сведения:

- наименование, марка и год выпуска изделия;
- заводские номера изделий и его основных агрегатов;
- завод-изготовитель (ремонтное предприятие);
- даты поступления изделия в испытательную организацию, начала и окончания испытаний; вид выполняемых работ;
- состав агрегата;
- место работы;
- условия, режимы испытаний;
- наработку изделий за смену и с начала испытаний;
- характеристику отказов и повреждений.

Наработку учитывают по мотосчетчику (другим приборам) и сплошным хронометражем. При учете наработки с помощью специальных приборов (автохронометраж, режимометры и т. п.) погрешность измерений должна быть не более 2,5%. При хронометраже отыскания и устранения отказов и повреждений в наблюдательном листе необходимо указывать характеристику отказа и повреждения.

Замененные при испытаниях детали подвергают технической экспертизе.

### **Ускоренные испытания сельскохозяйственной техники на надежность**

В соответствии с ГОСТ 16504 **ускоренные испытания на надежность (УИН)** – это такие испытания, методы и условия проведения которых обеспечивают получение необходимой информации о надежности изделий и более короткий срок, чем при нормальных эксплуатационных испытаниях.

Показатели надежности изделий и методы их оценки определяются по ОСТ 70.2.6.

**Сокращение времени испытаний изделия** достигается:

- ✓ увеличением длительности работы в течение суток по сравнению с реальной продолжительностью испытаний в эксплуатационных условиях;
- ✓ проведением испытаний в неагротехнические сроки;
- ✓ совмещением циклов технологического процесса и уменьшением времени простоев между ними;
- ✓ перемещением изделий по климатическим зонам;
- ✓ учащенным воспроизведением нагрузок, близких к максимальным эксплуатационным;
- ✓ увеличением номинальных эксплуатационных нагрузок (усилий, моментов, оборотов, количества переключений и т.д.).

УИН подразделяются на **стендовые, полигонные и эксплуатационные**.

#### **Стендовые ускоренные испытания**

Определение стендовых испытаний проводится в соответствии с ГОСТ 16504.

Стенды подразделяются на комплексные (для испытаний изделий в целом) и специальные (для испытаний составных частей изделий).

В зависимости от причины потери работоспособности специальные испытания проводятся на усталость, износостойкость, коррозионную стойкость, а также при сочетании нескольких видов воздействия.

**Комплекс испытательного оборудования включает:**

- *нагружающие устройства;*
- *задающую аппаратуру;*
- *регулирующую и контрольно-измерительную аппаратуру, образующую в некоторых случаях замкнутый контур автоматического регулирования;*
- *источник энергии;*
- *элементы крепления и основание;*
- *имитационный технологический материал;*
- *средства воспроизведения воздействия окружающей среды.*

Состав комплекса определяется целями и задачами испытаний.

При выборе **нагружающего устройства** необходимо в каждом конкретном случае обеспечивать:

- *динамические нагрузки (деформации), достаточные для достижения предельного состояния испытываемого объекта;*
- *необходимый диапазон частот возбуждения, достаточный для осуществления требуемого ускорения испытаний и воспроизведения эксплуатационной частоты колебаний;*
- *воздействие технологического материала и среды, способствующее ускорению достижения предельного состояния.*

**Нагружающие устройства стендов воспроизводят:**

- ✓ *воздействия почвенно-дорожных фонов;*
- ✓ *воздействия технологических материалов;*
- ✓ *тяговые сопротивления (для самоходных машин) и тяговые усилия (для прицепных машин);*
- ✓ *специальные виды воздействия (климатические, вибрационные и др.).*

Для комплексных испытаний стенд может оборудоваться нагружающими устройствами

нескольких видов.

При **выборе испытательного оборудования** следует учитывать:

- *цель испытаний, специфику испытываемого объекта, режим нагружения;*
- *способ возбуждения динамической нагрузки (кинематическое возбуждение, прямое силовое возбуждение, косвенное силовое возбуждение, нагружение силами инерции собственных масс, возбуждение постоянным усилием);*
- *тип нагружающего устройства;*
- *длительность испытаний;*
- *степень универсальности испытаний.*

#### **Полигонные ускоренные испытания.**

Определение полигонных испытаний проводятся в соответствии с ГОСТ 16504.

Выбор режимов УИН на испытательном полигоне, критерии соответствия и коэффициенты ускорения выполняются в соответствии с разделом 2 ОСТ 23.2.158.

**Полигоны могут быть естественные и искусственные.**

Под **естественным** полигоном понимается фон (поле, дорога, технологическая среда и т.д.), типичный для зоны эксплуатации машины, который воспроизводит реальные условия работы машины или минимальные эксплуатационные нагрузки на нее.

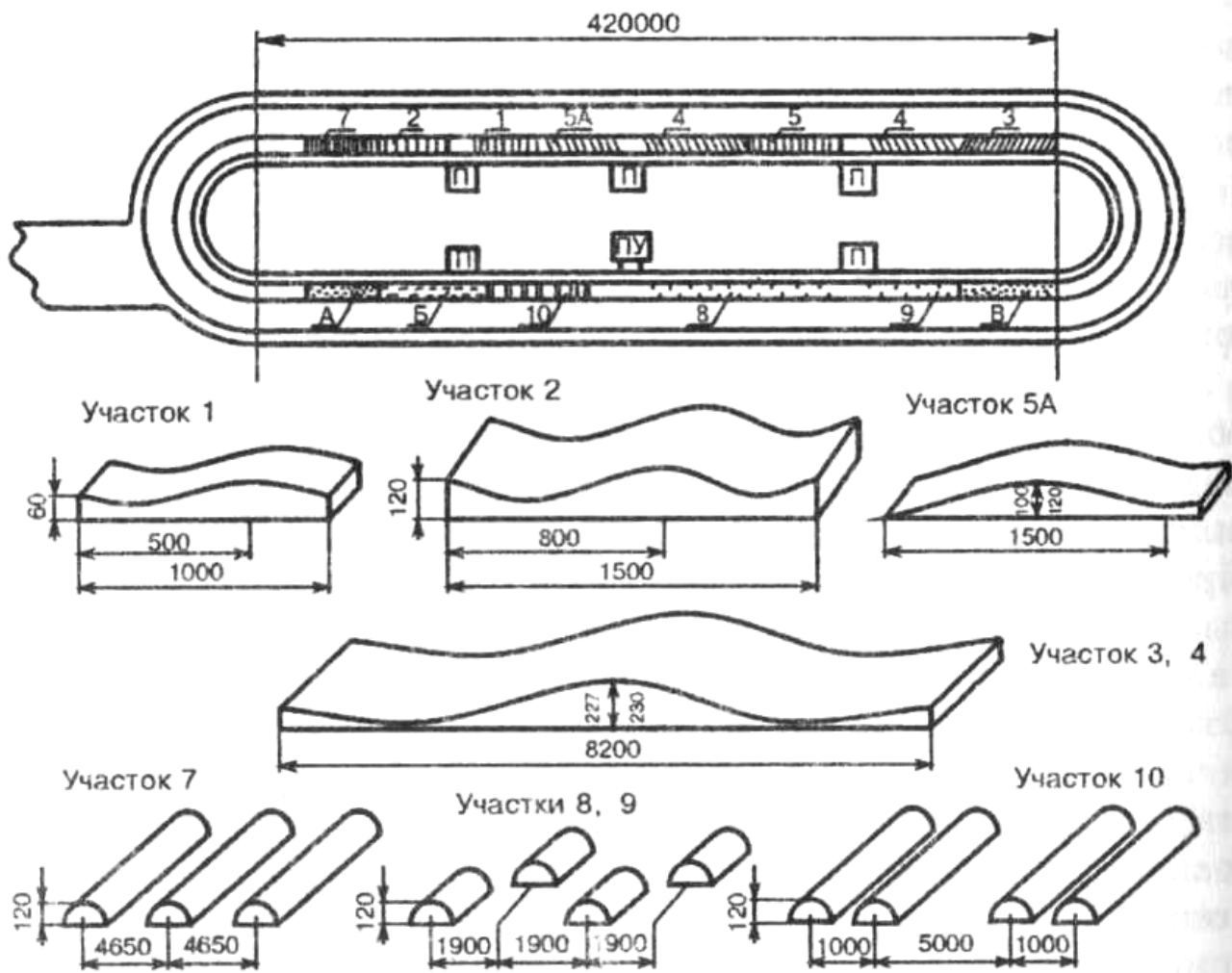


Схема полигона и формы препятствий:

1, 2, 3 ... 10 — участки препятствий; А, В — гравийная дорога; Б — булыжная борозда; П — площадки; ПУ — пульт управления

Основные положения типовой методики испытаний на **почвенном полигоне** почвообрабатывающих, посевных, посадочных машин состоят в следующем.

На почвенном полигоне можно производить опробование и обкатку машин, испытания на надежность опытных и контрольных образцов машин и орудий, а также сравнительные испытания рабочих органов на износ. Фон почвенного полигона, как и натурального поля, должен характеризоваться показателями, которые влияют на сопротивление передвижению рабочих органов, их износ и деформацию. К этим показателям относятся: механический состав почвы; удельное сопротивление; твердость; влажность.

Механический состав почвы полигона должен быть типичным для почвы зоны данной испытательной организации. Следовательно, необходимо произвести механический анализ типичных почв в данной зоне и по их составу подобрать участок под полигон. Твердость, влажность и удельное сопротивление фона почвенного полигона в течение всего периода должны поддерживаться в пределах граничных значений по многолетним данным соответствующей климатической зоны. Земельный участок под полигон должен быть характерным для зоны по длине гона, рельефу, макро- и микроструктуре. Ширина полигона должна быть достаточной для обеспечения работы в двух перпендикулярных направлениях. Площадь участка полигона для испытаний отдельной машины (агрегатов) должна быть не менее чем дневная наработка машины (агрегата).

После выбора участка под полигон производится уравнивающая пахота на глубину пахотного слоя, но не более 30 см, с последующей обработкой почвы под планируемые для испытания машины (например, для испытаний борон остается пахота, для испытаний сеялок производится предварительная культивация с боронованием). До начала испытаний, а затем ежедневно определяются физико-механические свойства почвы с тем, чтобы не допустить изменения ее структуры. С этой целью рекомендуется ежегодно менять участок под полигон, вводя его в севооборот полей данного хозяйства в виде черного пара.

При испытаниях на почвенном полигоне должны воспроизводиться типичные эксплуатационные режимы нагружения и воздействия почвы на машину с отклонением в пределах  $\pm 15\%$ . Выбор режима испытаний на почвенном полигоне производится по средним значениям тягового сопротивления и крутящего момента, необходимого для привода рабочих органов (последний определяется для машин, привод рабочих органов которых осуществляется от ВОМ трактора). Допускается выбирать режим испытаний по величинам твердости и влажности почвы.

Выбору режимов испытаний должно предшествовать определение значений тягового сопротивления машины и крутящего момента на привод рабочих органов в типичных эксплуатационных условиях. При этом могут быть использованы данные энергетической оценки машин.

На почвенном полигоне регистрация показателей производится на зачетном гоне при движении в прямом и обратном направлениях в трехкратной повторности. Время каждой повторности опыта при установившемся движении должно быть не менее 16 с. На склоновых участках полигонов движение на зачетном гоне производится только в поперечном направлении склона.

Режим испытаний определяется также конструктивными и технологическими особенностями машины (глубина хода рабочих органов, скорость движения и т. п.), регламентированными инструкцией.

При испытаниях на почвенном полигоне воспроизводятся все остальные виды работ, для выполнения которых предназначена машина. При испытаниях посевных машин бункера семян должны быть заполнены технологическим материалом на  $3/4$  объема. При этом их необходимо оборудовать устройствами (если таковые отсутствуют), предотвращающими высеивание семян в почву. Банки туковысеивающих аппаратов заполняются просеянной почвой, а заделки высева туков закрываются полностью.

Контроль режима испытаний осуществляется путем непосредственного измерения величин тягового сопротивления и крутящего момента. Периодичность контроля должна обеспечивать соблюдение стабильности режима испытаний с отклонениями  $\pm 15\%$  от номиналь-

ных параметров эксплуатационных режимов, определенных при выборе режима испытаний.

Первоначально замеры должны воспроизводиться не реже чем после двух проходов машины по одному и тому же месту. В случае недопустимого отклонения величин контролируемых параметров необходимо изменить скорость движения или глубину хода рабочих органов, если это допустимо агротребованиями, или провести комплекс мероприятий (перепахивание, прикатывание, полив), восстанавливающих физико-механические свойства почвы. В процессе испытаний периодичность замеров должна быть уточнена. При проведении испытаний на почвенном полигоне используются приборы, обеспечивающие непосредственно в поле получение средних величин тягового сопротивления и крутящего момента.

При многократных проходах агрегата по одному и тому же месту наблюдается сглаживание всех неровностей фона, в результате чего значительно уменьшается вертикальное воздействие на испытываемую машину. Во избежание этого после двукратной обработки участка рекомендуется образовывать поперечные борозды глубиной 20—22 см, которые следует располагать на расстоянии не более 50 м друг от друга.

Для измерения величин тягового сопротивления и крутящего момента непосредственно в поле могут быть использованы следующие приборы: классификатор нагрузок МИН-404 (или другой аналогичный прибор); аппаратура ЭМА-ПМ (или другая аналогичного назначения).

#### **Требования к методам и техническим средствам УИН.**

Типовые и рабочие методики разрабатываются организацией, проводящей испытания, на основе действующей межотраслевой и (или) отраслевой НТД. Методики испытаний должны быть аттестованы в соответствии с РД 50-360. Испытательное оборудование должно быть аттестовано в соответствии с ГОСТ 24555. Средства измерения, применяемые при испытаниях, должны пройти государственную поверку по ГОСТ 8.002, а нестандартизованные – ведомственную поверку по ГОСТ 8.326.

К испытательному оборудованию предъявляются следующие **требования**:

- высокая производительность;
- точность и стабильность заданных режимов работы;
- удобство регулировок заданного режима работы;
- возможность реализации различных нагрузок;
- удобство и высокая точность измерения возбуждаемых нагрузок;
- надежность стенда;
- универсальность основных блоков, что позволяет переоборудовать установки под различные типы испытываемых объектов и режимы деформирования;
- минимальные затраты энергии;
- полное соблюдение требований техники безопасности; возможность создания различных условий испытаний (коррозирующая среда, высокие и низкие температуры).

Компоновку стендов целесообразно осуществлять из унифицированных устройств нагружения, управления и крепления, обеспечивающих установку на стенде различных машин. Средства ускоренных испытаний должны быть оборудованы системой аварийной защиты, звуковой или световой сигнализацией, блокировками или автоматическим отключением.

#### **Методические основы выбора режимов УИН.**

Режим УИН определяется конструктивными и технологическими особенностями изделия, условиями эксплуатации согласно НТД на изделие. При УИН должны воспроизводиться типичные и экстремальные режимы нагрузки и воздействия среды, оказывающие наибольшее влияние на надежность изделия.

**Для определения режимов УИН** необходимо:

- провести анализ конструктивных и технологических особенностей изделия и определить основные внешние воздействия, оказывающие наибольшее влияние на надежность изделия;

- определить типичные и экстремальные эксплуатационные режимы нагружения и воздействия среды;
- определить количественные характеристики внешних воздействий в эксплуатационных условиях при типичных и экстремальных режимах работы;
- определить коэффициент перехода от результатов, полученных при УИН, к эксплуатационным результатам.

**Режим УИН определяется:**

- уровнем энергозатрат в соответствии с ОСТ 70.2.2;
- уровнем нагруженности элементов машины, определенным согласно методике установления режимов ускоренных испытаний по уровню нагруженности;
- эксплуатационными показателями (производительность, пропускная способность и т. д.);
- условиями эксплуатации (профиль почвенно-дорожных фонов, запыленность, влажность и т. д.);
- периодичностью и количеством включений рычагов и педалей механизмов, узлов и агрегатов.

Допустимо применение других способов либо сочетание вышеуказанных.

**Для определения характеристик типичных условий эксплуатации необходимо:**

- ✓ выявить возможные варианты работы машины, которые должны быть воспроизведены при ускоренных испытаниях, и долю каждого в среднегодовой или суммарной наработке изделия за срок службы;
- ✓ по данным испытаний и исследований определить распределение эксплуатационных параметров для каждого из выбранных вариантов условий эксплуатации;
- ✓ получить количественные оценки основных параметров каждого из выбранных вариантов условий эксплуатации.

**Количественные характеристики эксплуатационных режимов** (внешние воздействия, напряжения, деформации и т.д.) определяются: методом электротензометрирования с последующей статистической обработкой полученной информации (ГОСТ 23604); с помощью классификатора нагрузок СИН-404 и классификатора режима СИН-403.

Допускается производить регистрацию информации об интенсивности использования изделия другими аттестованными средствами, а также вручную с помощью двух хронометражистов (синхронно).

**Процесс нагружения УИН реализуется при:**

- воспроизведении выбранного режима эксплуатации без всяких или существенных изменений;
- форсировании режима по частоте, амплитуде, средним значениям; преобразовании режима путем исключения воздействий, существенно не влияющих на изделие;
- применении комбинированного режима, сочетающего режимы нескольких вариантов;
- применении условного режима, отличающегося от режима эксплуатации, но эквивалентного ему по разрушающему влиянию в зависимости от вида предельного состояния;
- применении одного или нескольких экстремальных режимов, встречающихся в эксплуатации, но не запрещенных руководством по эксплуатации.

**При выборе метода и режима УИН** необходимо определить величину коэффициента ускорения  $K_y$  путем сравнения воздействия на изделие при испытаниях и в эксплуатации.

Коэффициент ускорения по наработке (коэффициент перехода)  $K_{yn}$  - это отношение наработки изделий в эксплуатации (ч, физ. ед.) к наработке таких же изделий при УИН (ч, физ. ед.) до появления одинаковых повреждений или отказов или до предельного состояния.

Коэффициент ускорения по времени  $K_{ув}$  - это отношение календарного времени работы изделий в эксплуатации к календарной продолжительности УИН таких же изделий до появ-

ления одинаковых повреждений или отказов или до предельного состояния.

Правильность выбранного режима устанавливается при апробировании метода и режима УИН совпадением критериев (технических признаков) предельного состояния узлов и деталей машины при ускоренных испытаниях и в эксплуатации, а также соответствием режима УИН эксплуатационным условиям при отсутствии данных о надежности в эксплуатации, например, опытного образца.

#### **Методы контроля режимов испытаний.**

При УИН осуществляется контроль параметров, на основании которых выбран режим. Контроль производится непосредственным измерением параметров режима испытаний (энергозатраты, нагруженность узлов, эксплуатационные показатели - производительность, давление, подача и т.п.) или путем анализа косвенных показателей, определяющих режим (скорость, число оборотов и т.д.). Контроль стабильности и точности режима испытаний осуществляется в соответствии с рабочей методикой испытаний.

Устройства нагружения стендов выполняют по типоразмерному ряду с обеспечением эксплуатационных диапазонов режимов нагружения (скорости, амплитуды, ускорений, перемещений, усилий и т. д.). Технические средства ускоренных испытаний должны соответствовать Единым требованиям безопасности и производственной санитарии к конструкции ремонтно-технологического оборудования, оснастке, технологическим процессам по ремонту сельскохозяйственной техники, ГОСТ 12.3.002, ГОСТ 12.2.010, ГОСТ 22902 и ПУЭ.

#### **Оформление и анализ результатов испытаний на надежность**

Раздел «Оценка надежности» протокола (отчета) испытаний изделия должен содержать:

- условия и режимы испытаний на надежность;
- полученные значения показателей надежности;
- результаты технической экспертизы, фотографии отказавших деталей, результаты микрометрирования, металлографических, химических и других исследований;
- перечень отказов и повреждений, систематизированных по системам и агрегатам машин с указанием групп сложности отказов. Перечень отказов и повреждений с подробной их характеристикой представляют заинтересованным организациям в установленном порядке;
- оценку надежности и предложения, вытекающие из проведенного анализа.

**Определение показателей надежности** проводят из наработки  $T$  (в часах и физических единицах) общей на изделие (при испытаниях, эксплуатации). Эта наработка определяется по мотосчетчику (или другому прибору) или сплошным хронометражем.

#### **На основании данных по наработке и учета отказов вычисляют:**

Наработку на отказ —  $T_0$  (ч и физических единиц):

$$T_0 = \frac{T}{m},$$

где  $m$  — количество отказов.

Наработку на отказ первой, второй, третьей групп сложности —  $T_{01}, T_{02}, T_{03}$  — (ч и физических единиц)

$$T_{01} = \frac{T}{m_1}; \quad T_{02} = \frac{T}{m_2}; \quad T_{03} = \frac{T}{m_3},$$

где  $m_1, m_2, m_3$  — количество отказов соответственно первой, второй и третьей групп сложности.

Коэффициент готовности —  $K_r$

$$K_r = \frac{T}{T + \sum t_0},$$

где  $\sum t_o$  — суммарная продолжительность устранения всех отказов (ч).

Коэффициент технического использования —  $K_{т.и}$

$$K_{т.и} = \frac{T}{T + \sum t_o + \sum t_{то}},$$

где  $\sum t_{то}$  — суммарная продолжительность проведения технического обслуживания за период испытаний (ч).

При проведении испытаний машин первых лет серийного производства контролируют соответствие номенклатуры и количества запасных частей и мест их хранения (на машине или вне ее) в сравнении с опытными образцами и результаты приводят в протоколе испытаний.

При **составлении самостоятельного протокола** (отчета) по испытаниям изделия на надежность в него дополнительно включают следующую информацию:

- *цель и основание для проведения испытаний;*
- *перечень стандартов и другой нормативно-технической документации, в соответствии с которой проводились испытания;*
- *наименование, марка, год выпуска, заводской номер, завод-изготовитель (ремонтное предприятие), краткое техническое описание или конструктивные особенности изделия;*
- *техническую характеристику изделия;*
- *результаты первичной технической экспертизы;*
- *результаты досборки и монтажа;*
- *календарные сроки работы изделия;*
- *наработку и объем выполненных работ;*
- *место проведения и режимы испытаний;*
- *краткую характеристику условий испытаний (в том числе характеристику условий, оборудования, режимов имитационных испытаний).*

Организации, обобщающие материалы испытаний на надежность партии изделий согласно РД 10.2.6, составляют сводный отчет, в котором следует приводить: общие сведения о партии изделий; полученные значения показателей надежности; перечень отказов и повреждений, систематизированных по системам и агрегатам.

В сводном отчете должна быть дана оценка надежности партии изделий по нормируемым показателям.

При достижении предельного состояния двумя основными агрегатами или повторно одним агрегатом (двигатель, коробка перемены передач, несущая система – рама, ведущие мосты, приводы рабочих органов, обеспечивающих выполнение заданного технологического процесса молотильных и измельчающих аппаратов, гидроприводы рабочих органов машин) решение о снятии с испытаний принимает организация, проводившая испытания. При снятии с испытаний в протоколах испытаний приводят показатели безотказности машины и ее агрегатов и ресурс агрегатов, достигших предельного состояния.

**Решение о соответствии или несоответствии** надежности изделия установленным требованиям принимают на основе решений, принятых по отдельным показателям надежности. Решение о соответствии принимают при положительных решениях по всем показателям надежности, решение о несоответствии — при наличии хотя бы одного отрицательного решения.

## 7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНИКИ И ОБОРУДОВАНИЯ

Основной целью проведения экономической оценки новой сельскохозяйственной техники, комплексов машин, машинных технологий является **выявление экономической эффективности новой продукции** по сравнению с аналогами.

Методика экономической оценки устанавливает порядок расчета показателей экономической эффективности новой сельскохозяйственной техники, комплекса машин, машинных технологий при их использовании в крупном, среднем и малом (фермерском) производстве; влияния техники на конечные результаты (себестоимость, чистый доход, рентабельность, затраты труда на единицу продукции).

Экономическая оценка проводится для решения следующих проблем:

- *на этапе проектирования — для технико-экономического обоснования эффективности новой продукции в области предполагаемого применения;*
- *на этапе приемочных испытаний — для выработки конкретных рекомендаций по применению новой техники, обеспечению ее эффективной работы.*

Экономическую оценку машин (комплексов машин, машинных технологий) проводят по результатам их эксплуатационно-технологической оценки в соответствии с ГОСТ 24055 — ГОСТ 24059, а также другой НД, отражающей надежность машин, условия труда механизаторов.

**Критерием экономической эффективности машин** является экономический эффект, суммарно определяемый разностью приведенных затрат сравниваемыми машинами на выполнение годового объема работ, а также количество и качество сельскохозяйственной продукции, полученные от улучшения технических параметров новой техники.

Базой для сравнения, в зависимости от состояния разработки, создания и производства новой машины, служат:

- *показатели лучших отечественных или зарубежных машин;*
- *показатели заменяемой машины (аналога).*

На всех стадиях создания и внедрения комплексов машин для сравнения используют оптимальные структуры машинно-тракторных парков.

Экономическая оценка новых машин, комплексов машин, машинных технологий проводится в соответствии со следующими стандартами:

ГОСТ 23728 «Основные положения и показатели экономической оценки»;

ГОСТ 23729 «Методы экономической оценки специализированных машин»;

ГОСТ 23730 «Методы экономической оценки универсальных машин и технологических комплексов».

**Показателями** сравнительной экономической эффективности машин являются:

- *годовой экономический эффект с учетом количества и качества продукции, высвобождения трудовых ресурсов, улучшения условий труда;*
- *экономический эффект от производства и использования машины за срок службы;*
- *лимитная цена;*
- *срок окупаемости полных капиталовложений;*
- *годовая экономия затрат труда.*

При необходимости определяют также прибыль и рентабельность производства сельскохозяйственной продукции в условиях использования нового комплекса машин.

Показатели сравнительной экономической эффективности формируются на основе определяемых предварительно:

- *приведенных затрат;*
- *прямых экономических затрат;*
- *капитальных вложений;*
- *затрат труда;*
- *себестоимости производства сельхозпродукции (при оценке комплексов машин).*

В качестве **исходных данных**, используемых для определения экономических показателей применяют:

$L$  — количество обслуживающего персонала, чел;

$\tau$  — часовые тарифные ставки оплаты труда обслуживающего персонала, руб./ч;

$W_{см}$ ,  $W_{эк}$  — производительность машины в час сменного и эксплуатационного времени, ед. наработки/ч;

$q$  — удельный расход топлива смазочных материалов, электроэнергии, кг/ед. наработки;

$\Pi$  — цена 1 кг топлива, 1 кВт-ч электроэнергии, руб./кг, руб./кВт-ч;

$B$  — балансовая цена машины, энергосредства, руб.;

$T_3$  — годовая зональная загрузка машины, энергосредства, часы эксплуатационного времени;

$T_n$  — годовая нормативная загрузка машины, энергосредства, часы эксплуатационного времени;

$a$  — коэффициент отчислений на реновацию машины, энергосредства;

$r_t$  — коэффициент отчислений на ремонт и техническое обслуживание машины, энергосредства;

$h$  — удельный расход основных и вспомогательных материалов (семян, удобрений, гербицидов, проволоки, шпагата, тары и т. п.), кг/ед. наработки, м/ед. наработки, шт./ед. наработки;

$\Pi_m$  — оптовая цена единицы расходуемого материала, руб.

#### **Формулы для расчета экономических показателей**

**Затраты труда**, чел-ч/ед. наработки:

$$Z_t = \frac{L}{W_{см}}$$

**Затраты на оплату труда**, руб./ед. наработки:

$$Z = \frac{1}{W_{см}} \sum L_j \tau_j k_d,$$

где  $k_d$  — коэффициент, учитывающий доплаты по расчету за продукцию, премии, надбавки за классность и стаж работы, квалификацию, оплату отпусков и начисления по социальному страхованию.

**Затраты на топливо-смазочные материалы**, руб./ед. наработки:

$$\Gamma = q\Pi.$$

**Затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт** определяют по нормативам отчислений от балансовой цены машины, энергосредства:

$$P = \frac{B r_t}{W_{эк} T_3}$$

**Затраты на реновацию** (полное восстановление) определяют так же, как и вышеприведенный показатель, по нормативам отчислений от балансовой цены машины, энергосредства:

$$A = \frac{B a}{W_{эк} T_3}$$

При этом коэффициент отчислений  $a$  имеет обратную связь со сроком службы машины, энергосредства; например, при сроке службы в 7 лет коэффициент  $a = 1/7 = 0,143$ .

**Балансовую цену** машины определяют умножением оптовой цены на коэффициент, учитывающий затраты на доставку машины в хозяйство или на ее монтаж  $\delta = 1,1 \dots 1,2$ . При отсутствии оптовой цены новой машины допускается определять балансовую цену через

стоимость 1 кг массы машины-аналога.

Прочие прямые затраты на основные и вспомогательные материалы, руб./ед. наработки:

$$\Phi = \sum_i h_i \Pi_{mi}.$$

**Капиталовложения** на единицу наработки по машине определяют по формуле

$$K = \frac{B}{W_{\text{ЭК}} T_3}.$$

**Зональная годовая наработка** машины, единица наработки:

$$B_3 = W_{\text{ЭК}} T_3.$$

**Приведенные затраты на единицу наработки** определяют как сумму эксплуатационных затрат и нормативной прибыли:

$$\Pi = И + K E_n,$$

где И — прямые эксплуатационные затраты на единицу наработки, руб./ед. наработки;

К — капитальные вложения на единицу наработки, руб./ед. наработки;

$E_n$  — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений — 0,15 (представляет собой минимальную норму прибыли на каждую единицу капитальных вложений).

**Прямые эксплуатационные затраты** на единицу наработки, руб.:

$$И = З + Г + Р + А + \Phi,$$

где З — затраты на оплату труда обслуживающего персонала;

Г — затраты на горюче-смазочные материалы и электроэнергию;

Р — затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт;

А — затраты на реновацию;

Φ — прочие прямые затраты на основные и вспомогательные материалы.

**Годовой экономический эффект** от эксплуатации новой машины, руб.:

$$\mathcal{E}_Г = B_3(\Pi_б - \Pi_n + \mathcal{E}),$$

где  $\Pi_б$ ,  $\Pi_n$  — приведенные затраты на единицу наработки по заменяемой и новой машинам;

Э — экономический эффект от высвобождения рабочей силы, достигнутых условий труда, от изменения количества и качества продукции на единицу наработки;

$B_3$  — годовая наработка новой машины в условиях данной природно-климатической зоны.

Экономический эффект от производства и использования за срок службы новой машины, руб.:

$$\mathcal{E}_{\text{с.с}} = \frac{\mathcal{E}_Г}{a_n E_n},$$

где  $a_n$  — коэффициент отчислений на реновацию новой машины;

$E_n$  — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (0,15).

**Лимитная цена** новой машины, руб.:

$$\Pi_n = \Pi_{\text{вп}} \cdot \sigma,$$

где  $\Pi_{\text{вп}}$  — верхний предел цены новой машины, руб.;

σ — коэффициент гарантии потребителю экономического эффекта от использования новой машины.

Коэффициент гарантии, обеспечивающий потребителю экономический эффект от использования новой машины, принимают равным 0,80. По новой технике, высвобождающей трудовые ресурсы (энергонасыщенные тракторы, высокопроизводительные уборочные комбайны; машины, заменяющие ручной труд) коэффициент гарантии может быть принят равным 0,91...0,95.

**Верхний предел цены** новой машины, руб.:

$$C_{\text{вп}} = \left( \frac{\mathcal{E}_r}{a_n E_n} + B_n \right) \cdot \frac{1}{\delta},$$

где  $B_n$  — балансовая цена новой машины;

$\delta$  — коэффициент перевода оптовой цены в балансовую (1,1...1,2).

**Годовая экономия затрат труда** при эксплуатации новой машины, чел-ч:

$$Z_r = (Z_{\text{тб}} - Z_{\text{тн}}) \cdot B_z,$$

где  $Z_{\text{тб}}$ ,  $Z_{\text{тн}}$ , — затраты труда на единицу наработки заменяемой, новой машины.

**Степень изменения эксплуатационно-экономических показателей** новой машины в сравнении с заменяемой, %:

$$C = \frac{Z'_{\text{тб}} - Z'_{\text{тн}}}{Z'_{\text{тб}}} \cdot 100,$$

где  $Z'_{\text{тб}}$ ,  $Z'_{\text{тн}}$  — годовые затраты (затраты труда, прямые эксплуатационные затраты, капитальные вложения, приведенные затраты) соответственно по заменяемой и новой машине, рассчитанные на годовой объем работ новой машины.

**Срок окупаемости** полных капиталовложений представляет собой период, в течении которого экономия на прямых эксплуатационных затратах, полученных в результате указанных капиталовложений, достигает размера этих вложений.

Срок окупаемости полных капитальных вложений, лет:

$$T_{\text{ок.п}} = \frac{B_n}{\mathcal{E}'_r},$$

где  $B_n$  — балансовая цена новой машины (полные капитальные вложения на приобретение новой машины);

$\mathcal{E}'_r$  — годовая экономия эксплуатационных затрат от использования новой машины.

### **Особенности экономической оценки универсальных машин и технологических комплексов**

Экономическая оценка универсальных машин и комплексов проводится по ГОСТ 23730 «Методика экономической оценки универсальных машин и технологических комплексов», М., 1988. Стандарт устанавливает методы определения показателей экономической оценки тракторов, транспортных средств, универсальных самоходных машин, технологических мобильных и стационарных комплексов.

**Годовой экономической эффект от эксплуатации нового комплекса** определяют в модельном хозяйстве как разность приведенных затрат на годовой объем работ, выполняемый соответственно базовым и новым комплексом, с добавлением экономического эффекта от высвобождения рабочей силы, достигнутых условий труда, изменения количества и качества продукции:

$$\mathcal{E} = \Pi_б - \Pi_n + \mathcal{E}, \text{ руб.}$$

В дополнение к показателям сравнительной экономической эффективности, определяемым при оценке отдельных специализированных машин, стандарт предусматривает расчет прибыли от производства продукции комплексом машин ( $M$ ) и рентабельности производства продукции этим же комплексом ( $R$ ) по формулам

$$M = \sum_i (\Pi_i - C_i) S_i; \quad R = \frac{M}{\sum_i C_i S_i},$$

где  $\Pi_i$  — цена реализации  $i$ -го вида продукции;

$C_i$  — себестоимость производства  $i$ -го вида продукции;

$S_i$  — объем производства  $i$ -го вида продукции.

Показатели комплекса машин определяют при формировании оптимальной структуры МТП. **Критерием формирования оптимальной структуры машинно-тракторного парка (МТП) является минимум комплексных затрат**, включающих приведенные затраты с учетом достигнутых условий труда, потерь, количества и качества продукции от использования комплекса машин, затрат на трудовые ресурсы, необходимых для выполнения годового объема работ в модельном хозяйстве.

**Порядок проведения работ при оценке комплексов машин** способом наложения на хозяйство включает:

- выбор хозяйства;
- сбор и подготовку информации по рассчитываемому хозяйству;
- определение оптимального базового и нового состава МТП.

**Выбор хозяйств** для экономической оценки машин должен быть увязан со специализацией хозяйств и назначением новых машин. **Сбор и обработка информации** заключается в определении номенклатуры, объемов, сроков и условий выполнения работ в хозяйстве. Эти операции выполняются на основе агротехнических карт на возделывание и уборку культур, планов завоза и вывоза продуктов животноводства, планов материально-технического снабжения и капитального строительства.

**Планирование машинно-тракторных агрегатов** и их эксплуатационно-экономических показателей включает определение их состава на каждом виде работ, часовой сменной производительности и расхода топлива, продолжительности рабочего дня, количества обслуживающего персонала. Устанавливаются также балансовые цены, годовые нормативные загрузки, отчисления на ремонт и техническое обслуживание, реновацию, затраты на заработную плату. Оптимальным считают такой состав МТП, который обеспечивает выполнение всего объема работ в растениеводстве и при транспортировании грузов с минимальными приведенными затратами.

**Показатели экономической эффективности** внедрения новых машин определяют путем сопоставления соответствующих показателей оптимального базового парка с показателями парка, и состав которого входят новые машины. В случаях, когда новые машины предназначены для полной замены конкретных марок других машин, экономические показатели их использования сравниваются, кроме показателей, определяемых с использованием оптимального базового парка, также с показателями заменяемых машин.

### **Оформление и анализ результатов экономической оценки**

Исходные данные для расчета экономических показателей, а также сами экономические показатели записывают по форме табл. 1.

Показатели сравнительной экономической эффективности новой машины записываются по форме табл. 2.

В качестве примера в обеих формах приведены исходные данные и сравнительные показатели испытываемого плуга ПОГП-6-40 и базового плуга ПКГ-5-40В.

Анализ полученных показателей может быть примерно следующим.

В качестве исходных данных использованы эксплуатационно-технологические оценки на вспашке стерни испытываемого шестикорпусного плуга ПОГП-6-40 в агрегате с трактором МТЗ-1523 и пятикорпусного серийного плуга ПКГ-5-40В, агрегируемого с трактором МТЗ-1221.

Балансовая цена базового плуга ПКГ-5-40В, а также тракторов МТЗ-1221 и МТЗ-1523 принята по данным Белагроснаба, балансовая цена испытываемого плуга ПОГП-6-40 рассчитана по стоимости 1 кг массы плуга ПКГ-5-40В по формуле

$$B_{\text{нов}} = \frac{B_{\text{баз}}}{M_{\text{баз}}} M_{\text{нов}} = \frac{63054 \text{ тыс. руб.}}{2010 \text{ кг}} \cdot 3520 \text{ кг} = 101962 \text{ тыс. руб.}$$

**Таблица 12.1 – Исходные данные и расчет экономических показателей выполнения процесса с применением новой и базовой машины**

Показатели	Значение показателей	
	по испытываемой машине	по сравниваемой машине
<b>Сельскохозяйственной операции</b>	Вспашка стерни	Вспашка стерни
Состав агрегата, марка:		
машины	ПОГП-6-40	ПКГ-5-40В
трактора	МТЗ-1523	МТЗ-1221
Обслуживающий персонал, количество/разряд		
тракторист	I/V	I/VI
Производительность за 1 ч, времени, га:		
сменного	1,29	1,18
эксплуатационного	1,29	1,16
Затраты труда на выполнение основной операции, чел-ч/га	0,78	0,86
Балансовая цена, руб.:		
машины	101962	63054
трактора	350000	379600
Коэффициент отчислений на:		
реновацию:		
по машине	0,13	0,13
по трактору	0,09	0,09
капитальный и текущий ремонт и периодическое техническое обслуживание:		
по машине	0,40	0,40
по трактору	0,10	0,10
Годовая загрузка, ч:		
машины		
нормативная	150	150
зональная	150	150
трактора		
нормативная	1300	1000
зональная	1300	1000
Годовой объем работы, га	193	174
Расход топлива, кг/га	11,2	15,7
Прямые эксплуатационные затраты, руб./га по элементам:		
зарплата	1,8	2,7
реновация	89	78
капитальный и текущий ремонт и периодическое техническое обслуживание		
топливо.	35	49
всего	357	310
Удельные капитальные вложения, руб./га	736	690
Сумма приведенных затрат, руб./га	467	414
Дополнительный эффект (от количества и качества продукции, экономии трудовых ресурсов и улучшения условий труда)	Не определялся	

Часовые тарифные ставки механизаторов на вспашке приняты в соответствии с действующими на предприятиях Минсельхозпрода размерами. В зависимости от разряда работы, группы тракторов (последние группируются по мощности двигателя и виду ходовой си-

стемы). Цена топлива принята фактической по товарно-транспортным накладным опытного хозяйства Белорусской МИС. Разряд работы на вспашке, коэффициенты отчислений на renovación, ремонт и техническое обслуживание тракторов и плугов, зональные и нормативные их загрузки взяты из «Нормативно-справочного материала для экономической оценки сельскохозяйственной техники», ч.1, М., 1988.

В результате расчетов показателей установлено, что степень снижения затрат труда при использовании плуга ПОГП-6-40 составила 8,5% при годовой экономии трудовых затрат 14 чел-ч, что обусловлено его более высокой производительностью в час сменного времени: 1,29 га/ч против 1,18 га/ч у плуга ПКГ-5-40В.

Годовая экономия топлива составила 871 кг вследствие меньшего расхода топлива на 1 га агрегатом с новым плугом.

По всем видам финансовых затрат (прямые эксплуатационные затраты, удельные капиталовложения, приведенные затраты) отмечается повышение значений показателей вследствие значительного превышения балансовой цены новой машины над балансовой ценой базовой в 1,6 раза. Рост затрат от превышения балансовой цены не компенсируется ростом производительности новой машины, всего в 1,1 раза превышающей производительность базовой, убыток составляет 10195 руб. Лимитная цена новой машины – 47953 руб., т.е. значительно ниже балансовой (101962 руб.), что свидетельствует как о некупаемости капитальных вложений (из-за отсутствия экономии прямых эксплуатационных затрат), так и об экономической неэффективности плуга ПОГП-6-40 при данном уровне балансовой цены и производительности.

По всем видам финансовых затрат (прямые эксплуатационные затраты, удельные капиталовложения, приведенные затраты) отмечается повышение значений показателей вследствие значительного превышения балансовой цены новой машины над балансовой ценой базовой в 1,6 раза. Рост затрат от превышения балансовой цены не компенсируется ростом производительности новой машины, всего в 1,1 раза превышающей производительность базовой, убыток составляет 10195 руб. Лимитная цена новой машины – 47953 руб., т.е. значительно ниже балансовой (101962 руб.), что свидетельствует как о некупаемости капитальных вложений (из-за отсутствия экономии прямых эксплуатационных затрат), так и об экономической неэффективности плуга ПОГП-6-40 при данном уровне балансовой цены и производительности.

**Таблица 2 – Показатели сравнительной экономической эффективности**

Показатели	Значение показателей
Годовая экономии труда, чел-ч	14,0
Годовой экономический эффект, руб.	10195 (убыток)
Экономический эффект от производства и использования за срок службы, руб.	36025
Лимитная цена, руб.	47953
Проект оптовой цены, руб.	92693
Срок окупаемости полных капитальных вложений, лет	-11,5 (затраты не окупаются)

## 8. ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ И ЭРГНОМИЧНОСТИ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ НОВОЙ ТЕХНИКИ

### Показатели безопасности

**Показатели безопасности** характеризуют безопасность обслуживающего персонала и сопрягаемых объектов при обращении и эксплуатации изделия.

К показателям безопасности следует отнести вероятность безопасной работы человека в конкретных условиях в течение определенного времени; время срабатывания блокировочных и защитных устройств; электропрочность высоковольтных линий передач и т. д.

К показателям безопасности работы человека при санкционированных режимах эксплуатации, потребления, монтажа, обслуживания, транспортирования и хранения продукции могут быть отнесены также гигиенические показатели, входящие в группу эргономических показателей качества.

Применительно к машинам и оборудованию **безопасность** – это их свойство удовлетворять требованиям безопасности при выполнении заданных функций в условиях, установленных нормативно-технической документацией.

**К числу показателей безопасности могут относиться:**

- *вероятность безопасной работы человека* в течение определенного времени;
- *коэффициент безопасности* – который определяется отношением количества показателей безопасности  $N_6$ , соответствующих нормативно-технической документации по безопасности труда с оцениваемым изделием, к общему количеству номенклатуры показателей безопасности  $N_0$ , относящихся к данному изделию:

$$K_6 = \frac{N_6}{N_0}.$$

Если  $K_6 < 1$ , то необходимо осуществить управленческие и технические мероприятия по приведению изделия в нормативно безопасное состояние;

- *вероятность возникновения аварийной ситуации;*
- *время срабатывания защитных устройств;*
- *электрическая прочность изоляции токоведущих частей продукции;*
- *количество степеней защиты от подделки и др.*

Оценку уровня качества изделия производят с учетом показателей безопасности и их норм.

**Нормы на показатели безопасности** определяются государственными стандартами по безопасности труда; нормами и правилами по технике безопасности, пожарной безопасности, радиационной безопасности, производственной санитарии и т. д.; нормативами и документами СЭВ, ИСО, публикациями МЭК и других международных организаций по стандартизации, международными регламентами.

**Для оценки безопасности технического изделия** определяют показатели, которые непосредственно характеризуют условия труда с оцениваемым изделием, т.е. устанавливают численные значения параметров загазованности, запыленности, шума, вибрации, освещенности; показатели частоты и тяжести травматизма и др. показатели.

#### Оценка безопасности

1. При оценке безопасности первоначально определяют  $X_{ст}$  – степень вредности (опасности) неблагоприятного фактора и/или тяжести работ с техническим изделием. Степень вредности оценивают в баллах.

2 Уровень безопасности изделия по коэффициенту безопасности количественно оценивается:

$$Y_6 = \frac{K_{\text{б.оц}}}{K_{\text{б.баз}}}$$

3 Более точная оценка уровня безопасности изделия может быть осуществлена комплексным методом с учетом всех единичных показателей безопасности и их значимости.

### Эргономические показатели

**Эргономические показатели** – показатели, характеризующие качество изделия с точки зрения приспособленности ее к эксплуатации человеком.

Они делятся на следующие группы:

➤ **гигиенические** – показатели, используемые при определении соответствия изделия гигиеническим условиям работы человека с изделием. Это: освещенность, температура, влажность, излучение, вибрация, шум и т.п.;

➤ **антропометрические** – показатели, используемые при определении соответствия изделия размерам и форме и весу человека, работающего с этим изделием. Это: угол наклона спинки сидения, расстояния до рычагов управления и т.п.;

➤ **физиологические** – показатели, характеризующие соответствие изделия силовым, скоростным и другим возможностям человека;

➤ **психологические** – показатели, характеризующие соответствие изделия возможностям восприятия и переработки информации.

Оценку эргономических показателей осуществляют путем сопоставления определяемых значений с заданными или базовыми значениями. За базовые значения принимают эргономические требования, приводимые в специальных ГОСТ, РД, НТД и др. документах.

### Эстетические показатели

**Эстетические показатели** характеризуют информационную выразительность, рациональность формы, целостность композиции, совершенство производственного исполнения и стабильность товарного вида.

**1. Показатели информационной выразительности** изделия характеризуют степень отражения в форме изделия сложившихся в обществе эстетических представлений и культурных норм:

- показатель знаковости,
- оригинальность формы,
- стилевое соответствие,
- соответствие моде.

**2. Показатели рациональности формы** характеризуют соответствие формы его назначению, конструктивному решению, особенностям технологии изготовления и применяемым материалам, а также учетность в форме изделия способов и особенностей действий человека с изделием:

- показатель функционально-конструктивной обусловленности;
- показатель эргономической обусловленности.

**3. Показатели целостности композиции** характеризуют гармоничность единства частей и целого изделия, ограниченность взаимосвязи элементов формы изделия и его согласованность с другими изделиями:

- показатель органичной объемно-пространственной структуры;
- показатель пластичности;
- показатель упорядоченности графических изобразительных элементов и др.

**4. Показатели совершенства изготовления элементов формы и поверхностей:**

- показатель чистоты контуров сопряжений;

- тщательность покрытий и отделки;
- четкость исполнения знаков и сопроводительной документации.

##### **5. Показатели стабильности товарного вида:**

- устойчивость к повреждениям элементов внешнего вида изделия;
- сохраняемость цвета и др.

Оценку значений эстетических показателей качества изделий осуществляют экспертным методом комиссией, состоящей из квалифицированных специалистов в области художественного конструирования и дизайна. Экспертная комиссия оценивает выбранные эстетические показатели в баллах и определяет коэффициент весомости каждого показателя. На основании полученных значений вычисляют обобщенный показатель эстетичности по формуле:

$$\lambda = \sum_{i=1}^n m_i K_i,$$

где  $m_i$  – коэффициент весомости  $i$ -го показателя;

$K_i$  – оценка единичного  $i$ -го показателя эстетичности в баллах;

$n$  – число учитываемых единичных эстетических показателей.

### **Патентно-правовые показатели**

**Патентно-правовые показатели** – это в первую очередь показатели патентной защиты и патентной чистоты, которые характеризуют патентную чистоту продукции (технических решений, использованных в изделии), ее конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынке.

Группу патентно-правовых показателей подразделяют на две подгруппы:

**Показатель патентной защиты** определяет степень защиты изделия патентами и авторскими свидетельствами в РБ и патентами в странах предполагаемого экспорта или продажи лицензий на отечественные изобретения.

**Показатель патентной чистоты** определяет степень воплощения в изделие, которое предназначено для реализации только внутри страны, технических решений, не подпадающих под действие, выданных в РБ патентов исключительного права, а для изделия, предназначенного для реализации и за рубежом, технических решений, не подпадающих также под действие патентов, выданных в странах предполагаемого экспорта. Данный показатель позволяет судить о возможности реализации изделия без препятствий в РБ и за рубежом.

При определении патентно-правовых показателей учитывают лишь такие составные части изделия, которые достаточно весомо влияют на уровень его технического совершенства и качества.

Используют два показателя патентной защиты изделия: **патентная защита в стране и за рубежом.**

➤ **Показатель патентной защиты изделия внутри страны:**

$$P'_{п.з} = \frac{\sum m_i N_i}{N},$$

где  $m_i$  – коэффициент весомости составных частей изделия, защищенных патентами или авторскими свидетельствами страны;

$N_i$  – количество составных частей изделия, защищенных патентами или/и авторскими свидетельствами страны;

$N$  – общее количество составных частей изделия.

➤ **Показатель патентной защиты отечественного изделия патентами за рубежом:**

$$P''_{п.з} = \frac{\delta(\sum m'_i N'_i)}{N},$$

где  $m'_i$  – коэффициент весомости составных частей изделия, защищенных зарубежными патентами;

$N'_i$  – количество составных частей изделия, защищенных патентами за рубежом;

$\delta$  – коэффициент, зависящий от количества стран, в которых получены патенты для экспорта изделия.

**Показатель патентной чистоты** изделия  $P_{п.ч}$  выражает правовую возможность реализации изделия как внутри страны, так и за рубежом и упрощенно рассчитывается по формуле:

$$P_{п.ч} = \frac{N - \sum m_i N_i}{N},$$

где  $N_i$  – количество составных частей изделия (по группам значимости), попадающих под действие патентов данной страны.

Показатель патентной чистоты для патентно-чистого изделия в отношении страны экспорта равняется 1. Изделие, не обладающее патентной чистотой внутри страны, и в отношении зарубежных стран не может быть признано изделием высокого технического уровня.

### Показатели транспортабельности

**Показатели транспортабельности** характеризуют приспособленность изделий к перемещению в пространстве с помощью различных видов транспорта (автомобильного, ж/д, водного, воздушного и др.).

Основные показатели транспортабельности определяют затраты на выполнение операций транспортирования, а также подготовительные и другие операции, связанные с транспортированием продукции.

Наиболее полно транспортабельность определяется стоимостными показателями, которые учитывают затраты основных видов ресурсов (материальных, денежных, трудовых, временных), а также квалификацию и число людей, выполняющих работы по транспортированию.

В группу показателей транспортабельности входят характеристики подготовительных и заключительных операций, связанных с транспортированием изделия к месту его назначения:

- допустимая температура при транспортировании;
- допустимая влажность при транспортировании;
- допустимое давление при транспортировании;
- допустимое время транспортирования;
- допустимый уровень вибрации при транспортировании.

К **подготовительным операциям** относятся упаковка, погрузка изделия на транспортное средство, крепление и т.п. **Заключительные операции** – снятие креплений, разгрузка, распаковывание, сборка, установка на рабочее место и т.п.

Основными показателями транспортабельности (кроме перечисленных выше) являются:

**1.  $K_d$**  – коэффициент, характеризующий долю транспортируемых изделий, которые сохраняют в заданных (допустимых) пределах свои первоначальные свойства

$$K_d = \frac{Q_b}{Q_n} 100 \%,$$

где  $Q_b$  – масса или количество в шт. изделий, выгруженных из транспортного средства и сохранивших значения показателей качества в допустимых пределах;

$Q_n$  – масса или количество в шт. изделий, погруженных в транспортное средство для транспортирования.

2.  $K_v$  – коэффициент максимально возможного использования емкости (или грузоподъемности) транспортного средства или тары

$$K_v = \frac{N_b V}{u(1-Y)},$$

где  $N_v$  – максимально возможное использование емкости транспортного средства или тары, выраженное в единицах продукции;

$V$  – объем единицы продукции;

$u$  – емкость транспортного средства или тары;

$Y$  – коэффициент нормативных потерь емкости транспортного средства.

Значения  $V$  и  $u$  должны быть выражены в одинаковых единицах измерения объема.

Экономическими показателями транспортабельности являются показатели, которые характеризуют затраты, обусловленные выполнением подготовки к транспортированию, самого транспортирования, а также заключительных работ после транспортирования.

Стоимостные показатели учитывают материальные и трудовые затраты, квалификацию и количество людей, участвующих во всех процессах, связанных с транспортированием изделия.

### Показатели стандартизации и унификации

**Показатели стандартизации и унификации** характеризуют насыщенность изделия стандартными, унифицированными и оригинальными составными частями (детали, узлы, агрегаты, комплекты и комплексы).

Эти показатели позволяют определить степень конструктивного единообразия изделия. Они свидетельствуют о возможности применения минимально необходимого количества типоразмеров составных частей изделия в целях повышения качества продукции и эффективности производства.

Для применения типовых методов расчета показателей качества данной группы составные части изделий принято подразделять на стандартные, унифицированные и оригинальные.

К **стандартизированным** относятся составные части изделия, выпускаемые по международным, государственным и отраслевым стандартам.

К **унифицированным** относятся составные части изделия, которые используются, по крайней мере, в двух различных изделиях, выпускаемых одним предприятием;

К **оригинальным** относятся составные части изделия, разработанные только для данного изделия.

К показателям стандартизации и унификации относятся коэффициенты применяемости, повторяемости, взаимной унификации для групп и группы изделий.

Основными показателями стандартизации и унификации являются:

➤ **Коэффициент применяемости по типоразмерам** составных частей:

$$K_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{т}} - Q_{\text{т.ор}}}{Q_{\text{т}}} 100 \%,$$

где  $Q_{\text{т}}$  – общее количество типоразмеров составных частей в изделии;

$Q_{\text{т.ор}}$  – количество оригинальных типоразмеров составных частей в изделии.

➤ **Коэффициент применяемости по составным частям** (в штуках):

$$K_{\text{пр.шт}} = \frac{Q_{\text{шт}} - Q_{\text{шт.ор}}}{Q_{\text{шт}}} 100 \%,$$

где  $Q_{\text{шт}}$  – общее количество составных частей в изделии;

$Q_{\text{шт.ор}}$  – количество оригинальных составных частей в изделии.

➤ **Коэффициент повторяемости:**

$$K_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{шт}}}{Q_{\text{т}}} 100 \%,$$

➤ **Стоимостной коэффициент применяемости:**

$$K_{\text{с}} = \frac{C_{\text{об}} - C_{\text{о}}}{C_{\text{об}}} 100 \%,$$

где  $C_{\text{об}}$  – общая стоимость изделия;

$C_{\text{о}}$  – стоимость составных частей изделия, входящих в оригинальные типоразмеры.

### Экологические показатели

**Экологические показатели** характеризуют уровень вредных воздействий на окружающую среду в процессе производства и эксплуатации изделия. Эти воздействия проявляются в виде загрязнения воды и земли.

Одним из основных источников вредного или опасного влияния на окружающую человека среду считаются работающие изделия машиностроительного производства, т.е. в процессе эксплуатации технического изделия.

С целью выявления возможных вредных воздействий (химических, механических, звуковых, радиационных) на окружающую природную среду и для включения в номенклатуру показателей качества продукции экологических показателей при оценке качества технического изделия проводится анализ его работы.

**К числу таких показателей можно отнести:**

- вероятность вредных выбросов в окружающую среду (атмосферу) – воздух, воду, землю);
- содержание (концентрация) вредных примесей, выбрасываемых в окружающую среду;
- уровень радиационного излучения при изготовлении, хранении, транспортировке и потреблении (эксплуатации) продукции и др.

С другой стороны, экологические показатели техники можно разделить на три основные группы:

*показатели, связанные с использованием материальных ресурсов природы* – ресурсоемкость изготовления техники, показатели потребления невозполнимых материальных ресурсов при эксплуатации и при ремонтах;

*показатели, связанные с использованием природных энергетических ресурсов* – показатели расходования природных энергетических носителей на стадиях жизненного цикла изделия;

*показатели, связанные с загрязнением окружающей среды* – параметры различных видов загрязнения окружающей среды и ущерба от этих загрязнений на различных стадиях жизненного цикла изделия.

**Нормы на экологические показатели** определяются стандартами, рекомендациями и правилами, ИСО и других международных организаций, занимающихся вопросами охраны окружающей среды; международными техническими регламентами и нормативами:

ПДП – предельно допустимые потоки радиационного, электромагнитного, рентгеновского и др. излучений – см. ГОСТы и санитарно-гигиенические нормативные документы.

По мере ухудшения состояния окружающей среды в промышленных центрах и крупных мегаполисах экологические показатели приобретают все большее значение в общей системе показателей качества продукции. Поэтому при оценке технического уровня продукции с учетом экологических показателей учитывают требования и нормы международных стандартов.