

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

В.А. Ушанов, А.А. Васильев

**Дипломное проектирование по эксплуатации
машинно-тракторного парка**

Рекомендовано учебно-методическим советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет» для внутривузовского использования в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»

Электронное издание

Красноярск 2020

ББК 40.72я73

У 93

Рецензенты:

Ю.А. Демидов, руководитель Службы по надзору за техническим состоянием самоходных машин и других видов техники Красноярского края

С.Н. Катаргин, канд. техн. наук, доцент кафедры «Авиационные горюче-смазочные материалы» Института нефти и газа Сибирского федерального университета

у 93 Ушанов, В.А.

Дипломное проектирование по эксплуатации машинно-тракторного парка [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.А. Ушанов, А.А. Васильев; Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2020. – 197 с.

Содержит материалы по структуре, содержанию, оформлению и тематике выпускных квалификационных работ бакалавров по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия». Приведены примеры выполнения технологических разработок по производственной и технической эксплуатации машинно-тракторного парка. В учебное пособие включены основные справочные данные, необходимые студентам при выполнении технологической и конструкторской разработок.

Предназначено для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия».

Учебное пособие будет также полезно при выполнении магистерских диссертаций.

ББК 40.72я73

© Ушанов В.А., Васильев А.А., 2020

© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	8
2 ТРЕБОВАНИЯ К ОСВОЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ВЫПУСКНИКОВ БАКАЛАВРИАТА.....	9
3 ВИДЫ И ОБЪЕМ ГОСУДАРСТВЕННЫХ АТТЕСТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ.....	12
4 ТЕМАТИКА, СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ВКР.....	14
5 ВЫБОР КОНСТРУКТОРСКОЙ РАЗРАБОТКИ.....	18
6 ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ВКР.....	21
7 РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	22
7.1 Структура пояснительной записки.....	22
7.2 Реферат.....	27
7.3 Содержание.....	28
7.4 Введение.....	28
7.5 Обоснование темы.....	28
7.6 Технологическая разработка.....	29
7.7 Конструкторская разработка.....	29
7.8 Экономическое обоснование.....	30
7.9 Безопасность труда.....	30
7.10 Экология.....	30
7.11 Заключение.....	30
7.12 Список литературы.....	30
7.13 Приложения.....	33
8 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ.....	34
8.1 Общие требования.....	34
8.2 Рубрикация.....	35
8.3 Единицы физических величин и знаки.....	35
8.4 Формулы.....	37
8.5 Таблицы.....	38
8.6 Иллюстрации.....	40
8.7 Ссылки.....	41
8.8 Сокращения.....	41
9 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ.....	43
9.1 Общие положения.....	43
9.2 Масштабы.....	44

9.3	Форматы чертежей.....	44
9.4	Основные надписи.....	45
9.5	Обозначение документации.....	47
9.6	Спецификация.....	48
10	ПОРЯДОК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ВКР.....	54
11	МЕТОДИКА И ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ В АПК.....	55
11.1	Общие предпосылки для решения практических задач в АПК с использованием теории массового обслуживания.....	55
11.2	Основные термины, понятия теории массового обслуживания и компьютерная технология, используемые в процессе решения практических задач.....	56
11.3	Обоснование количественного соотношения между группами машин уборочно-транспортного комплекса в различных производст- венных условиях.....	62
11.4	Обоснование количества передвижных средств для восстановления работоспособности машин в полевых условиях.....	72
11.5	Обоснование количества транспортных средств для доставки измельченного хлебного вороха на стационарный пункт обработки.....	77
11.6.	Обоснование количества транспортно-загрузочных средств для технологического обслуживания посевных (посадочных) машинно-тракторных агрегатов.....	85
11.7	Обоснование оптимального состава машинно-тракторного агрегата из альтернативных вариантов.....	91
12	ОБЕСПЕЧЕНИЕ МАШИН ТОПЛИВОМ И СМАЗОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ.....	103
12.1	Назначение и общая организация нефтехозяйства.....	103
12.2	Схемы организации нефтехозяйства.....	104
12.3	Нефтесклад и посты заправки.....	106
12.4	Определение страхового запаса нефтепродуктов.....	109
12.5	Определение максимального уровня запасов нефтепродуктов.....	111
13	ХРАНЕНИЕ МАШИН.....	116
13.1	Неисправности машин, возникающие в нерабочий период.....	116
13.2	Виды и способы хранения машин.....	117
13.3	Расчет площадки для открытого хранения техники.....	120
13.4	Организация работы на машинном дворе.....	123
13.5	Роза ветров.....	129

14 КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	130
14.1 Обозначения, механические свойства и химический состав сталей.....	130
14.2 Сортамент сталей.....	132
14.3 Литейные черные материалы.....	137
14.4 Сортамент цветных металлов и сплавов.....	138
14.5 Неметаллические материалы.....	139
15 СВЕДЕНИЯ О НЕКОТОРЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ ЕСКД ГОСТ.....	140
15.1. Изменения в построении и оформлении чертежей.....	140
15.2 Обозначение шероховатости поверхностей.....	145
15.3 Изображение швов сварных соединений.....	151
15.4 Обозначение резьбы.....	157
15.5 Обозначение допусков и посадок на чертежах.....	158
15.6 Предельные отклонения формы и расположения поверхностей.....	164
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	169
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	170
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	172

Если вы будете работать для настоящего, то Ваша работа выйдет ничтожной; надо работать, имея в виду только будущее.

А.П. Чехов

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие ориентировано на оказание помощи при написании, оформлении и подготовке к защите выпускных квалификационных работ (ВКР) студентами, обучающимися по направлению подготовки бакалавров 35.03.06 «Агроинженерия», профили «Технические системы в агробизнесе» и «Технический сервис в агропромышленном комплексе».

Цель данного пособия – познакомить студентов с требованиями, предъявляемыми к написанию выпускных квалификационных работ, предоставить основные справочные материалы и методические указания для решения инженерных задач. Выпускная квалификационная работа бакалавра выполняется в период, установленный учебным планом образовательной программы, и является комплексным оценочным средством в рамках государственной итоговой аттестации. Вместе с тем в процессе подготовки и защиты выпускной квалификационной работы продолжается процесс формирования компетенций в соответствии с образовательной программой. В связи с этой целью ВКР является систематизация и расширение теоретических знаний и практических умений студента, а также определение уровня его подготовленности к профессиональной деятельности в соответствии с получаемой квалификацией. Выпускная квалификационная работа является самостоятельным творческим исследованием студента. В процессе выполнения ВКР студент должен продемонстрировать владение методами решения инженерных задач, самостоятельность и творческий подход при конструкторском проектировании, грамотно и обоснованно изложить свои утверждения в письменной форме. Учебное пособие содержит рекомендации по подготовке и выполнению ВКР, в том числе требования к объему, структуре, содержанию, а также к порядку оформления и защиты.

При выполнении выпускных квалификационных работ студент должен, основываясь на достижениях науки и передового опыта в сельскохозяйственном производстве:

- уделять особое внимание улучшению использования тракторов, комбайнов, автомобилей и другой сельскохозяйственной техники;
- применять индустриальные технологии возделывания сельскохозяйственных культур;
- разрабатывать и совершенствовать конструкции существующих тракторов и сельскохозяйственных машин, более производительных и экономичных;
- предлагать мероприятия по повышению качества технического обслуживания, эксплуатационного ремонта, хранения техники и экономии топливо-смазочных материалов;
- давать экономическое обоснование, подтверждающее эффективность предлагаемых в работе технических, технологических и организационных решений.

Настоящее учебное пособие призвано помочь студентам качественно выполнить выпускные квалификационные работы и достичь однородности требований к ним со стороны руководителей и консультантов.

1 НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Учебное пособие подготовлено в соответствии:

- с Федеральным законом от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральным законом от 31.12.2014 г. № 500-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»;
- Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» от 19.12.2013 г. № 1367;
- Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры» от 29.06.2015 № 636;
- Федеральными государственными образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия (уровень бакалавриата);
- Законодательными актами Российской Федерации, нормативными актами Министерства образования и науки Российской Федерации, регламентирующими образовательную деятельность;
- Постановлением Правительства РФ от 27.01.2009 г. № 53 «Об охране окружающей среды»;
- Постановлением Правительства РФ от 27.12. 2010 г. № 1160 «Об утверждении Положения о разработке, утверждении и изменении нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда»;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса, утвержденными заместителем министра образования и науки Российской Федерации 08.04.2014 № АК-44/05 вн;
- Уставом ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ;
- Локальными нормативными актами ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ.

2 ТРЕБОВАНИЯ К ОСВОЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ВЫПУСКНИКОВ БАКАЛАВРИАТА

Содержание государственных аттестационных испытаний должно учитывать область и вид будущей профессиональной деятельности выпускников бакалавриата и необходимость формирования у обучающихся компетенций, установленных основной профессиональной образовательной программой (ОПОП). Выпускник программы бакалавриата должен обладать следующими общекультурными компетенциями (ОК):

- способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);
- способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);
- способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности (ОК-3);
- способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности (ОК-4);
- способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);
- способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);
- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8);
- способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9).

Выпускник программы бакалавриата должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1);
- способностью к использованию основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-2);

- способностью разрабатывать и использовать графическую техническую документацию (ОПК-3);
- способностью решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и теплообмена (ОПК-4);
- способностью обоснованно выбирать материал и способы его обработки для получения свойств, обеспечивающих высокую надежность детали (ОПК-5);
- способностью проводить и оценивать результаты измерений (ОПК-6);
- способностью организовывать контроль качества и управление технологическими процессами (ОПК-7);
- способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда и природы (ОПК-8);
- готовностью к использованию технических средств автоматизации и систем автоматизации технологических процессов (ОПК-9).

Область профессиональной деятельности бакалавров по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», профили «Технические системы в агробизнесе» и «Технический сервис в агропромышленном комплексе» включает эффективное использование и сервисное обслуживание сельскохозяйственной техники, машин и оборудования, разработку технических средств технологической модернизации сельскохозяйственного производства. Перечень профессиональных задач, к которым должен быть подготовлен бакалавр, определяется профилем подготовки и видами будущей деятельности выпускников. Образовательным стандартом установлены следующие виды профессиональной деятельности: производственно-технологическая, организационно-управленческая, научно-исследовательская, проектная. Выпускная квалификационная работа должна способствовать формированию у выпускников профессиональных компетенций, соответствующих видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована образовательная программа бакалавриата.

- Научно-исследовательская деятельность:
 - готовность изучать и использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-1);
 - готовность к участию в проведении исследований рабочих и технологических процессов машин (ПК-2);

- готовность к обработке результатов экспериментальных исследований (ПК-3);
- проектная деятельность: способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования (ПК-4);
- готовность к участию в проектировании технических средств и технологических процессов производства, систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственных объектов (ПК-5);
- способность использовать информационные технологии при проектировании машин и организации их работы (ПК-6);
- готовности к участию в проектировании новой техники и технологии (ПК-7).
 - Производственно-технологическая деятельность:
 - готовность к профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок (ПК-8);
 - способность использовать типовые технологии технического обслуживания, ремонта и восстановления изношенных деталей машин и электрооборудования (ПК-9);
 - способность использовать современные методы монтажа, наладки машин и установок, поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, непосредственно связанных с биологическими объектами (ПК-10);
 - способность использовать технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции (ПК-11).
 - Организационно-управленческая деятельность:
 - способность организовывать работу исполнителей, находить и принимать решения в области организации и нормирования труда (ПК-12);
 - способность анализировать технологический процесс и оценивать результаты выполнения работ (ПК-13);
 - способность проводить стоимостную оценку основных производственных ресурсов и применять элементы экономического анализа в практической деятельности (ПК-14);
 - готовность систематизировать и обобщать информацию по формированию и использованию ресурсов предприятия (ПК-15).

3 ВИДЫ И ОБЪЕМ ГОСУДАРСТВЕННЫХ АТТЕСТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ

Государственная итоговая аттестация выпускников бакалавриата включает защиту выпускной квалификационной работы. Выполнение ВКР имеет своей целью систематизацию, закрепление и расширение теоретических знаний и применение этих знаний при решении конкретных научных, технических и производственных задач. Вид выпускной квалификационной работы, требования к ней, порядок выполнения и критерии ее оценки устанавливаются вузом. Защита ВКР должна демонстрировать уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности. Объем государственной итоговой аттестации бакалавров в соответствии с ФГОС ВО составляет 9 зачетных единиц.

В этот объем входят подготовка к процедуре защиты, защита ВКР. Для выполнения ВКР предусмотрена преддипломная практика в объеме 3 зачетных единицы. Государственная итоговая аттестация проводится в сроки, определяемые вузом, но не позднее 30 июня.

Программа государственной итоговой аттестации, критерии оценки защиты ВКР, утвержденные вузом, а также порядок подачи и рассмотрения апелляций доводятся до сведения обучающихся не позднее чем за 6 месяцев до начала государственной итоговой аттестации. К государственным аттестационным испытаниям допускается студент, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план по образовательной программе бакалавриата.

Обеспечение проведения государственной итоговой аттестации осуществляется образовательной организацией. Взимание платы с обучающихся за прохождение государственной итоговой аттестации не допускается. Особенности проведения государственных аттестационных испытаний с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий определяются локальными нормативными актами организации.

При проведении государственных аттестационных испытаний с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий образовательная организация обеспечивает идентификацию личности обучающегося и контроль соблюдения требований, установленных указанными локальными нормативными актами. Обучающимся и лицам, привлекаемым к государственной итоговой

аттестации, во время ее проведения запрещается иметь при себе и использовать средства связи. Для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья государственная итоговая аттестация проводится образовательной организацией с учетом особенностей психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья. Обучающийся не позднее чем за 3 месяца до начала проведения государственной итоговой аттестации подает письменное заявление о необходимости создания для него специальных условий при проведении государственных аттестационных испытаний с указанием особенностей его психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

4 ТЕМАТИКА, СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ВКР

Тематика ВКР определяется выпускающими кафедрами вуза, утверждается советом института и доводится до сведения студентов не позднее чем за 6 месяцев до начала государственной итоговой аттестации. В перечень включают темы исходя из региональных особенностей сельскохозяйственного производства и тематики научных исследований кафедры. По своему содержанию темы выпускных работ должны отражать современный уровень науки, техники и технологии, реальные проблемы инженерно-технической сферы предприятий агропромышленного комплекса.

Тематика должна соответствовать задачам профессиональной деятельности выпускников, определяемым образовательным стандартом, ежегодно пересматриваться и обновляться с учетом передовой практики, достижений науки и техники. Объектами разработки могут быть машины, установки, технологии, устройства для реально существующих или перспективных видов производств. Тематика выпускных квалификационных работ студентов, обучающихся по программам академического бакалавриата, в основном должна соответствовать задачам научно-исследовательской и проектной деятельности. Темы и содержание выпускных работ предпочтительно формировать исходя из участия студентов в период их обучения в научных разработках кафедры.

Выпускники прикладного бакалавриата выполняют квалификационные работы применительно к производственно-технологической и организационно-управленческой деятельности. Выполняемые проекты должны быть нацелены на решение реальных инженерно-технических задач предприятий АПК, способствующих эффективной реализации механизированных и автоматизированных производственных процессов в сельском хозяйстве. Студенту предоставляется право выбора темы выпускной квалификационной работы. По письменному заявлению студента вуз может в установленном порядке предоставить студенту возможность подготовки и защиты выпускной квалификационной работы по предложенной им теме в случае обоснования целесообразности ее практического использования в агроинженерной сфере.

Для подготовки ВКР за студентом (или несколькими студентами, выполняющими выпускную работу совместно) распорядительным актом образовательной организации закрепляется руководитель ВКР из числа работников организации и консультанты по экономическому разделу, охране труда и экологии. Примерная тематика

выпускных квалификационных работ по образовательным программам бакалавриата, направление подготовки «Агроинженерия».

Профиль «Технические системы в агробизнесе»

1. Проектирование состава машинно-тракторного парка для сельскохозяйственного предприятия (название предприятия).

2. Организация использования машинно-тракторного парка сельскохозяйственного предприятия (название предприятия).

3. Совершенствование операционных технологий и организации выполнения сельскохозяйственных работ.

4. Повышение эффективности работы машинно-тракторных агрегатов при выполнении различных видов сельскохозяйственных операций.

5. Повышение эффективности использования машинно-тракторного парка сельскохозяйственного предприятия (название предприятия).

6. Повышение эффективности использования транспортных средств сельскохозяйственного предприятия (название предприятия).

7. Совершенствование технического обслуживания тракторов в условиях сельскохозяйственного предприятия (название предприятия).

9. Техническое обеспечение ресурсосберегающей технологии производства сельскохозяйственных культур.

10. Техническое обеспечение уборки зерновых.

11. Совершенствование комплексов машин для производства сельскохозяйственной культуры.

12. Организация технического сопровождения технологии точного земледелия.

13. Техническое обеспечение технологии посева сельскохозяйственной культуры в условиях сельскохозяйственного предприятия (название предприятия).

14. Техническое обеспечение технологии обработки почвы при возделывании сельскохозяйственной культуры в условиях сельскохозяйственного предприятия (название предприятия).

15. Техническое обеспечение технологии защиты растений в условиях сельскохозяйственного предприятия (название предприятия).

16. Техническое обеспечение технологии внесения удобрений в условиях сельскохозяйственного предприятия (название предприятия).

17. Совершенствование технологии и организации уборки сельскохозяйственных культур в условиях сельскохозяйственного предприятия (название предприятия).

18. Организация технической эксплуатации сельскохозяйственной техники в условиях МТС (фермерского хозяйства и др.).

19. Организация хранения сельскохозяйственной техники сельскохозяйственного предприятия (название предприятия).

20. Организация обеспечения техники топливом и смазочными материалами сельскохозяйственного предприятия (название предприятия).

Профиль «Технический сервис в агропромышленном комплексе»

1. Организация технического сервиса на предприятии (название предприятия).

2. Организация технического сервиса импортных машин.

3. Совершенствование контроля качества сервиса на предприятии (название предприятия).

4. Модернизация предприятия технического сервиса (название предприятия).

5. Реконструкция участка по приемке и диагностированию автомобиля.

6. Разработка участка ремонтной мастерской (слесарно-механического, диагностики, технического обслуживания, шиномонтажного).

7. Совершенствование технологии и организации ТО и текущего ремонта автомобилей (название предприятия).

8. Совершенствование технического обслуживания и ремонта машинно-тракторного парка.

9. Организация материально-технического обеспечения эксплуатации и ремонта машин.

10. Совершенствование технического обслуживания тракторов в условиях сельскохозяйственного предприятия (название предприятия).

11. Организация технической эксплуатации сельскохозяйственной техники в условиях МТС (фермерского хозяйства и др.).

12. Организация хранения сельскохозяйственной техники сельскохозяйственного предприятия (название предприятия).

13. Организация обеспечения техники топливом и смазочными материалами сельскохозяйственного предприятия (название предприятия).

Закрепление за студентами тем выпускных квалификационных работ, назначение руководителей и консультантов осуществляется приказом ректора. Кафедра должна разрабатывать и обеспечивать студентов методическими указаниями по выполнению ВКР. Для руководства выпускной квалификационной работой студента назначается руководитель (или руководители) из числа профессоров, доцентов, ведущих преподавателей вуза. В порядке исключения руководителями могут назначаться ассистенты, научные сотрудники и высококвалифицированные специалисты предприятий.

Руководитель выполняет следующие функции:

- в соответствии с темой выдает студенту задание;
- оказывает помощь в разработке календарного плана на период дипломного проектирования, который утверждается заведующим кафедрой;
- контролирует процесс выполнения работы;
- определяет задачи по сбору материала в период практики;
- рекомендует литературу, справочные материалы;
- проводит систематические консультации;
- оказывает методическую помощь в написании работы;
- дает письменный отзыв на законченную выпускную квалификационную работу.

По отдельным разделам назначаются консультанты экономики, охраны труда и охраны окружающей среды, которые после завершения работы подписывают титульный лист, соответствующий раздел расчетно-пояснительной записки. Все разделы должны быть тематически увязаны между собой, и изложенный в них материал должен быть направлен на достижение цели выполняемой работы. Ответственность за своевременное выполнение ВКР в установленном объеме, принятые в проекте технические решения, правильность всех вычислений и оформление несет студент – автор ВКР.

5 ВЫБОР КОНСТРУКТОРСКОЙ РАЗРАБОТКИ

Конструкторская разработка должна иметь логическую связь с темой ВКР и решать практические вопросы, позволяющие улучшить показатели сельскохозяйственного производства.

Большим резервом для выбора темы конструкторской разработки являются механизация ручного труда в сельскохозяйственном производстве, улучшение конструкций существующих сельхозмашин и орудий, проектирование новых машин и механизмов.

Важным источником информации является производственная практика студентов, когда они непосредственно участвуют в сельскохозяйственном производстве, вскрывают недостатки в организации выполнения работ и в средствах, применяемых в технической и производственной эксплуатации машинно-тракторного парка. Устранение выявленных недостатков в дальнейшем может быть положено в основу конструкторских разработок.

Во многих хозяйствах и предприятиях имеются рационализаторы и изобретатели, идеи которых могут быть положены в основу конструкторской разработки с дальнейшим совершенствованием и грамотным выполнением соответствующих расчетов и рабочих чертежей.

Конструкторскую разработку можно отыскать в периодической печати. Это журналы «Техника в сельском хозяйстве», «Рационализатор и изобретатель», «Сельский механизатор», «Тракторы и сельскохозяйственные машины», «Механизация и электрификация сельского хозяйства», патентная литература, обзорная информация по технической и производственной эксплуатации машинно-тракторного парка и др.

Примерными темами конструкторских разработок ВКР могут быть следующие:

1. Комбинированный агрегат для основной (предпосевной) обработки почвы.

2. Комбинированный агрегат для посева зерновых культур и послепосевной обработки почвы.

3. Усовершенствование конструкции существующих заправщиков зерновых сеялок.

4. Усовершенствование конструкции тракторных тележек для перевозки грузов с низкой объемной массой.

5. Приспособление для механизированной заправки зерновых сеялок (картофелесажалок).

6. Приспособление для механизированной заправки сеялок и посадочных машин удобрениями.

7. Устройство для самоочистки рабочих органов почвообрабатывающих машин.

8. Приспособление к картофелесажалке (кукурузной сеялке) для локального внесения минеральных удобрений.

9. Устройство для подачи картофеля (овощей) в хранилище и выгрузки из хранилища в транспортное средство.

10. Приспособление к существующим почвообрабатывающим орудиям для вычесывания корневищ.

11. Усовершенствование конструкций машин для обработки почв, подверженных ветровой эрозии (плуг, культиватор и т. п.).

12. Автоматический регулятор глубины пахоты.

13. Приспособление для переворачивания валков сена, хлебной массы.

14. Передвижная (стационарная) установка для активного вентилирования зерна на токах.

15. Совершенствование рабочих органов для машин по уборке лука (моркови, свеклы, картофеля).

16. Приспособление, исключающее опрокидывание тракторов и комбайнов при работе на склонах.

17. Устройства для переработки сельскохозяйственных продуктов (картофеля и других культур).

18. Прибор непрерывного контроля качества работы машинно-тракторного агрегата (пахоты, посева, культивации и других видов работ).

19. Прибор для учета выполненной машинно-тракторным агрегатом работы.

20. Приборы и приспособления для диагностики механизмов и узлов машин.

21. Приспособления, сигнализирующие о появлении неисправностей у основных узлов и механизмов машин.

22. Устройства и приспособления, облегчающие монтажные и демонтажные работы при выполнении технического обслуживания и ремонта машин.

23. Устройство для механизации работы при установке машин на хранение и снятия их с хранения.

24. Устройство для выкачивания отработанных масел из емкостей.

25. Устройство для сбора отработанных масел из машин на пунктах технического обслуживания (ПТО).

26. Усовершенствование конструкций существующих снегопахов и разработка новых.

27. Конструкция автоматического прибора для замера твердости почв.

28. Сельскохозяйственные машины и орудия для фермерских хозяйств.

Этим не исчерпываются темы конструкторских разработок, их перечень можно продолжить. Кроме того, студент может предложить свою тему конструкторской разработки, согласовав ее с руководителем ВКР.

6 ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ВКР

После выбора темы выпускной квалификационной работы и согласования ее с руководителем студент подает заявление на имя заведующего кафедрой с указанием названия темы. Выбранные темы утверждаются на заседании кафедры.

После этого руководитель выдает студенту задание на дипломное проектирование для конкретного или условного хозяйства с подробным перечнем подлежащих разработке вопросов: содержание расчетно-пояснительной записки, перечень графического материала с указанием обязательных чертежей, а также календарный график работы с очередностью сроков выполнения этапов на весь период проектирования.

Задание подписывает руководитель ВКР и утверждает заведующий.

Все отступления от задания студент должен согласовать с руководителем ВКР.

7 РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

7.1 Структура пояснительной записки

В пояснительную записку должны быть включены материалы в указанной ниже последовательности:

- титульный лист;
- задание на дипломное проектирование;
- реферат;
- содержание;
- введение;
- обоснование темы;
- технологическая разработка;
- конструкторская разработка;
- экономическое обоснование;
- безопасность труда;
- экология;
- заключение;
- список литературы;
- приложения.

Титульный лист и задание на дипломное проектирование студент получает у руководителя ВКР или в дирекции. Далее приведены образцы оформления титульного листа, задания и ведомости ВКР на дипломное проектирование.

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Красноярский государственный аграрный университет»

Институт инженерных систем и энергетики

Кафедра Механизация и технический сервис в АПК

Зав. кафедрой канд. техн. наук, доцент Семенов А.В.
(ученая степень, звание, ФИО)

_____ (подпись)

«_» «_____» 2019 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

«Рациональное использование машинных комплексов на уборке зерновых культур»

01.49.27.00.ПЗ
(обозначение документа)

Выполнил _____ Петров И.В.
(подпись) (ФИО)

Руководитель _____
(Ученое звание, степень, или должность)

канд. техн. наук, доцент Васильев А.А.
(подпись) (ФИО)

Консультанты:

по экономическому
обоснованию канд. экон. наук, доцент Шадрин В.К.
(Ученое звание, степень, или должность) (подпись) (ФИО)

по безопасности труда д-р техн. наук, профессор Чепелев Н.И.
(Ученое звание, степень, или должность) (подпись) (ФИО)

по экологии канд. биол. наук, доцент Еськова Е.Н.
(Ученое звание, степень, или должность) (подпись) (ФИО)

Нормоконтроль канд. техн. наук, доцент Семенов А.В.
(Ученое звание, степень, или должность) (подпись) (ФИО)

(если предусмотрен)

Красноярск 2019

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Красноярский государственный аграрный университет»

Институт инженерных систем и энергетики

Кафедра Механизация и технический сервис в АПК

Направление 35.03.06 «Агроинженерия»
(код, наименование)

Зав. кафедрой канд. техн. наук, доцент Семенов А.В.
(уч. степень, звание, ФИО)

(подпись)

«__» _____ 2019 г.

ЗАДАНИЕ НА БАКАЛАВРСКУЮ РАБОТУ

Петрова Ивана Викторовича

(ФИО студента)

1. Тема выпускной квалификационной работы «Рациональное использование машинных комплексов на уборке зерновых культур»
утверждена приказом по университету №__ от «__» _____ 2019 г.
2. Срок сдачи студентом выпускной квалификационной работы
«__» _____ 2019 г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: Годовые отчеты, планы экономического и социального развития предприятия, отечественная, иностранная и патентная литература.
4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)
 1. Обоснование темы.
 2. Технологическая разработка.
 3. Конструкторская разработка.
 4. Экономическое обоснование.
 5. Безопасность труда.
 6. Экология.

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Методика расчета состава уборочно-транспортного комплекса.
2. Структурная схема уборочно-транспортного комплекса.
3. Маршрутная схема уборочно-транспортного комплекса.
4. Толкающая волокуша (чертеж общего вида).
5. Рама, ходовая часть (сборочные чертежи).
6. Рабочие чертежи деталей.

6. Консультанты по ВКР (с указанием относящихся к ним разделов)

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание принял
Экономическое обоснование	Шадрин В.К.		
Безопасность труда	Чепелев Н.И.		
Экология	Еськова Е.Н.		

7. Дата выдачи задания _____ « » _____ 2019 г.

Руководитель

(Ученое звание, степень

или должность)

_____ канд. техн. наук, доцент

_____ Васильев А.А.

(подпись)

(ФИО)

Задание принял к исполнению _____

(подпись)

_____ Петров И.В.

(ФИО)

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов ВКР	Срок выполнения этапов ВКР	Примечание
Обоснование темы Технологическая разработка Конструкторская разработка Экономическое обоснование Безопасность труда Экология		

Руководитель

(Ученое звание, степень, или

должность)

канд. техн. наук, доцент

(подпись)

Васильев А.А.

(ФИО)

Задание принял

к исполнению

Петров И.В.

(подпись)

(ФИО)

7.2 Реферат

В реферате приводят сведения об объеме пояснительной записки, количестве рисунков, таблиц, использованной литературы, приложений и листов графического материала, ключевые слова и основной текст (ГОСТ 7.9-95).

Перечень ключевых слов должен характеризовать содержание реферируемой ВКР и должен включать от 5 до 15 ключевых слов в именительном падеже, напечатанных в строку через запятые, прописными буквами, размер шрифта 3,5 мм.

В тексте реферата должны быть указаны объект исследования и цель выполненной работы, включены конкретные сведения, раскрывающие содержание основной части ВКР, краткие выводы относительно экономической эффективности и возможной области применения полученных результатов.

Оптимальный объем текста реферата – 1200 знаков.

Ниже приведен для примера текст реферата ВКР на тему: «Рациональное использование машинных комплексов на уборке зерновых культур».

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 60 страниц, 7 рисунков, 12 таблиц, 15 источников, 2 приложения, 6 листов графического материала.

РАСЧЕТ, МАШИННЫЕ КОМПЛЕКСЫ, ЗВЕНЬЯ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ, УБОРКА, ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ, ТОЛКАЮЩАЯ ВОЛОКУША.

Объектом изучения является машинно-тракторный парк сельскохозяйственного предприятия.

Цель работы – повышение эффективности использования машинных комплексов на уборке зерновых культур.

В процессе работы обоснована тема выпускной квалификационной работы, определены пути повышения эффективности использования машинно-тракторного парка.

Выполнен расчет количественного состава машинных комплексов на уборке зерновых культур.

Разработаны структурная схема комплексов, количественные и качественные составы технологических и других звеньев, предусмотрены резервные комбайны.

Предложена форма инженерно-технического обеспечения работы машинных комплексов, внедрение которой позволит сократить простои сельскохозяйственной техники.

Дано обоснование, проведен расчет и выполнены рабочие чертежи толкающей волокуши для уборки соломы на трактор К-744Р1.

Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения разработанных в проекте предложений составляет 91,5 тыс. рублей.

7.3 Содержание

В содержании последовательно перечисляются заголовки разделов, подразделов, приложений и указываются номера страниц, на которых они помещены. Содержание должно включать дословно все заголовки, имеющиеся в пояснительной записке ВКР.

Ниже приведена структура пояснительной записки и примерный объем каждого раздела.

7.4 Введение (3 % текста рукописи)

Во введении кратко излагают существующее состояние основных вопросов в рассматриваемом предприятии и технический прогресс в данной отрасли, народнохозяйственное значение темы, ее новизна и целевое назначение: решению какой проблемы в сельском хозяйстве способствует данная выпускная квалификационная работа.

7.5 Обоснование темы (10 % текста рукописи)

В обосновании темы выпускной квалификационной работы рассматривают формы организации использования и технического обслуживания машинно-тракторного парка, современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, передовой опыт применения элементов точного земледелия. При проектировании для конкретного сельскохозяйственного предприятия о нем даются общие сведения (месторасположение, направление развития, природно-климатические условия); приводят основные технико-экономические показатели производственной деятельности хозяйства (структура посевных площадей, объем механизированных работ, наличие сельскохозяйственной техники, число механизаторов, наработка на тракторы, комбайны, расход топлива, себестоимость у.э. га, рентабельность

и др.) с их анализом и указанием недостатков, выявленных при изучении рассматриваемой проблемы.

В связи с развитием многоукладности в сельском хозяйстве, стремлением некоторых руководителей сохранять коммерческую тайну своей деятельности и отказом в ознакомлении с показателями развития предприятия, а также для вновь создаваемых хозяйств возможно выполнение ВКР на базе условных (типовых для зоны) сельскохозяйственных предприятий с различными площадями земельных угодий и уровнями энерговооруженности.

В ВКР для вновь создаваемого сельскохозяйственного предприятия в исходных данных указывают месторасположение, природно-климатические условия, структура посевных площадей, возделываемые сельскохозяйственные культуры, нормативная потребность тракторов, комбайнов и сельскохозяйственных машин на 1000 гектаров пашни.

7.6 Технологическая разработка (35 % рукописи)

На основании анализа хозяйственной деятельности или исходных данных для проектирования вновь создаваемого предприятия, изучения литературных источников и передового опыта дается решение поставленных задач по теме ВКР. Предлагаемый вариант решения проблемы должен быть обоснован и подтвержден необходимыми технологическими, математическими, экономическими или другими расчетами.

7.7 Конструкторская разработка (25 % текста рукописи)

Конструкторская разработка должна иметь логическую связь, с темой ВКР и решать практические вопросы, позволяющие улучшить показатели сельскохозяйственного производства.

В разделе приводится обзор работ, выполненных в нашей стране и за рубежом по тематике выбранной конструкторской разработки; дается обоснование необходимости разработки данной конструкции и ее преимущества по сравнению с существующими; подробно описывается устройство и работа; производятся необходимые инженерные расчеты деталей и механизмов с указанием схем и графиков.

7.8 Экономическое обоснование (10 % текста рукописи)

На основе разработанных в ВКР технологических и конструкторских предложений, результатов экспериментальных исследований приводится расчет трудовых и денежных затрат, производительности, себестоимости, срока окупаемости капиталовложений и др. технико-экономических показателей, которые сравниваются с аналогичными показателями рассматриваемого или условного предприятия.

7.9 Безопасность труда (8 % текста рукописи)

Излагаются состояние и анализ охраны труда при существующей организации выполнения работ в рассматриваемой отрасли и приводятся конкретные технические решения и мероприятия по производственной санитарии, пожарной профилактике и электробезопасности в проектируемых технологических процессах и конструкторских разработках.

7.10 Экология (6 % текста рукописи)

Приводятся мероприятия по предотвращению загрязнения поверхности земли, рек, водоемов горюче-смазочными материалами, удобрениями и другими вредными веществами, по ограничению применения гербицидов с помощью авиации, по созданию очистных сооружений, сохранению лесов и пастбищ в соответствии с темой ВКР.

7.11 Заключение (3 % текста рукописи)

Дается краткое изложение всех разделов пояснительной записки с указанием экономической эффективности выполненной работы и рекомендации производству. Это итог выполненной работы, сущность которой должна быть понятна без чтения основного текста. По четкости и содержанию выводов и предложений в значительной мере судят о выпускной квалификационной работе в целом.

7.12 Список литературы (15–20 наименований)

При оформлении списка литературы по каждому изданию указывают фамилию и инициалы автора (авторов), точное название, место издания, наименование издательства, год издания, количество страниц. Для журнальной статьи указывают фамилию и инициалы ав-

тора, название статьи, название журнала, год выпуска, номер журнала, страницы, занимаемые в журнале статьей. Список литературы должен включать только издания, использованные в работе, т. е. те, которые цитировали, на которые делали ссылки или которые послужили основой для формирования точки зрения студента. Все цифры, цитаты и чертежи, заимствованные из литературных источников, следует снабдить обязательными ссылками на источник с полным описанием издания в списке использованной литературы. Список использованной литературы составляется в строго приоритетном порядке, начиная с нормативных правовых актов федерального уровня, индивидуальных и коллективных монографий, научных статей и т. д.

Пример иерархии источников списка литературы:

1. Нормативно-правовые акты.
2. Материалы практики.
3. Литература и периодические издания.
4. Литература на иностранных языках.
5. Интернет-источники.

Ссылки на литературные источники в тексте пояснительной записки обязательны. Равнозначные источники размещаются в списке литературы по ГОСТ в алфавитном порядке. При этом издания на иностранных языках размещают в конце списка после русскоязычных источников в порядке латинского алфавита

Наименование места издания приводится полностью. Допускается сокращение названий только двух городов: Москва (М.) и Ленинград (Л.), Санкт-Петербург (СПб.).

Ниже приведены примеры библиографического описания.

Книга одного автора

Киртбая, Ю.К. Резервы в использовании машинно-тракторного парка [Текст] / Ю.К. Киртбая. – М.: Колос, 1982. – 319 с.

Книга двух авторов

Иофинов, С.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка [Текст]: учеб. / С.А. Иофинов, Г.П. Лышко. – М.: Колос, 1984. – 351 с.

Книга трех авторов

Артемов, М.Е. Ремонт зерноуборочных комбайнов [Текст] / М.Е. Артемов, Ю.П. Шатров, В.А. Калинин. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 190 с.

Книга четырех авторов

Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка [Текст]: учеб. пособие / Н.Э. Фере, В.З. Бубнов, А.В. Еленев, Л.М. Пильщиков. – М.: Колос, 1978. – 256 с.

Книга пяти авторов

Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве [Текст]: учеб. пособие / В.И. Черноиванов, В.В. Бледных, А.Э. Северный [и др.]. – ГОСНИТИ, 2003. – 992 с.

Многотомное издание

Анурьев, В.И. Справочник конструктора – машиностроителя [Текст]: в 3 т / В.И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 1982. – 756 с.

Стандарт (отдельное издание)

ГОСТ 2.105-95. Общие требования к текстовым документам [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 25 с.

Автореферат диссертации

Васильев, А.А. Методы и средства диагностирования механизма очистки зерноуборочных комбайнов по параметрам вибрации (на примере зерноуборочного комбайна «Дон-1500») [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук / А.А. Васильев. – Пушкин, 1990. – 27 с.

Диссертация

Ушанов, В.А. Исследование и оптимизация параметров системы ТОР машин и их использование при прогнозировании технических услуг в АПК Восточной Сибири [Текст]: дис. ... д-ра техн. наук / В.А. Ушанов. – М., 2000. – 469 с.

Статья из журнала

Артемов, М.Е. Противоточная зерносушилка [Текст] / М.Е. Артемов, А.С. Федоров // Техника в сельском хозяйстве. – 1991. – № 5. – 11–12 с.

Авторское свидетельство

А.с. 1715231 СССР. Самоходный агрегат для заготовки растительной массы [Текст] / М.Е. Артемов, А.С. Федоров; заявл. 27.11.89; опубл. 29.02.92, Бюл. № 8. – 2 с.: ил.

7.13 Приложения

В приложения выносят вспомогательные материалы, которые поясняют или подтверждают полученные при выполнении ВКР результаты, но из-за большого объема или по другим причинам не могут быть включены в основной текст пояснительной записки. Такими материалами могут быть цифровые данные, таблицы и схемы большого формата, протоколы испытаний и прочее с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения заглавными буквами русского алфавита, начиная с буквы А. Допускается обозначать приложения арабскими цифрами. Под словом «Приложение» в скобках указывают «обязательное», а для информационного – «рекомендуемое» или «справочное».

Каждое приложение должно начинаться с новой страницы. На приложения должны быть ссылки в основном тексте пояснительной записки.

Приложения должны иметь общую с остальной частью пояснительной записки сквозную нумерацию страниц.

Все приложения должны быть перечислены в содержании пояснительной записки с указанием их номеров и заголовков (при их наличии).

8 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

8.1 Общие требования

Текст записки должен быть кратким, технически и литературно грамотным, не допускать различных толкований, полностью раскрывать сущность темы ВКР, содержать необходимые расчеты и обоснованные выводы (ГОСТ 2.105-95, СТ СЭВ 2667-80).

Текст выполняют любым печатным способом на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210×297 мм) через 1,5 межстрочных интервала. Цвет шрифта должен быть черным, высота букв, цифр и других знаков – не менее 1,8 мм, 14 кегль, шрифт Times New Roman. Поля слева, сверху и снизу – 25 мм, справа 15 мм. Абзацы в тексте начинают отступом, равным 15 мм. Объем пояснительной записки 50–70 страниц.

Изложение текста не должно проводиться от первого лица. Рекомендуется использовать повествовательную форму изложения текста, например, «указывают», «рассчитаем» и т. п. Не допускается применять произвольные словообразования, а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке. Сокращение слов не допускается, кроме общепринятых.

Нумерация страниц записки должна быть сквозной: первой – является титульный лист (номер страницы не ставят), второй, третий – задание на проектирование, четвертый – календарный план, пятый – реферат, шестой – содержание, седьмой – введение и т. д. Номер страницы проставляют арабскими цифрами в центре нижней части страницы без точки. Список использованных источников и приложения включают в сквозную нумерацию страниц.

Иллюстрации (таблицы, чертежи, схемы, графики), которые расположены на отдельных страницах записки, включают в общую нумерацию страниц.

После помещенных в тексте записки таблиц и рисунков, особенно с изменяющимися показателями, должен быть дан их подробный анализ.

8.2 Рубрикация

Пояснительная записка должна состоять из разделов, подразделов и пунктов, которые нумеруют арабскими цифрами, разделенными точками. В конце номера точка не ставится. Введение, выводы, список использованных источников и приложения не нумеруют.

Подразделы нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого раздела, а пункты – в пределах каждого подраздела, например: «2.1» (первый подраздел второго раздела); «3.1.2» (второй пункт первого подраздела третьего раздела).

Заголовки разделов располагают симметрично тексту и печатают прописными буквами, а заголовки подразделов и пунктов – строчными, кроме первой прописной. В конце заголовка точку не ставят. Подчеркивать заголовки и переносить слова в заголовках не допускается. Расстояние между заголовками и текстом при выполнении машинописным способом должно быть равно трем интервалам, а рукописным способом – 15 мм. Расстояние между заголовками подраздела и пункта соответственно – два интервала и 8 мм.

Не разрешается размещать заголовки в нижней части страницы, если на ней помещается менее двух строк последующего текста.

Каждый раздел пояснительной записки следует начинать с новой страницы.

Внутри пунктов могут быть приведены перечисления. Перед каждым из них следует ставить дефис. Перечисления могут также нумероваться арабскими цифрами или строчными буквами русского алфавита со скобкой. Например: 1); 2); 3); или а); б); в) и т. д. В пределах одного пункта допускается не более одной группы перечислений.

8.3 Единицы физических величин и знаки

Применять необходимо только международную систему единиц СИ и единицы физических величин, рекомендуемые ГОСТ 8.417-2002 (табл. 8.1). Другие единицы метрических систем, при необходимости, можно указывать после этих величин в круглых скобках, например, 0,5 МПа (5,0 кгс/см²).

Допускается применять внесистемные единицы: тонна (т); гектар (га); литр (л); минута (мин); час (ч); сутки (сут); месяц (мес); год (г); градус Цельсия (°С), мощность (л.с.).

Таблица 8.1 – Соотношения между единицами физических величин

Наименование величин	Система МКГСС	Система СИ
1. Сила, вес	1 кгс	9,81 Н \approx 10 Н
2. Давление	1 кгс / см ²	0,1 МПа
3. Масса	0,102 кгс с ² /м	1 кг
4. Плотность	1 г/см ³	1кг/м ³
5. Удельный объем	10 ³ см ³ /г	1м ³ /кг
6. Работа и энергия	0,102 кгс м	1Дж
7. Мощность	1 л.с.	736 Вт
8. Скорость	3,6 км/ч; 1 км/ч	1 м/с; 0,28 м/с
9. Угловая скорость	0,159 об/с = 9,55 об/мин	1 рад/с
10. Частота вращения	1 об/с; 1 об/мин	1 с ⁻¹ ; 1 мин ⁻¹
11. Площадь	10 ⁴ см ²	1 м ²

Примеры написания единиц физических величин:

- масса трактора (автомобиля, плуга и др.), т;
- масса детали (шестерни, вала и др.), кг;
- масса коровы (теленка, овцы), кг;
- биомасса, кг;
- объем воздуха, м³;
- плотность силоса, кг/м³;
- экономия, руб. на 1 га (руб. на 1 т, руб. на единицу работы);
- цена топлива, руб. за 1 л;
- трудоемкость, ч;
- рабочее время, ч;
- пробег автомобиля, км;
- наработка тракторов (станка, комбайна и др.), ч;
- погонная длина или длина, м;
- производительность агрегатов (по площади) га/ч;
- производительность агрегата (по массе), т/ч;
- производительность (по работе), т; км/ч;
- урожай, т (кг);
- урожайность, т/га (кг/га).

Обозначение единиц следует применять после числовых значений величин и помещать в строку с ними (без переноса на следующую строку). Между последней цифрой числа и обозначением единицы следует оставлять пробел, например, 100 кВт; 80 %; 20 °С; 41,27 м; (20±5) °С; (100,0±01) кг.

Единица измерения одного и того же параметра должна быть постоянной в пределах всего текста; обозначение единиц измерения физических величин пишется без последующей точки (например, кг, см и т. д.).

Если в тексте приводится ряд числовых величин, выраженных в одной и той же единице измерения, то их обозначение указывают только за последней значащей цифрой. Причем округление числовых значений до первого, второго и т. д. десятичного знака для различных показателей одного наименования должно быть одинаковым. Например, 1,20; 1,75; 2,95; 2,70; 3,00 мм.

Дробные числа необходимо приводить в виде десятичных дробей, за исключением размеров в дюймах, которые следует записывать $1/2$; $1/4$ и т.д. В тексте и в таблицах наименование единицы физической величины «дюйм» приводят без сокращения.

Числовые значения с обозначением единиц физических величин следует писать цифрами, а без обозначений – словами. Например: зазор не более 22 мм; потери зерна снизились в два раза.

В тексте записки, за исключением формул, таблиц и чертежей, знаки \varnothing и $(-)$ следует писать словами «диаметр» и «минус».

Знаки №, §, % и другие применяют только с числовыми или буквенными величинами, а в остальных случаях их заменяют в тексте словами.

Не допускается переносить часть обозначения стандарта на другую строку.

Интервалы величин в тексте записывают словами «от» и «до» или через дефис, например: диаметр от 10 до 25 мм; размер в пределах 2–3 мм.

8.4 Формулы

Расчетную формулу записывают на отдельной строке без указания единиц измерения. Выше и ниже каждой формулы должно быть оставлено не менее одной свободной строки. После формулы ставится запятая и производится расшифровка значений символов и число-

вых коэффициентов (если нет расшифровки – точка). Их располагают под формулой в той последовательности, в какой они даны в формуле, причем каждый с новой строки. Первую строку начинают со слова «где» (без двоеточия).

Формулы, если их более одной, должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами в пределах всей записки, включая и приложения. Допускается нумерация формул в пределах раздела. Номер следует заключать в круглые скобки и помещать на правом поле листа на уровне формулы.

Если формула не уместится в одну строку, то она должна быть перенесена после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (–), умножения (x), при этом знак вначале следующей строки повторяют.

Не допускается перенос формулы на знаке деления, а также в случае, когда это может вызвать разделение выражений в скобках.

Расчет производят на отдельной строке и в полученном результате указывают единицу измерения.

Пример: Плотность образца (ρ) вычисляют по формуле

$$\rho = m / v, \quad (8.1)$$

где m – масса образца, кг;
 v – объем образца, м³.

$$\rho = 39,25 / 5,00 = 7,85 \text{ кг/м}^3.$$

Формулы должны быть написаны или напечатаны. Применение машинописных и рукописных символов (коэффициентов) в одной формуле не допускается.

8.5 Таблицы

Для лучшей наглядности и сравнения показателей цифровой материал необходимо оформлять в виде таблиц, которые слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями (табл. 8.2).

Таблицу следует размещать так, чтобы ее можно было читать без поворота записки. Если это невозможно, таблицу располагают так, чтобы для ее чтения надо было повернуть записку по часовой стрелке.

Таблица 8.2 – Сроки службы и нормы выработки тракторов

Шпалка	Марка трактора	Срок службы, лет	Норма выработки, у.э. га	
			дневная	сезонная
	1	2	3	4
	К-744Р1	9	15,0	3000
	ВТ-100	8	9,0	1800
Строки	Беларус-1523	9	11,0	2100
	Беларус-1221	8	7,5	1500
	Беларус-82.1	8	6,0	1200
	ЛТЗ-55А	7	3,0	1000
	Т-25А	7	2,0	800
	Боковик		Графы	

Если таблиц в тексте более одной, слева перед заголовком помещают слово «Таблица» с порядковым номером (без знака номера) и дефис.

Таблицы должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами в пределах всей записки. Допускается нумерация таблиц в пределах раздела, например: «таблица 3.1» (первая таблица третьего раздела). После номера таблицы ставят тире. На все таблицы должны быть ссылки в тексте записки.

Над таблицей помещают заголовок, который должен отражать ее содержание и быть кратким. Заголовок пишут с прописной буквы, не подчеркивают и точку в конце его не ставят. Перенос слов в названии таблиц не допускается.

Заголовки граф и строк таблицы должны начинаться с прописной буквы, а подзаголовки – со строчной, если они составляют одно предложение с заголовком, и с прописной, если они имеют самостоятельное значение. Делить головки таблицы по диагонали и вводить графу «№ пп.» не допускается. При необходимости порядковые номера следует указывать в боковике таблицы перед наименованием показателей (см. табл. 8.1).

Если строки или графы таблицы выходят за формат страницы, то в каждой части таблицы повторяют ее головку и боковик. Нумерация граф таблицы не допускается, за исключением случаев, когда на них есть ссылка в тексте записки, например, «см. табл. 8.2, графа 3».

Слово «Таблица» указывают один раз над частью таблицы. При переносе таблицы на следующие страницы над головкой таблицы помещают слово «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы» с указанием ее номера.

Включать в таблицу графу «Единица физической величины» недопустимо.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной единице физической величины, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей.

Обозначение единицы физической величины, общей для всех данных в строке, следует указывать в соответствующей строке боковика таблицы.

Если числовые значения величин в графах таблицы выражены в разных единицах физических величин, то их указывают в заголовке каждой графы.

Повторяющийся в таблице текст при первом повторении заменяют словами «то же», а далее – кавычками. Если повторяется лишь часть фразы, то допускается ее заменять словами «то же» с добавлением дополнительных сведений.

Не допускается заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, марки материалов и типоразмеров продукции, математические и другие знаки и символы.

При отсутствии данных в соответствующей графе или строке таблицы нужно ставить прочерк (тире).

Интервал чисел в тексте записывают словами «от» и «до» или через дефис.

Разряды чисел во всей графе должны быть расположены один под другим. В одной графе должно быть одинаковое количество десятичных знаков для всех величин.

8.6 Иллюстрации

Все иллюстрации (фотографии, чертежи, схемы и др.) именуются рисунками и на них обязательна ссылка в тексте записки. Количество рисунков должно быть достаточным для пояснения текста.

Рисунок следует располагать непосредственно после первого упоминания о нем в тексте или на следующей странице, а при необходимости в приложении к записке. При этом рисунок располагают так, чтобы его можно было рассмотреть без поворота записки или с поворотом ее по часовой стрелке.

Иллюстрации можно выполнять на листах пояснительной записки, а также на кальке или миллиметровой бумаге в карандаше или чернилами, которыми написан основной текст записки. Размер иллюстраций не должен превышать размеров формата А3 (297×420 мм).

Рисунок (при необходимости) может иметь тематическое наименование, которое помещается под ним, а также поясняющий подрисовочный текст.

Рисунки должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами в пределах всей записки, включая и приложения. Допускается нумерация рисунков в пределах раздела, например: «Рисунок 1.3» (третий рисунок первого раздела).

8.7 Ссылки

Ссылки в тексте выполняют следующим образом: на стандарты – ГОСТ 2.701 – 84; на страницу текста – с. 21; на пункт или подраздел текста – 2.1; или 3.1,4; на формулу в тексте – формула (2.1); на рисунок в тексте – рисунок 14; на приложение – приложение А; на использованный источник – [7]; на позицию рисунка – рисунок 3, поз. 5. В повторных ссылках на таблицы и иллюстрации следует указывать сокращенно слово «смотри», например: «...см. таблицу 12».

8.8 Сокращения

В тексте записки допускаются сокращения:

а) п – пункт, пп. – пункты, напр. – например, г. – год, гг. – годы, мин. – минимальный, макс. – максимальный, которые применяются с цифровыми величинами; т – том; доц. – доцент; проф. – профессор; акад. – академик;

б) общепринятые, установленные правилами русской орфографии: т. е. – то есть, т. д. – так далее, пр. – прочее, см. – смотри, св. – свыше и др. – другие;

в) названий документации, предприятий, специальных терминов и т. д. В этом случае при первом упоминании в тексте приводится полное название с указанием в скобках сокращения, а при последующих упоминаниях употребляют лишь сокращенное название, например, «машинно-тракторный парк» (МТП);

г) единицы физической величины в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулу, а также в головке и в боковике таблицы;

д) названий стран, республик, научных и учебных заведений.

В тексте пояснительной записки не допускается сокращать:

1) слова и словосочетания в заголовках разделов, подразделов и пунктов; в названиях таблиц, рисунков и приложений;

2) обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в головках и боковиках таблиц, а также в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы и рисунки.

9 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

9.1 Общие положения

Вся графическая документация, входящая в состав выпускных квалификационных работ должна выполняться в соответствии с действующими требованиями «Единой системы конструкторской документации»: виды изделий – ГОСТ 2.101-68 [СТ СЭВ 364-76]; основные требования к чертежам – ГОСТ 2.109 73 [СТ СЭВ 858-78]; форматы – ГОСТ 2.301-68 [СТ СЭВ 6306-88]; масштабы – ГОСТ 2.302-68 [СТ СЭВ 118078]; линии – ГОСТ 2.303-68 [СТ СЭВ 11-78-78]; изображения – виды, разрезы, сечения – ГОСТ 2.305-68 [СТ СЭВ 363-88]; нанесения размеров и предельных отклонений – ГОСТ 2.307-68 [СТ СЭВ 2180-80]; правила выполнения эксплуатационной документации – ГОСТ 2.601-95 [СТ СЭВ 1798-79]; правила выполнения ремонтной документации – ГОСТ 2.602-95 [СТ СЭВ 857-78]; правила выполнения схем – ГОСТ 2.701-84 [СТ СЭВ 630-88] и [СТ СЭВ 651-77].

Не допускается вычерчивать стандартные детали (болты, подшипники и т. п.), а также узлы, механизмы, приспособления, установки, если в них не внесены студентом конструктивные изменения.

Графический материал ВКР выполняется на 6 листах формата А1.

Ниже приведен примерный перечень графических листов, который может быть определен руководителем ВКР по своему усмотрению.

Обоснование темы (состояние НИР).....1 лист.

Технологическая разработка2–3 листа.

Приводят сравнительные результаты опытов, расчетов для обоснования экономически выгодного варианта, схема предлагаемой технологии, технологические планировки объектов, зданий и сооружений, технологические процессы поточных линий, схемы операционные или технологические карты и т. п.

Конструкторская разработка..... 3 листа.

а) чертеж общего вида..... 1 лист;

б) сборочный чертеж (узлы)..... 1 лист;

в) чертежи деталей.....1 лист.

9.2 Масштабы

Рекомендуется изображать предметы на чертеже в натуральную величину – 1:1. При необходимости масштабы изображений на чертежах должны выбираться из следующего ряда (табл. 9.1).

Таблица 9.1 – Масштабы чертежей

Масштаб уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
Масштаб увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

Масштаб, указанный в графе основной надписи чертежа, должен обозначаться по типу 1:1; 1:2; 2:1 и т. д., а в остальных случаях – М1:1; М1:2; М2:1 и т. д.

При любом масштабе на чертеж наносят только действительные размеры изделия.

9.3 Форматы чертежей

Чертежи графической части выпускной квалификационной работы должны выполняться в количестве 6–7 листов на формате А1, а при необходимости и на других форматах (табл. 9.2).

Таблица 9.2 – Форматы чертежей

ГОСТ 2.301 -68 (СТ СЭВ 1181 -78)	А0	А1	А2	А3	А4
Размеры сторон, мм	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297

По ЕСКД СЭВ (СТ СЭВ 1 178-78) принят формат А5 (148×210 мм). Форматы листов определяются размерами внешней рамки, выполняемой тонкими линиями (рис. 9.1).

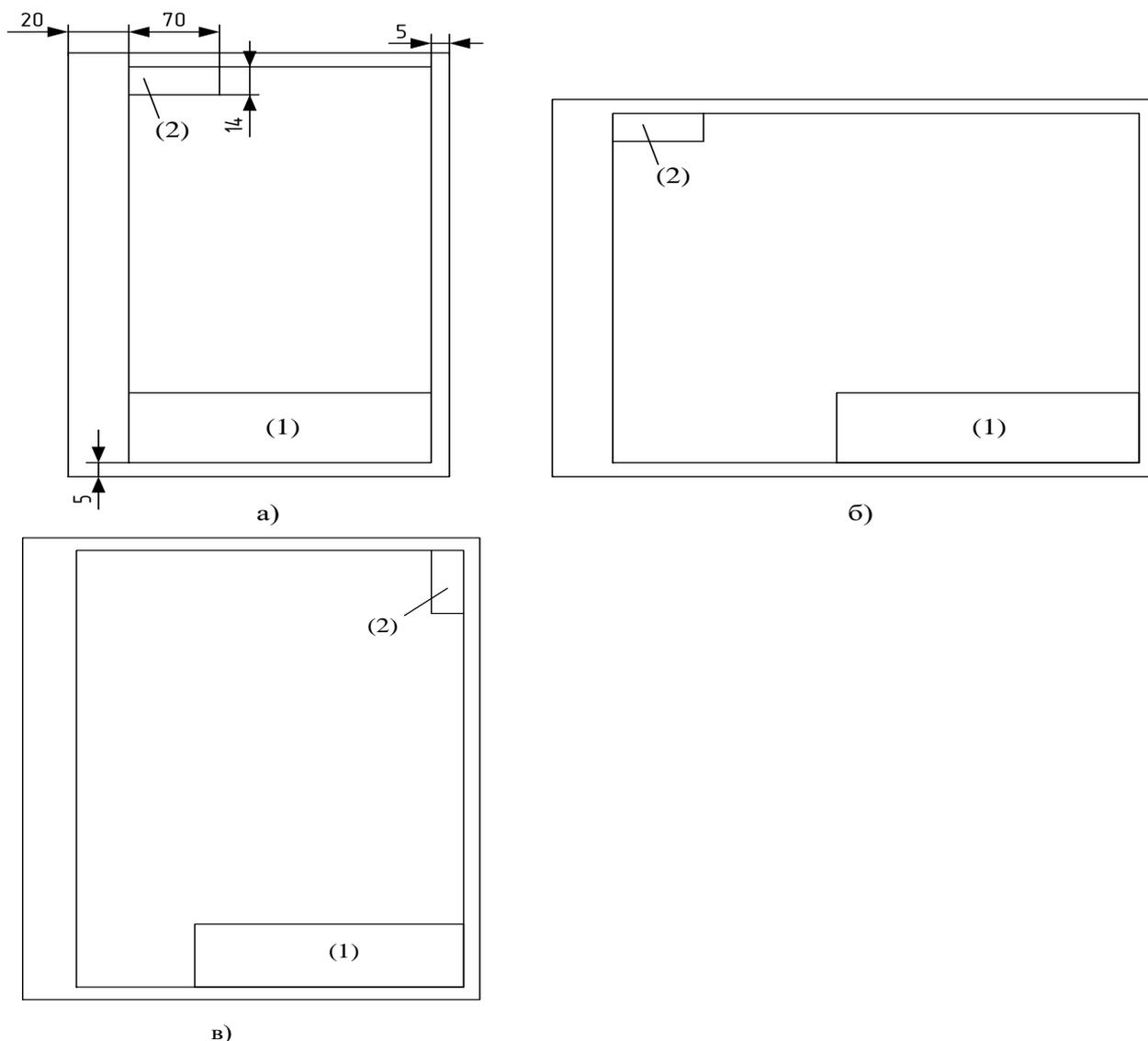


Рисунок 9.1 – Расположение основных надписей (1) и дополнительных граф (2):
 а – для формата А4; б – для формата больше А4 при расположении основной надписи вдоль длинной стороны листа; в – для формата больше А4 при расположении основной надписи вдоль короткой стороны листа

9.4 Основные надписи

ГОСТ 2.104-2006 [СТ СЭВ 365-76] устанавливают форму и размеры основных надписей, а также размеры рамок на чертежах и схемах (рис. 9.2). Основные надписи заполняют следующим образом:

- 1) наименование изделия; запись ведется в именительном падеже единственного числа; если название изделия состоит из двух и более слов, то первое слово должно быть именем существительным, например: «Вал коленчатый»;
- 2) обозначение документа (см. подраздел 9.5);
- 3) обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах детали);

4) литера, присвоенная данному документу по ГОСТ 2.103-68; графу 4 заполняют последовательно, начиная с крайней левой клетки: П – техническое предложение, Э – эскизный проект, Т – технический проект, О – опытный образец;

5) масса изделия по ГОСТ 2.109-73;

6) масштаб по ГОСТ 2.302-68;

7) порядковый номер листа;

8) общее количество листов документа (графу заполняют только на первом листе);

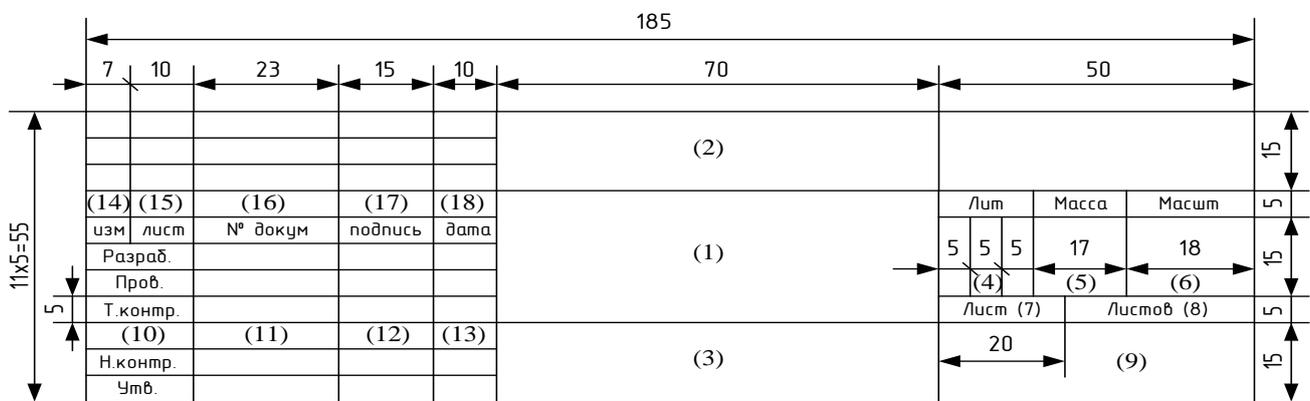
9) наименование предприятия, выпустившего документ, например: «Красноярский ГАУ»;

10) должности лиц, подписывающих документ;

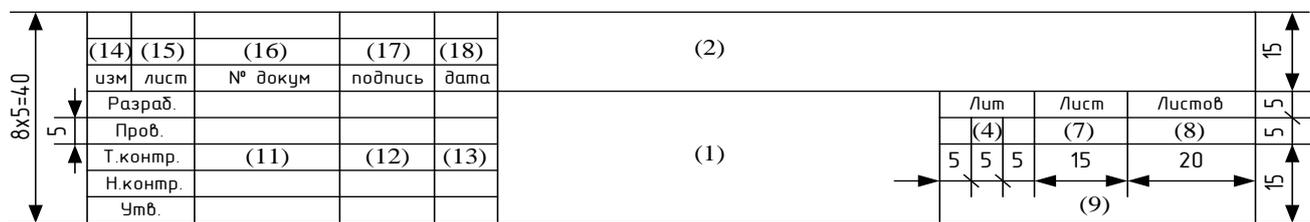
11) фамилии лиц, подписывающих документ;

12) подписи лиц, фамилии которых указаны в графе;

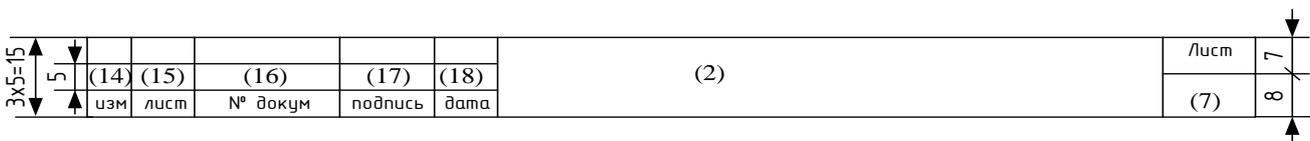
13) дата подписания документа.



а)



б)



в)

Рисунок 9.2 – Основные надписи:

а – для чертежей и схем; б – для конструкторских текстовых документов (первый или заглавный лист); в – для конструкторских текстовых документов (последующие листы)

9.5 Обозначение документации

Всем чертежам, входящим в проект, присваивается обозначение, которое указывают в графе 2 основной надписи, в дополнительной графе формата и в спецификации.

Для более удобного пользования обозначение документов кодируют:

а) код выпускной квалификационной работы – 01 (бакалавра, специалиста, магистра); код курсового проекта (работы) – 02;

б) коды кафедр университета:

Э-56: Организация и экономика сельскохозяйственного производства;

З-32: Безопасность жизнедеятельности;

А-25: Экология и естествознание;

И-48: Общеинженерные дисциплины;

И-49: Механизация и технический сервис в АПК;

И-50: Тракторы и автомобили;

в) порядковый номер студента и темы выпускной квалификационной работы согласно приказу по университету или номер задания для курсового проектирования;

г) коды технологических документов обозначают двумя заглавными буквами, соответствующими их названиям:

– состояние вопроса – СВ;

– технологическая карта – ТК;

– генеральный план – ГП;

Пример обозначения графического листа «Технологическая карта»:

01.И-49.25.ТК.000

д) коды конструкторских документов по ГОСТ 2.102-68:

– чертеж общего вида – ВО;

– сборочный чертеж – СБ;

– монтажный чертеж – МЧ;

– технические условия – ТУ;

– ремонтный чертеж – РЧ;

– операционная карта изготовления деталей – ОК;

– пояснительная записка – ПЗ;

– чертежи конструкторских разработок обозначают цифрами:

– чертеж общего вида – 00;

– сборочный чертеж – 01, 02, 03 и т. д.;

– чертеж детали – 001, 002, 003 и т. д.

Примеры обозначения конструкторских разработок:

- чертеж общего вида – 01.И-49.25.00.000.ВО;
- сборочный чертеж – 01.И-49.25.01.000.СБ (первый узел);
- чертеж детали – 01.И-49.25.01.002 (вторая деталь первого узла);
- чертеж детали – 01.И-49.25.00.002 (вторая деталь на чертеже общего вида);

е) коды схем:

- электрическая – Э;
- кинематическая – К;
- гидравлическая – Г;
- пневматическая – П;
- комбинированная – С;

Тип схемы обозначают цифрами:

- структурная – 1;
- функциональная – 2;
- принципиальная – 3;
- соединительная – 4;
- подключения – 5;
- общая – 6;
- расположения – 7.

Пример обозначения графического листа «Схема электрическая принципиальная»: 01.И-49.25.00.000.Э3.

9.6 Спецификация

Согласно ГОСТ 2.108-68 (СТ СЭВ 2516-80) спецификацию составляют на отдельных листах формата А4 на каждую сборочную единицу, комплекс и комплект по форме 1 и 1а (рис. 9.3–9.5).

Для изделий единичного производства разового изготовления допускается совмещение спецификации со сборочным чертежом на листах любого формата. При совмещении спецификации со сборочным чертежом ее располагают над основной надписью и заполняют в том же порядке, что и спецификацию, выполненную на отдельных листах.

Основные надписи выполняют по ГОСТ 2.104-2006: заглавный лист – по форме рис. 9.2, б, последующие листы – по форме рис. 9.2, в.

Спецификация состоит из разделов, которые располагают в такой последовательности: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты.

	Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.	
					<u>Документация</u>			
	A1			01.49.25.00.000.ВО	<u>Чертеж общего вида</u>	1		
				01.49.25.00.000.ПЗ	<u>Пояснительная записка</u>	1		
					<u>Сборочные единицы</u>			
	A2	1		01.49.25.01.000.СБ	Корпус	1		
	A3	2		01.49.25.02.000.СБ	Головка	1		
	A3	3		01.49.25.03.000.СБ	Рукоятка	1		
					<u>Детали</u>			
	A4	4		01.49.25.00.004	Рукоятка	1		
	A4	5		01.49.25.00.005	Винт зажимной	1		

Наличие разделов определяется составом специфицируемого изделия. Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают сплошной тонкой линией.

После каждого раздела спецификации следует оставлять несколько свободных строк для дополнительных записей. Допускается резервировать и номера позиций, которые проставляют в спецификацию при заполнении свободных строк.

Спецификации заполняют следующим образом:

а) в графе «Формат» указывают форматы документов, обозначения которых записывают в графе «Обозначение».

Для документов, записанных в разделе «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы», графу не заполняют.

Для деталей, на которые не выпущены чертежи, в графе указывают БЧ;

б) в графе «Зона» указывают (при необходимости) обозначение зоны, в которой находится номер позиции записываемой составной части. Отметки, разделяющие чертеж (схему) на зоны, рекомендуется наносить на расстоянии, равном одной стороне формата А4.

Отметки наносят по горизонтали – арабскими цифрами справа налево; по вертикали – прописными буквами латинского алфавита снизу вверх.

Зоны обозначают сочетанием цифр и букв, например: 1А, 2А, 3А, 1В, 2В, 3В и т. д. (ГОСТ 2.104-2006);

в) в графе «Поз.» указывают порядковые номера составных частей, входящих в изделие, в последовательности записи их в спецификации. Для разделов «Документация» и «Комплекты» графу не заполняют;

г) в графе «Обозначение» указывают:

– в разделе «Документация» – обозначение записываемых документов;

– в разделах «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали» и «Комплекты» – обозначения основных конструкторских документов на записанные в эти разделы изделия. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, – присвоенное им обозначение;

д) в графе «Наименование» указывают:

– в разделе «Документация» – наименование документов, например: «Пояснительная записка», «Чертеж общего вида», «Сборочный чертеж»;

– в разделах «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали» и «Комплекты» – наименования изделий в соответствии с основной надписью на чертежах. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, указывают наименование и материалы, а также размеры, необходимые для изготовления;

– в разделе «Стандартные изделия» – наименования и обозначения в соответствии со стандартами на эти изделия;

– в разделе «Прочие изделия» – наименования и условные обозначения изделий в соответствии с документами на их поставку;

– в разделе «Материалы» – обозначения материалов, установленные в стандартах или технических условиях;

е) в графе «Кол-во» указывают количество составных частей, входящих в изделие, а в разделе «Материалы» – общее количество материалов на одно специфицируемое изделие с указанием единиц измерения. Допускается единицы измерения записывать в графе «Примечание»;

ж) в графе «Примечание» указывают дополнительные сведения, относящиеся к записанным в спецификацию документам, изделиям, материалам.

10 ПОРЯДОК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ВКР

Законченная ВКР, подписанная студентом, консультантами и руководителем, представляется (с отзывом руководителя) заведующему кафедрой. Заведующий кафедрой проверяет соответствие выполненной работы утвержденной теме и заданию и решает вопрос о допуске студента к защите. При необходимости вопрос о допуске студента к защите ВКР решается на заседании кафедры с участием руководителя. Протокол заседания представляется в дирекцию.

Выпускная квалификационная работа, допущенная к защите, направляется директором института (или заведующим кафедрой) на рецензирование. Рецензия должна содержать объективный анализ ВКР с указанием его положительных сторон и недостатков, возможности использования элементов работы в сельскохозяйственном производстве и ее общую оценку по пятибалльной системе. С рецензией должен быть ознакомлен автор работы.

Выпускная квалификационная работа с отзывом руководителя и рецензией предьявляется директору института не позже чем за два дня до начала работы Государственной аттестационной комиссии (ГАК).

Защиту ВКР проводят на открытых заседаниях ГАК. Для доклада дипломнику предоставляется 7–10 мин. В докладе необходимо кратко изложить все разделы ВКР, используя при этом весь графический материал, с более подробным освещением новизны и эффективности разработанных автором решений.

После доклада члены ГАК и присутствующие на защите лица задают дипломнику вопросы по существу его работы. После ответов на заданные вопросы зачитывают рецензию на ВКР и студенту предоставляется возможность ответить на замечания рецензента.

По содержанию, качеству и оформлению пояснительной записки и графического материала, а также по результатам защиты каждый член ГАК оценивает выполненную студентом работу. Затем на закрытом заседании председатель после согласования со всеми членами ГАК и с учетом оценки рецензента выставляет общую оценку защиты ВКР.

При положительной защите выпускной квалификационной работы ГАК выносит решение о присвоении студенту квалификации «Бакалавр» по направлению «Агроинженерия».

Студенту, не выполнившему выпускную квалификационную работу в установленный для него срок или получившему при защите неудовлетворительную оценку ГАК, выдается академическая справка установленного образца с перечнем сданных по учебному плану дисциплин. Его отчисляют из университета с правом защиты ВКР в течение пяти лет.

11 МЕТОДИКА И ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ В АПК

Приведенный ниже материал может быть использован в качестве отдельных разделов (фрагментов) при выполнении выпускных квалификационных работ.

Содержание разделов связано с обоснованием параметров, управляющих эффективностью работы машинно-тракторных агрегатов в полевых условиях.

11.1 Общие предпосылки для решения практических задач в АПК с использованием теории массового обслуживания

При проектировании многих технологических процессов в полевых условиях возникают технико-экономические трудности. Многие из них связаны с обоснованием соотношения между количеством рабочих машин и средств их технического и технологического обслуживания. При практическом решении таких задач возникают противоречия. Их технико-экономическая суть заключается в следующем. Увеличение доли обслуживающих средств приведет к снижению *издержек*, связанных с техническими простоями и технологическим обслуживанием рабочих машин. Однако такое увеличение потребует дополнительных *затрат* на содержание средств обслуживания. Снижение названной доли – приведет к повышению *издержек*, связанных с простоями рабочих машин.

Таким образом, при проектировании многих технологических процессов в АПК с участием машин в полевых условиях часто возникают противоречия организационно-технического характера. Многие из них *связаны с обоснованием соотношения между количеством рабочих машин и средств их технического и технологического обслуживания*. Здесь важно отметить, что *общим признаком таких технологических систем является наличие в них случайных процессов и специфических противоречий, оказывающих влияние на количественное соотношение между работающими машинно-тракторными агрегатами и техническими средствами для их технологического обслуживания и устранения последствий технических отказов*.

Для решения таких задач рекомендуется использовать математические методы системы массового обслуживания.

Одной из основных задач этой главы является «доведение» методов теории массового обслуживания до использования их в прикладных инженерных задачах, возникающих в АПК.

В этом разделе учебного пособия представлен материал, позволяющий приобрести практические навыки по формулировке задач с выделением характерных противоречий, которые являются *основой* для оптимизации. Описаны методики выполнения всех этапов с использованием компьютерной технологии обоснования с использованием теории массового обслуживания. Разработаны разные варианты исходной информации, позволяющие осуществлять анализ результатов в зависимости от производственных показателей.

11.2 Основные термины, понятия теории массового обслуживания и компьютерная технология, используемые в процессе решения практических задач

Этот раздел посвящен изучению материала, связанного с особенностями задач, которые решают с использованием элементов теории массового обслуживания и с содержанием ее терминов, употребляемых при формулировке задач. Дополнительно к этому наличие этого раздела исключает необходимость повторения описания содержания терминов и понятий в приведенных ниже методиках решения практических задач.

В этом же разделе можно получить практические навыки по применению инструкций и компьютерных программ, реализующих автоматизированный режим оптимизации параметров, управляющих эффективностью работы машин в полевых условиях.

При формулировке задач и описании методики их решения используют следующую терминологию и параметры теории массового обслуживания.

Объекты обслуживания. Это отдельные рабочие машины, МТА и другие объекты, которые являются *источником* потока заявок (требований) на обслуживание. Например, заявки на устранение технических отказов; на транспортные средства и заправщики семян для технологического обслуживания и др. Это могут быть пахотные, посевные, посадочные и уборочные агрегаты.

Каналы обслуживания. К ним относят технические средства, предназначенные для *выполнения* заявок, поступающих от объектов

обслуживания (в задачах они будут обозначены: n – текущее их значение; K – варьируемое в процессе оптимизации).

Поток заявок на обслуживание характеризуется *интенсивностью* – λ .

Параметр λ представляет собой среднее количество заявок, поступающее в единицу времени:

$$\lambda = M \cdot 1/t, \quad (11.1)$$

где λ – параметр, характеризующий интенсивность потока заявок, ч^{-1} ;

M – количество обслуживаемых машин (МТА и др. объектов обслуживания), шт.;

t – математическое ожидание времени между двумя соседними заявками (например, математическое ожидание времени между техническими отказами, средняя продолжительность наполнения бункера зерном и др.), ч.

Пропускная способность канала обслуживания характеризуется параметром μ :

$$\mu = 1 / t_{\text{обс.}}, \quad (11.2)$$

где μ – пропускная способность канала обслуживания, ч^{-1} ;

$t_{\text{обс.}}$ – среднее время обслуживания одной заявки (среднее время устранения последствий технического отказа, рейса автомобиля при вывозе зерна и др.) ч.

Приведенная плотность потока заявок (коэффициент загрузки системы) – Ψ .

Параметр Ψ определяется отношением среднего числа заявок, поступающих в единицу времени, к среднему числу заявок, которое система машин в состоянии обслужить:

$$\Psi = \lambda / \mu. \quad (11.3)$$

Установившийся режим работы системы возможен только при $n > \Psi$ (n – количество каналов обслуживания), в противном случае (т. е. при $n < \Psi$) – система не справится с потоком заявок на обслуживание и очередь будет расти неограниченно. Эту особенность необходимо учитывать при обосновании необходимого количества средств (каналов) обслуживания в системе. Учет этого обстоятельства осуществляется при непосредственном решении задач в процессе

оптимизации, когда вводят исходные показатели в компьютерную программу. Именно поэтому варьирование значениями количества каналов (средств) обслуживания необходимо начинать с $n > \Psi$.

Кроме приведенных выше выражений, для более углубленного исследования в системе «объект обслуживания – канал обслуживания», можно воспользоваться дополнительными математическими связями и их показателями в системе массового обслуживания. Ниже перечислены показатели, вычисление которых предусмотрено компьютерными программами. Они выводятся на дисплей ПК (параметры P_0 ; P_k ; m_s и $t_{ож}$, их содержание описано ниже). Динамка этих параметров в зависимости от количественного соотношения между объектами и каналами обслуживания *обеспечивает возможность анализа технико-экономических зависимостей в системе «объект обслуживания – канал обслуживания».*

Вероятность того, что все каналы обслуживания (передвижные ремонтные мастерские, транспортные средства и др.) простаивают – т. е. в системе отсутствуют заявки на обслуживание (P_0):

$$P_0 = 1 / \left[\sum_{k=0}^n \psi^k / k! + \psi^{n+1} / n!(n - \psi) \right], \quad (11.4)$$

где n – общее количество назначенных каналов обслуживания, шт.;

K ($n \geq k \geq 0$) – текущее количество каналов в системе, шт.

Вероятность того, что обслуживанием занято ровно « K » каналов (P_k):

$$P_k = \Psi^k / k! P_0. \quad (11.5)$$

Вероятность возникновения (или наличия) очереди ($P_{оч}$):

$$P_{оч} = 1 - \sum_{k=0}^n P_k, \quad (11.6)$$

где $\sum_{k=0}^n P_k$ – сумма вероятностей того, что занято 0, 1, 2, ..., n каналов.

Средняя длина очереди (количество заявок, ожидающих обслуживания – m_s):

$$m_s = \frac{\psi^{n+1}/n!n(1-\psi/n)^2}{\sum_{k=0}^n \psi^k/k! + \psi^{n+1}/n!(n-\psi)}. \quad (11.7)$$

Средняя продолжительность ожидания начала обслуживания ($t_{ож}$):

$$t_{ож} = m_s/\lambda. \quad (11.8)$$

Окончательное решение задачи производят путем оптимизации с использованием следующей целевой функции, общую идею которой можно выразить следующим образом:

$$m_{ож} S_{ПР.а} + n_{ож} S_{ПР.к} \rightarrow \min, \quad (11.9)$$

где $m_{ож}$, $n_{ож}$ – среднее количество простаивающих объектов (МТА) и средств (каналов) обслуживания соответственно, шт.;

$S_{ПР.а}$, $S_{ПР.к}$ – стоимость одного часа простоя МТА и канала обслуживания соответственно, р/ч.

Таким образом, используя целевую функцию в процессе оптимизации, путем компромиссного преодоления противоречий определяется такое соотношение между количеством работающих МТА и количеством средств обслуживания, при котором суммарные затраты потребителя от их простоев будут минимальными.

Используемая программа является универсальной и может быть использована для любой задачи, сформулированной в терминах теории массового обслуживания. В связи с этим и обозначения тоже должны иметь универсальный характер. Так, под символом «К» обозначают каналы обслуживания. В конкретных задачах это могут быть разные средства для технологического и технического обслуживания рабочих машин (объектов обслуживания). Например, транспортные средства для вывозки зерна от бункеров зерноуборочных комбайнов (ТС); технические средства для ремонта и технического обслуживания рабочих машин в полевых условиях (технические средства типа МПР); транспортно-загрузочные средства при технологическом обслуживании посевных (посадочных) машин и т. п.

Ниже приведен порядок (инструкция) решения любой задачи по оптимизации количества каналов обслуживания, сформулированной в терминах теории массового обслуживания.

1. Вызвать программу «Оптимизация параметров, управляющих работой МТА». На мониторе компьютера появится таблица с указанием исходных показателей и параметров, которые необходимы для решения задачи с использованием теории массового обслуживания: K , Ψ , λ , C_1 и C_2 (см. рис. 11.1).

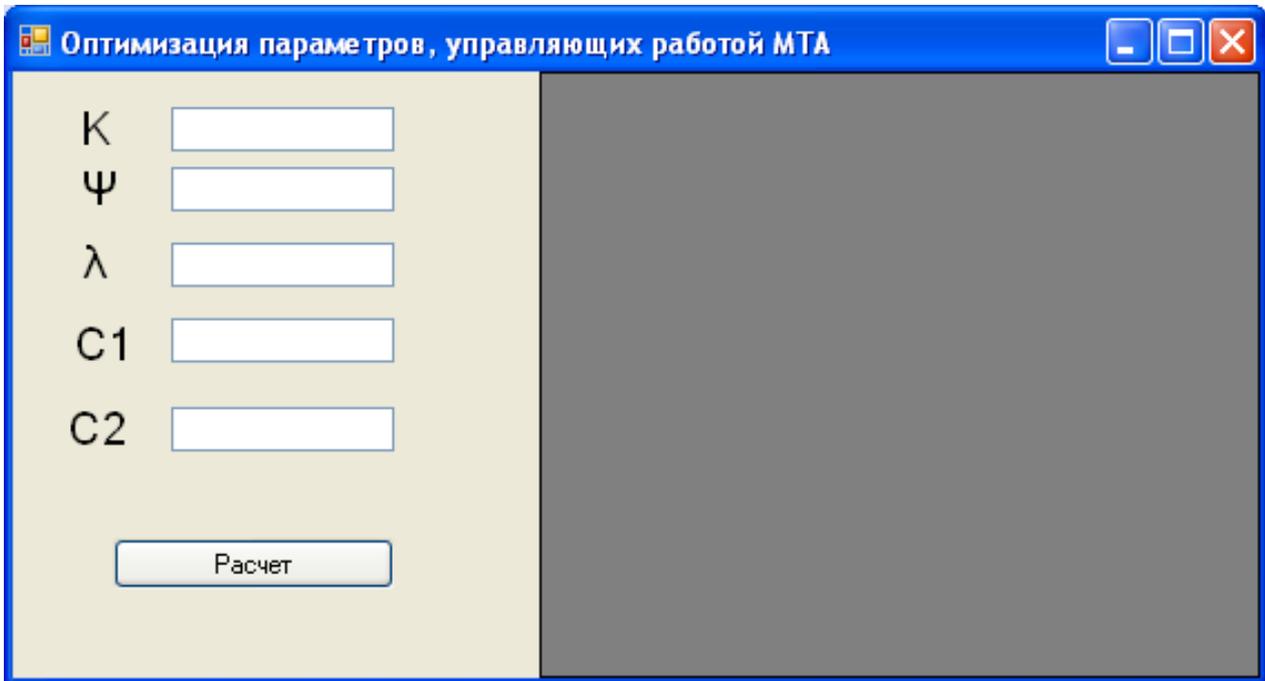


Рисунок 11.1 – Вид на мониторе ПК исходных показателей и параметров

2. Вычислить (а некоторые задаются в соответствующем варианте задания) численные значения указанных выше исходных показателей и параметров, которые вводят в программу через клавиатуру ПК. При вводе исходной информации, *запятые* дробных чисел представляются не как «точка», а в виде « , » (это обстоятельство обусловлено особенностями программирования и для решения задачи принципиального значения не имеет).

3. Затем произвести запуск программы (команда «Расчет»). По этой команде производится автоматизированный расчет параметров в соответствии с выражениями (11.1)–(11.9).

4. На мониторе (см. рис. 11.2) будут выведены результаты расчета, соответствующие принятому значению каналов обслуживания (K):

P_0 – вероятность того, что в системе нет заявок на обслуживание;

$P_1 \dots P_K$ – вероятность того, что занят 1 (один) ... K каналов;

$P_{оч}$ – вероятность наличия очереди МТА на обслуживание;

M_s – средняя длина очереди на обслуживание, шт.

$t_{ож}$ – среднее время ожидания начала обслуживания, ч;
 N_s – среднее количество свободных (простаивающих) средств обслуживания, шт.;
 $S_{мта}$ – издержки, связанные с простоями рабочих машин, р/ч;
 $S_{кан.}$ – издержки, связанные с простоями средств обслуживания, р/ч;
 S – суммарные издержки, р/ч.

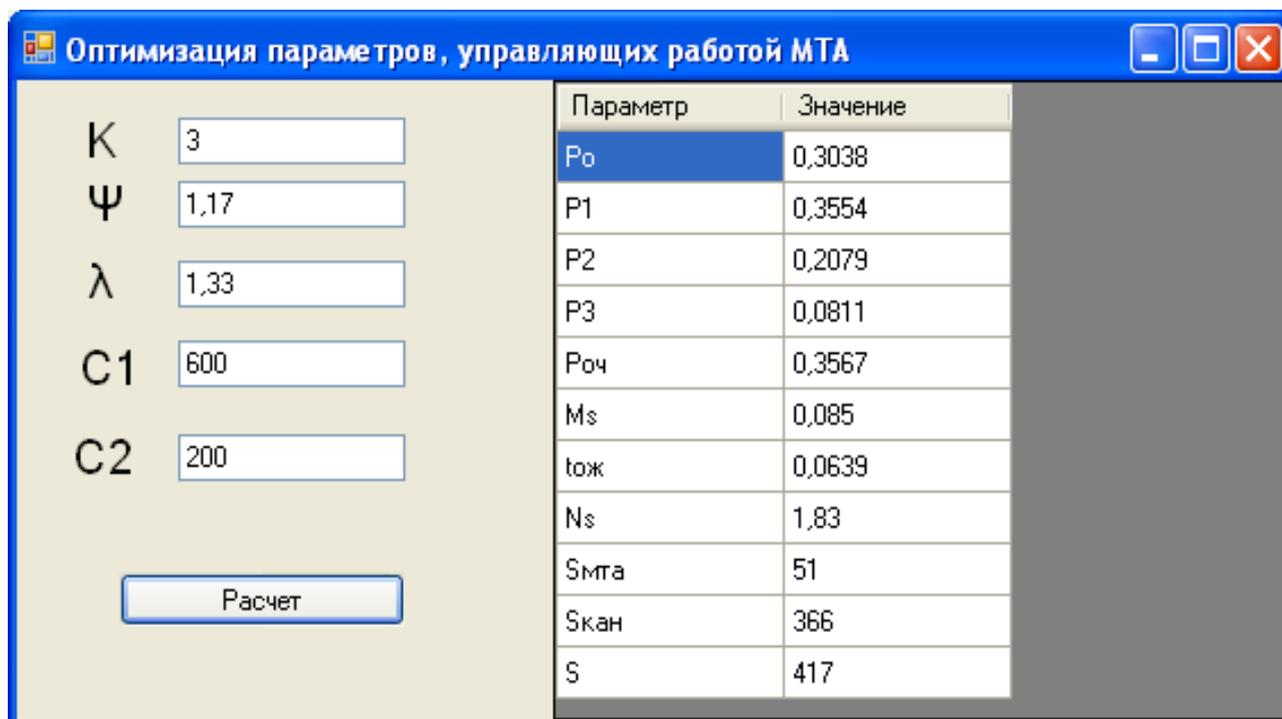


Рисунок 11.2 – Вид на мониторе ПК результатов расчета

5. Чтобы выполнить процедуру оптимизации, расчеты необходимо производить, варьируя значениями каналов обслуживания, K . С этой целью в процессе оптимизации поочередно вводят разные значения « K », каждый раз запуская программу. При каждом принятом значении « K », результаты расчета выносят на монитор компьютера для их последующего анализа (перечень рассчитываемых показателей и параметров – см. выше п. 4).

В результате оптимизации (варьирования значениями « K ») формируется ряд значений « S » – суммарных удельных затрат с четко выраженным минимумом. Минимальному их значению будет соответствовать оптимальное количество ТС (и всех остальных показателей, выводящихся на монитор ПК).

Нужно отметить, что расчетные формулы по определению параметров, характеризующих теорию массового обслуживания

(Ψ , μ и λ) по внешнему виду похожи на формулы, используемые в каждой задаче, связанной с этим методом. Однако их количественный расчет связан с особенностями технологического процесса, для которого осуществляется оптимизация количественного соотношения между машинами, занятыми в нем. Формат учебного пособия допускает повторение формул.

11.3 Обоснование количественного соотношения между группами машин уборочно-транспортного комплекса в различных производственных условиях

11.3.1 Пример формулировки задачи по обоснованию количества транспортных средств в составе уборочно-транспортного комплекса

В составе уборочно-транспортного комплекса (УТК) – M зерноуборочных комбайнов. В процессе уборки зерновых культур они становятся источником потока заявок на обслуживание в виде наполненных зерном бункеров. Для вывозки зерна на расстояние L необходимо предусмотреть транспортные средства (каналы обслуживания). Эффективность работы системы оценивается суммарными затратами S и зависит от количественного соотношения между M и средствами обслуживания, стоимости часа простоя зерноуборочного комбайна – C_1 и транспортного средства – C_2 .

Процесс оптимизации основан на следующем технико-экономическом противоречии, которое возникает при обосновании рационального количества транспортных средств (ТС), предназначенных для вывозки зерна от группы зерноуборочных комбайнов. Увеличение количества ТС снижает затраты от простоев зерноуборочных комбайнов, связанных с ожиданием разгрузки. Но при этом увеличиваются затраты от простоев транспортных средств, связанных с ожиданием наполнения бункера зерном. На продолжительность наполнения бункера зерном оказывают влияние события, имеющие случайный характер (состояние хлебной массы, простои и др.).

Требуется определить такое количество транспортных средств для вывозки зерна на расстояние L от M зерноуборочных комбайнов, при котором суммарные потери от простоев всех машин – S будут минимальными ($S=S_1+S_2$).

Технико-экономические признаки рассмотренной системы позволяют использовать методы теории массового обслуживания для поиска оптимального решения. Для автоматизации процедуры поиска будет использоваться описанная выше компьютерная технология.

Целевая функция, в соответствии с которой осуществляется процесс оптимизации, выглядит следующим образом:

$$M_{\text{ож.}} C_1 + K_{\text{ож.}} C_2 \rightarrow \min, \quad (11.10)$$

где $M_{\text{ож.}}$, $K_{\text{ож.}}$ – среднее количество простаивающих комбайнов и средств их технологического обслуживания (в нашем случае ТС), соответственно, шт.;

$M_{\text{ож.}} C_1$ – удельные затраты от простаивающих зерноуборочных комбайнов (S_1), р/ч;

$K_{\text{ож.}} C_2$ – удельные затраты от простаивающих ТС (S_2), р/ч.

11.3.2 Порядок и результаты расчета параметров, обеспечивающих оптимальное решение задачи с использованием теории массового обслуживания

Напомним, что целью решения сформулированной выше задачи является обоснование количества транспортных средств для машинного комплекса по уборке зерновых культур, работающего в определенных производственных условиях, характеризующихся соответствующими показателями.

Решение задачи осуществляется с использованием универсальной компьютерной программы. В соответствии с инструкцией к этой программе необходимо получить значения: K , C_1 , C_2 , ψ и λ (см. рис. 11.1).

При расчете этих параметров учитывают производственные условия работы УТК и технико-экономические характеристики машин, входящих в его состав. Параметры являются исходными показателями для решения задачи.

Поясним происхождение каждого показателя, участвующего в расчете с использованием компьютерной программы при решении этой задачи.

K – количество каналов обслуживания. Для условий решаемой задачи – это количество транспортных средств. Оно варьируется в процессе оптимизации и определяется такое его значение, которому соответствуют минимальные суммарные издержки от простоев всех машин уборочно-транспортного комплекса (это и является целью решения задачи).

C_1 и C_2 – удельная стоимость простоев рабочих машин и средств обслуживания соответственно. Эти показатели характеризуют производственные условия, в которых работает УТК, и учитывают риски потерь продукции от простоев машин. Они зависят от урожайности, стоимости участвующих машин и их обслуживания, заработной платы и др. C_1 и C_2 могут быть определены самостоятельно из литературных источников, справочной литературы, по результатам собственных наблюдений и из анализа отчетных материалов.

Таким образом, расчетным путем остается определить параметры ψ и λ .

Расчет этих параметров можно произвести, используя формулы (11.1), (11.2) и (11.3).

Здесь отметим и приведем особенности расчета некоторых показателей в этих формулах, обусловленные техническими характеристиками используемых машин и технологией выполнения работы.

Некоторые исходные материалы для расчетов приведены в соответствующих таблицах учебного пособия (табл. 11.1 и 11.2). Отсутствующие справочные материалы (а такая ситуация будет возникать всегда, поскольку парк машин постоянно изменяется) необходимо пополнять самостоятельно.

Для условий рассматриваемой задачи средняя продолжительность между заявками от одного комбайна – t , будет складываться:

$$t = t_6 + t_B, \quad (11.11)$$

где t_6 – время наполнения бункера комбайна зерном, ч;
 t_B – время выгрузки зерна из бункера, ч.

$$t_6 = Q \gamma \beta / Y 0,1 V_p V_r, \quad (11.12)$$

где Q – объем бункера комбайна, м³;
 γ – средняя объемная масса зерна в бункере, т/м³, ($\gamma \approx 0,8$);
 β – коэффициент использования объема бункера, ($\beta \approx 0,95$);
 Y – урожайность, т/га;
 V_r – рабочая ширина захвата жаткой, м;
 V_p – средняя рабочая скорость зерноуборочного комбайна, км/ч.

Пропускная способность одного канала обслуживания (одного транспортного средства – ТС):

$$\mu = b/t_{обс}, \quad (11.13)$$

где \bar{b} – количество бункеров зерна, вмещающихся в одно транспортное средство.

Для условий рассматриваемой задачи, время обслуживания одной заявки – $t_{обс}$, можно вычислить:

$$t_{обс} = t_3 + t_p + 2L/V_{ср}, \quad (11.14)$$

где t_3 – продолжительность полной загрузки транспортного средства, ч (t_3 зависит от количества бункеров зерна, вмещающихся в одно транспортное средство и времени их выгрузки – $t_{в\bar{b}}$, и от времени переезда – t_n от одного комбайна к другому, т. е., $t_3 = t_{в\bar{b}} + t_n$);

t_p – продолжительность взвешивания и разгрузки транспортного средства на току, ч (в первом приближении можно принять $t_p \approx 0,08$ для самосвалов, 0,16 – для остальных);

L – среднее расстояние от места работы УТК до пункта выгрузки зерна из транспортного средства, км;

$V_{ср}$ – средняя скорость движения транспортного средства, км/ч.

В таблицах 11.1 и 11.2 приведена информация, которая будет полезной для расчета исходных показателей для решения задачи.

После того как определены все исходные показатели и параметры, необходимые для решения задачи, осуществляется процесс оптимизации количественного соотношения между зерноуборочными комбайнами и транспортными средствами в описанных производственных условиях и анализ ее результатов.

Таблица 11.1 – Характеристика зерноуборочных комбайнов

Зерноуборочный комбайн	Ширина захвата B_p , м	Объем бункера Q , м ³ /т	Время выгруз. зерна из бункера t_b , ч	Рабочая скорость (приним. с учетом урожайн.) V_p , км/ч	Средняя объемн. масса зерна γ , т/м ³	Коэф. исп. объема бункера β
1	2	3	4	5	6	7
Енисей-1200	5; 6; 7	4,5/3,6	0,04	4-8	0,8	0,95
Енисей-950	5; 6; 7	5,0/4,0	0,03	4-8	0,8	0,95
Енисей-858 (на гус. ходу)	4,1; 5; 6	5,0/4,0	0,04	4-8	0,8	0,95
НИВА	4,1; 5	3,0/2,4	0,03	3-5	0,8	0,95
TORUM	6; 7; 9	10,5/8,4	0,03	6-10	0,8	0,95

Окончание табл. 11.1

1	2	3	4	5	6	7
ACROSS 530/560	5; 6; 7; 9	9,0/7,2	0,03	6-10	0,8	0,95
VECTOR 410/420	5; 6; 7; 9	6,0/4,8	0,04	4-6	0,8	0,95
New Holland CX 860	6,1	10,5/8,4	0,03	до 14,0	0,8	0,95
Challenger 647	7,6	8,8/7,0	0,02	6–8	0,8	0,95
John Deere T 660 i	7,6	11,0/8,8	0,03	до 14,0 (6,0 при 3,0 т/га)	0,8	0,95
Claas Lexion 570	7,58	10,0/8,0	0,03	8,0	0,8	0,95
Claas DOMINATOR- 150	3,6	4,0/3,2	0,02	4,0	0,8	0,95
Fendt 6300C (LAVERDA)	6,75	8,0/6,4	0,03	3,7–7,7	0,8	0,95
КЗС-10К «Поле- сье»	6,0; 7,0	7,0/5,6	0,04	6,0	0,8	0,95
ПАЛЕССЕ GS12	7,0 (8,0 и 9,0)	8,0/6,4	0,04	6,0	0,8	0,95
ПАЛЕССЕ GS812	6,0	5,5/4,4	0,04	6,0	0,8	0,95

Таблица 11.2 – Характеристика транспортных средств*

Транспортное средство (у КамАЗов указ. модели шасси)	Грузо- подъемность, т	Объем кузова, м ³	Колесная формула	Средняя рабочая скорость, V _{ср.} , км/ч
КАМАЗ-43253	7,5	9,56	4×2	40
КАМАЗ-43118	10,0	7,01	6×6	30
КАМАЗ-4326	4,0	5,57	4×4	45
КАМАЗ-43255*	7,0	6,0	4×2	40
КАМАЗ-65111*	14,0	8,2	6×6	30
КАМАЗ-65115*	14,5	10,0	6×4	30
КАМАЗ-6522*	13,4	12,0	6×6	30
КАМАЗ-65201*	19,5	16,0	8×4	25
ГАЗ-3307	4,5	11,8	4×2	30
ГАЗ-3309	4,5	11,8	4×2	30
ЗИЛ-ММЗ-450650*	5,3	6 (12,5)	4×4	40

* самосвал

В таблице 11.3 приведены варианты представления исходной информации. Причем варианты исходных показателей составлены таким образом, чтобы после выполнения каждого варианта была возможность широкого анализа результатов оптимизации в зависимости от принятых исходных показателей.

Например, результаты решения вариантов 1 и 2 обеспечивают возможность анализа динамики потребности в транспортных средствах (ТС) для машинных комплексов по уборке зерновых в зависимости от расстояния перевозок (L) при прочих равных производственных условиях. Аналогичный анализ можно осуществить после выполнения заданий 4–6.

Или результаты решения вариантов 2 и 3 обеспечивают анализ потребности в ТС в зависимости от их грузоподъемности при прочих равных условиях, влияющих на результаты решения задачи.

Таблица 11.3 – Варианты исходных показателей

Вариант	Зерноуборочный комбайн	М, шт.	ТС	L, км	У, т/га	C ₁ , р/ч	C ₂ , р/ч
1	Енисей-1200	6	ГАЗ-3307	1,5	3,0	600	150
2	Енисей-1200	6	ГАЗ-3307	6,0	3,0	600	150
3	Енисей-1200	6	КАМАЗ-43253	6,0	3,0	600	150
4	Енисей-950	4	ГАЗ-3309	4,0	3,5	700	150
5	Енисей-950	4	ГАЗ-3309	8,0	3,5	700	150
6	Енисей-950	4	ГАЗ-3309	10,0	3,5	700	150
7	ACROSS 30/560	3	КАМАЗ-43253	5,0	3,0	600	170
8	ACROSS 30/560	3	КАМАЗ-43253	5,0	3,5	700	170
9	ACROSS 30/560	3	КАМАЗ-65115*	5,0	3,5	700	200
10	VECTOR 410/420	6	ЗИЛ-ММЗ-450650*	4,0	2,5	550	220
11	VECTOR 410/420	6	КАМАЗ-43118	4,0	2,5	550	250
12	VECTOR 410/420	2	КАМАЗ-43118	4,0	2,5	550	250
13	New Holland CX 860	4	КАМАЗ-43118	7,0	4,0	800	250
14	New Holland CX 860	4	КАМАЗ-65201*	7,0	4,0	800	300
15	New Holland CX 860	4	КАМАЗ-65201*	4,0	4,0	800	300
16	John Deere Т 660 i	3	КАМАЗ-43118	5,0	4,5	900	250
17	John Deere Т 660 i	3	КАМАЗ-43118	10,0	4,5	900	250
18	John Deere Т 660 i	3	КАМАЗ-65201*	5,0	4,5	900	300
19	КЗС-10К «Полесье»	5	КАМАЗ-43255*	3,0	2,5	550	170
20	КЗС-10К «Полесье»	3	КАМАЗ-43255*	5,0	2,5	550	170
21	КЗС-10К «Полесье»	2	КАМАЗ-43255*	10,0	2,5	550	170

* самосвал

Результаты решения вариантов 11 и 12 показывают изменение потребности в ТС в зависимости от количества работающих комбайнов (M), при прочих равных условиях.

Есть варианты заданий, после решения которых открывается возможность анализа динамики ТС в зависимости урожайности (Y) – варианты 7 и 8.

Расчет исходных показателей для решения задачи с использованием методов теории массового обслуживания рассмотрим на следующем примере.

Допустим, что в одном из хозяйств Красноярского края на уборке зерновых культур решено использовать уборочно-транспортные комплексы (УТК). Предварительно было установлено (имеется методика предварительного расчета), что в сложившихся организационно-административных условиях хозяйства и расположения полей, для выполнения уборочных работ в агротехнические сроки необходимо организовать работу *двух УТК*.

Исходную информацию для решения задачи отдельно для каждого уборочно-транспортного комплекса сведем в таблицу 11.4.

Для показателей, учитывающих обеспеченность хозяйства техникой и сложившиеся производственные условия уборки (расстояние до полей – L , урожайность – Y , стоимости простоев зерноуборочных комбайнов – C_1 и автомобилей – C_2), в этом примере используют справочные материалы, помещенные в таблицах 11.1–11.3.

Таблица 11.4 – Исходная информация для оптимизации количества ТС

Номер УТК	Зерноуборочный комбайн	M , шт.	ТС	M , шт.	L , км	Y , т/га	C_1 , р/ч	C_2 , р/ч	ψ	$\lambda, \text{ч}^{-1}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Енисей-1200	2	КАМАЗ-43253	2	7	3,0	600	150	1,25	3,9
2	John Deere T 660 i	4	КАМАЗ-43253	1	7	3,0	800	150	3,02	7,7

Графы 2–9 таблицы 11.4 заполняют с учетом производственных условий, в которых происходит уборка, и справочных материалов. Показатели, помещенные в графы 10 и 11, необходимо рассчитать. Расчет производят по формулам (11.1)–(11.3) и (11.11)–(11.14), в которых учитывают все показатели, характеризующие производственные особенно-

сти уборки. Этот расчет здесь не приводим, поскольку эта работа самым подробным образом должна выполняться на практических занятиях.

Однако необходимо отметить особенность, связанную с определением времени переезда ТС между комбайнами (t_n), если объем его кузова вмещает более одного бункера. Если кузов вмещает один бункер, все просто: ТС подъезжает, зерно выгружают из бункера в течение времени t_b и отправляют к месту выгрузки. Если же комбайн один, а предусмотренное ТС может «принять» два бункера, здесь величину t_n нужно обосновывать. В описанной здесь ситуации (один комбайн, ТС вмещает два бункера) *может быть два варианта использования ТС.*

Первый вариант. Транспортное средство «принимает» один бункер и ожидает второго его наполнения. Здесь продолжительность t_n может равняться времени наполнения бункера – t_6 (см. формулу (11.12)). В этом случае могут возрасти издержки, связанные с простоями транспортного средства.

Второй вариант. Транспортное средство принимает один бункер и отправляется к месту разгрузки. В этом варианте затраты возрастают из-за недоиспользования грузоподъемности ТС и вероятного простоя комбайна в ожидании возвращения транспортного средства. *Поэтому необходимо обеспечивать максимально гармоничное сочетание названных машин в технологическом процессе уборке зерновых культур.* Это зависит от уровня профессионализма, который не всегда можно реализовать в сложившихся условиях. Поэтому и описываем возможные риски, связанные с реалиями в хозяйствах.

Итак, после того как произведем расчет ψ и λ (по приведенным соответствующим формулам), окончательно заполним таблицу 11.4.

11.3.3 Пример представления результатов оптимизации и их анализа

После подготовки исходной информации можно приступить к непосредственной оптимизации.

В соответствии с п. 1 инструкции вызываем компьютерную программу: «Оптимизация параметров, управляющих работой МТА». На мониторе компьютера появится таблица (рис. 11.1) с указанием исходных показателей и параметров, которые необходимо ввести для решения задачи с использованием теории массового обслуживания: K , Ψ , λ , C_1 и C_2 .

Далее, в соответствии с процедурой, описанной в п.п. 2–4 раздела 11.2, приступаем к непосредственной оптимизации количества транспортных средств с учетом условий работы УТК-1 и УТК-2. Напомним, процесс оптимизации сводится к варьированию значений ТС. На мониторе ПК количество транспортных средств обозначено, как «К». Компьютерная программа является универсальной и каналами обслуживания могут быть не только ТС (в чем мы убедимся при решении других задач с использованием теории массового обслуживания).

После каждого ввода значения ТС запускаем программу «Расчет». Фиксируем все выходные показатели, которые выводятся на монитор ПК (см. рис. 11.2). Заносим их в таблицу для последующего анализа. Эту работу делаем для каждого УТК. Исходная информация – в таблице 11.4.

Напомним, что первое вводимое значение ТС $(K) \geq \Psi$. Для УТК-1 коэффициент загрузки $\Psi = 1,25$. Начнем процесс оптимизации при ТС $(K) = 2$.

В результате оптимизации в соответствии с целевой функцией (11.10) должен быть сформирован ряд значений суммарных удельных затрат S с четко выраженным минимумом.

Таблица 11.5 – Результаты оптимизации для УТК-1

Показатель	Количество ТС				
	2	3	4	5	7
$P_{оч.}$ – вероятность наличия очереди зерноуборочных комбайнов на обслуживание	0,5312	0,3434	0,2986	0,2888	0,2866
M_s – средняя длина очереди на обслуживание, шт.	0,8013	0,1111	0,0192	0,0032	0,0001
$t_{ож}$ – среднее время ожидания начала обслуживания, ч	0,2055	0,0285	0,0049	0,0008	0
N_s – среднее количество свободных (простаивающих) ТС, шт.	0,75	1,75	2,75	3,75	5,75
$S_{мта}$ – издержки, связанные с простаиванием рабочих машин, р/ч	480,78	66,66	11,52	1,92	0,06
$S_{кан.}$ – издержки, связанные с простаиванием средств обслуживания, р/ч	112,5	262,5	412,5	562,5	862,5
S – суммарные издержки, р/ч	593,28	<u>329,16</u>	424,02	564,42	862,56

Результаты оптимизации дают обоснованный ответ на главный вопрос, поставленный в условиях задачи: оптимальное количество транспортных средств для описанных условий работы УТК-1 – три автомобиля КамАЗ-43253. Именно этому количеству ТС соответствуют минимальные часовые простои всех машин, участвующих в уборке зерновых культур.

Результаты оптимизации для наглядности можно представить в виде графиков в системе координат: «ТС – S»; «ТС – S_{кан.}» и «ТС – S_{мта}».

Далее в таком же порядке выполним процесс оптимизации количества транспортных средств для УТК-2. При этом используем подготовленные исходные материалы для этого машинного комплекса, помещенные в таблице 11.4. Еще раз напомним, что первое вводимое значение ТС $(K) \geq \Psi$. Для УТК-2 коэффициент загрузки $\Psi = 3,02$. Начнем оптимизацию с целого числа – 4.

Таблица 11.6 – Результаты оптимизации для УТК-2

Показатель	Количество ТС				
	4	5	6	7	9
$P_{оч.}$ – вероятность наличия очереди зерноуборочных комбайнов на обслуживание	0,4277	0,1916	0,0983	0,0651	0,050
M_s – средняя длина очереди на обслуживание, шт.	1,5959	0,3678	0,1031	0,0295	0,0021
$t_{ож}$ – среднее время ожидания начала обслуживания, ч	0,2073	0,0478	0,0134	0,0038	0,0003
N_s – среднее количество свободных (простаивающих) ТС, шт.	0,98	1,98	2,98	3,98	5,98
$S_{мта}$ – издержки, связанные с простаиванием рабочих машин, р/ч	1276,72	294,24	82,48	23,6	1,68
$S_{кан.}$ – издержки, связанные с простаиванием средств обслуживания, р/ч	147,0	297,0	447,0	597,0	897,0
S – суммарные издержки, р/ч	1423,72	591,24	529,48	620,60	898,68

Результаты оптимизации показывают оптимальное количество транспортных средств для описанных условий работы УТК-2 – шесть автомобилей КамАЗ-43253. Именно этому количеству ТС со-

ответствуют минимальные часовые простои всех машин, участвующих в уборке зерновых культур.

Результаты оптимизации для наглядности, как и в предыдущем случае, можно представить в виде графиков в системе координат: «ТС – S»; «ТС – S_{кан.}» и «ТС – S_{мта}».

11.4 Обоснование количества передвижных средств для восстановления работоспособности машин в полевых условиях

11.4.1 Пример формулировки задачи по оптимизации передвижных ремонтных мастерских в терминах теории массового обслуживания

Количества (M) машинно-тракторных агрегатов (МТА) являются источниками потока технических отказов. Индикация эксплуатационных отказов происходит в случайное время. Оперативное обслуживание заявок по устранению последствий технических отказов производится с помощью передвижных ремонтных мастерских (МПР).

Средняя продолжительность устранения последствий одного технического отказа (в терминах теории массового обслуживания – среднее время обслуживания одной заявки) – $t_{\text{обс.}}$, ч.

Стоимость одного часа простоя МТА – C_1 , руб./ч.

Стоимость одного часа простоя средства обслуживания (передвижной ремонтной мастерской) – C_2 , руб./ч.

Эффективность работы системы машин «МТА – МПР» оценивается суммарными издержками от простоев S и зависит от количественного соотношения между M и средствами обслуживания – МПР.

Основой оптимизации является технико-экономическое противоречие, которое возникает в процессе принятия решения о необходимом количестве передвижных ремонтных мастерских. Недостаточное количество МПР неизбежно приведет к повышению затрат потребителя, связанных с простоями МТА – S_1 . И напротив, чрезмерное увеличение количества передвижных ремонтных мастерских, повышает его затраты в связи с их недоиспользованием (т. е. с их простоями) – S_2 .

Требуется определить такое количественное соотношение между МПР и МТА, которое обеспечит оперативное устранение

последствий технических отказов, а суммарные удельные издержки потребителя S ($S = S_1 + S_2$) при этом будут минимальными.

Технико-экономические признаки рассмотренного взаимодействия машин соответствуют требованиям систем массового обслуживания. В связи с этим направленный поиск оптимального решения задачи целесообразно осуществлять с привлечением методов этой системы.

Целевая функция, в соответствии с которой обосновывается наиболее выгодное решение путем компромиссного преодоления противоречий в процессе оптимизации, выглядит следующим образом:

$$M_{\text{ож.}} \cdot C_1 + K_{\text{ож.}} \cdot C_2 \rightarrow \min, \quad (11.15)$$

где $M_{\text{ож.}}$ и $K_{\text{ож.}}$ – среднее количество простаивающих МТА и средств их технологического обслуживания соответственно, шт.;

$M_{\text{ож.}} \times C_1$ – удельные затраты от простаивающих зерноуборочных комбайнов (S_1), руб./ч;

$K_{\text{ож.}} \times C_2$ – удельные затраты от простаивающих ТС (S_2), руб./ч.

11.4.2 Расчет параметров, обеспечивающих оптимальное решение задачи с использованием теории массового обслуживания

Как следует из раздела 11.2, решение задачи такого содержания может осуществляться с использованием универсальной компьютерной программы. В соответствии с инструкцией к этой программе необходимо получить значения K , C_1 , C_2 , ψ и λ . Эти параметры характеризуют технико-экономическое состояние рассматриваемой системы машин «МТА – МПР» и являются исходными показателями для решения задачи. Расчет их производят по формулам, приведенным ниже.

Поясним содержание каждого показателя, участвующего в расчете с использованием компьютерной программы.

K – количество каналов обслуживания. Для условий решаемой задачи – это количество передвижных средств для восстановления работоспособности МТА в полевых условиях. Оно варьируется в процессе оптимизации и определяется такое его значение, которому соответствуют минимальные суммарные издержки от простоев всех машин в системе «МТА-МПР».

C_1 и C_2 – удельная стоимость простоев рабочих машин и средств обслуживания соответственно. Эти показатели характеризуют производственные условия, в которых работают рассматриваемые машины и учитывают степень риска потери продукции. Они зависят от урожайности, стоимости участвующих машин и их обслуживания, заработной платы и др. Значения C_1 и C_2 могут быть определены самостоятельно из литературных источников, справочной литературы, по результатам собственных наблюдений и из анализа отчетных материалов.

Таким образом, расчетным путем остается определить параметры ψ и λ , характеризующие систему машин «МТА – МПР».

Расчет этих параметров производят с использованием формул (11.1)–(11.3).

В этой задаче отметим только особенности расчета некоторых показателей в этих формулах, обусловленные техническими характеристиками используемых машин и технологией выполнения работы.

Для условий рассматриваемой задачи, время обслуживания одной заявки – $t_{\text{обс.}}$, с учетом переездов к месту обслуживания можно вычислить как

$$t_{\text{обс.}} = t_3 + 2L/V_{\text{ср.}}, \quad (11.16)$$

где t_3 – продолжительность выполнения заявки на обслуживание, ч;

L – среднее расстояние до места работы МТА, км ;

$V_{\text{ср.}}$ – средняя скорость движения МПР, км/ч.

Таким образом, имеются все данные для определения последнего, необходимого для решения задачи с использованием компьютерной технологии, параметра – ψ .

Порядок расчета исходной информации рассмотрим на двух примерах. *Первый вариант* относится к расчету исходных показателей для обоснования количества МПР при обслуживании пахотных агрегатов, *второй* – уборочно-транспортного комплекса.

Используя материалы таблицы 11.7 и расчетные формулы (11.1)–(11.3) и (11.16), подготовим исходные данные, которые являются «входными» показателями для оптимизации с использованием компьютерной программы (см. раздел 11.2). Входные показатели для всех вариантов помещены в таблицу 11.8.

11.4.3 Результаты оптимизации и их анализ

После того как определены все исходные показатели и параметры, необходимые для решения задачи, осуществляется процесс оптимизации количественного соотношения между **работающими в поле**.

Таблица 11.7 – Исходные показатели

Но- мер- вари- анта	Кол. МТА М, шт.	Время поступле- ния между соседними заявками – t , ч	Рас- стояние до об- служи- ваемых МТА – L , км	Средняя ско- рость МПР – $V_{ср}$, км/ч	Продол- житель- ность выполне- ния заявки – t_3 , ч	Стои- мость часа простоя МТА – C_1 , р/ч	Стои- мость часа про- стоя МПР – C_2 , р/ч
1	2 пах. МТА	20	5	18	1,5	450	115
2	4 з.-у. комб. в УТК	6	5	18	1,0	800	115

Таблица 11.8 – Исходная информация для оптимизации количества МПР с использованием теории массового обслуживания машинами и передвижными средствами для поддержания их в работоспособном состоянии (МПР)

Вариант	ψ	λ	C_1	C_2
1	2	3	4	5
1	0,20	0,10	450	115
2	1,04	0,67	800	115

Процесс оптимизации производится в соответствии с процедурой, описанной в п. 2–4 раздела 11.2. – для каждого рассматриваемого варианта отдельно.

Процесс оптимизации сводится к варьированию количественных значений МПР. На мониторе количество МПР обозначено как «К» (в данном случае они являются каналами обслуживания).

После каждого ввода значения МПР запускаем программу «Расчет». Фиксируем все выходные показатели, которые выводятся на монитор ПК (см. рис. 11.2).

Варьирование значениями МПР производится до тех пор, пока сформированный ряд значений суммарных удельных затрат S не будет иметь *четко выраженный минимум* в соответствии с целевой функцией 11.15. Минимальному значению S будет соответствовать оптимальное количество МПР.

Все выходные результаты с монитора заносят в таблицы для последующего анализа.

Эту работу выполним для рассматриваемых здесь в качестве примера двух вариантов.

Итак, вызываем программу «Оптимизация параметров, управляющих работой МТА». Вводим показатели, которые запрашивают на мониторе ПК, а численные их значения мы уже определили для каждого варианта и разместили в таблице 11.8.

Результаты оптимизации показывают, что в условиях, которые характеризуются показателями, помещенными в таблице 11.7 и 11.8, для обслуживания двух пахотных МТА потребуется одна ремонтная мастерская, а для УТК, состоящего из четырех зерноуборочных комбайнов – три МПР.

Таблица 11.9 – Результаты оптимизации количества МПР для производственных условий первого варианта

Показатель	Количество МПР				
	1	2	3	4	5
M_s – средняя длина очереди на обслуживание, шт.	0,05	0,02	0	0	0
$t_{ож}$ – среднее время ожидания начала обслуживания, ч	0,5	0,02	0	0	0
N_s – среднее количество свободных (простаивающих) МПР, шт.	0,8	1,8	2,8	3,8	4,8
$S_{мта}$ – издержки, связанные с простаиванием МТА, р/ч	22,5	0,9	0,04	0	0
$S_{кан.}$ – издержки, связанные с простаиванием МПР, р/ч	92	207	322	437	522
S – суммарные издержки, р/ч	114,5	207,9	322,04	437,0	522,0

Таблица 11.10 – Результаты оптимизации количества МПР для производственных условий второго варианта

Показатель	Количество МПР				
	2	3	4	5	6
M_s – средняя длина очереди на обслуживание, шт.	0,38	0,05	0,01	0	0
$t_{ож}$ – среднее время ожидания начала обслуживания, ч;	0,57	0,08	0,01	0	0
N_s – среднее количество свободных (простаивающих) МПР, шт.;	0,96	1,96	2,96	3,96	4,96
$S_{мта}$ – издержки, связанные с простаиванием УТК, р/ч;	308,0	42,5	6,56	0,96	0,16
$S_{кан.}$ – издержки, связанные с простаиванием МПР, р/ч;	110,0	225,0	340,4	455,4	570,4
S – суммарные издержки, р/ч.	418,0	267,5	347,0	456,4	570,6

Кроме этого, анализируя результаты оптимизации, можно установить вектор динамики времени ожидания обслуживания зерноуборочных комбайнов, количества простаивающих МПР и др. Для более наглядной иллюстрации компромиссного преодоления противоречий, которые возникают в процессе оптимизации можно построить графики « $S_{мта}$ – МПР» и « $S_{кан.}$ – МПР» в прямоугольной системе координат.

11.5 Обоснование количества транспортных средств для доставки измельченного хлебного вороха на стационарный пункт обработки

11.5.1 Особенности трехфазной уборки зерновых культур

В связи с тем что в учебных пособиях отсутствует широкое освещение технологии уборки зерновых культур с обработкой хлебной массы на стационаре, здесь приведено ее краткое содержание.

Следует отметить, что традиционные комбайновые технологии уборки зерновых и уборка с обработкой скошенной массы на стационаре не исключают друг друга. Напротив, они должны дополнять одна другую, и каждая из них эффективна в соответствующих условиях. Обоснование этих условий не входит в задачу настоящего пособия. Краткое описание технологии приводится для ознакомления с ее некоторыми особенностями, которые будут способствовать более осмысленному решению задач, поставленных в этом разделе.

Классические (комбайновые) способы уборки зерновых культур имеют недостатки, которые носят *объективный* характер. К ним можно отнести:

- 1) жесткую зависимость эффективности работы зерноуборочных комбайнов от погодных условий;
- 2) потеря ценной части биологического урожая (половы);
- 3) необходимость выполнения сложных технологических процессов в полевых условиях (обмолот, сепарация).

Названные обстоятельства приводят к снижению дневной выработки из-за ограниченного диапазона влажности, при котором может производиться качественный обмолот и в связи с простоями, связанными с обслуживанием молотильного устройства и системы очистки зерноуборочного комбайна. Кроме этого, потерянная полова могла быть использована в качестве полезной добавки при приготовлении кормов.

Чтобы снизить влияние названных недостатков, предлагаются другие технологии уборки зерновых, в том числе и способ, предусматривающий обработку хлебного вороха на стационаре. Краткое содержание одного из вариантов такой технологии, в разработке которой принимал участие один из авторов этого пособия в составе кафедры ЭМТП Красноярского ГАУ, приведено ниже.

Полевая машина МПУ-1200 скашивает, измельчает и подает хлебную массу в тракторную тележку 2-ПТС-4М-887 емкостью 45 м³. Наполненная скошенной хлебной массой тележка трактором МТЗ-80/82 транспортируется по спрофилированным дорогам на стационарный пункт. После взвешивания тракторист разворачивает агрегат на площадке накопления хлебной массы так, чтобы подать тележку задним ходом к завальной яме. Фиксирование тележки перед разгрузкой осуществляется выступами, установленными у самой кромки разгрузочной площадки. В эти выступы тракторная тележка упирается задними колесами. Чтобы исключить опрокидывание тележки при разгрузке, предусмотрено специальное устройство, ограничивающее перемещение ее вертикальной плоскости.

Разгрузочная площадка и завальная яма транспортера подачи и сушки массы располагаются на разных уровнях, что обеспечивает полное освобождение тракторных тележек от измельченной хлебной массы.

Измельченная хлебная масса транспортером подается к наклонному питателю-дозатору. Последний формирует определенную тол-

щину хлебного вороха, отбрасывая ее излишки на приемный транспортер для повторной подачи. С помощью питателя-дозатора предусмотрена регулировка объема подаваемой хлебной массы в зависимости от ее состояния (влажность, соотношение зерна и соломы и др.).

Сформированный дозатором слой хлебной массы поступает на блок сепараторов (два параллельно работающих соломотряса). Перед подачей на сепараторы хлебная масса распределяется на два потока (на каждый сепаратор) с помощью вращающегося разделителя.

На сепараторах производится выделение зерна, вымолоченного при измельчении и транспортировке хлебной массы. Зерно от сепараторов поступает на горизонтальный транспортер. Этот транспортер подает зерно в питатель-загрузчик ПЗМ-1.5, который доставляет зерно в сушилку. Ворох, освобожденный от зерна в сепараторах, поступает в молотилку установленного в технологической линии зерноуборочного комбайна, где происходит выделение (домолачивание) оставшегося в хлебной массе зерна, которое затем транспортером также подается в сушилку. Обмолоченное зерно после подсушивания накапливается в бункере, из которого по мере необходимости его выгружают в автотранспорт, либо могут подавать на повторную сушку.

Крупный ворох вместе с половой пневмотранспортером направляют в силосные ямы для приготовления соломонажа или в пункт приготовления кормов.

Управление агрегатами технологической линии стационарного пункта обмолота осуществляется со специального пульта.

К основным недостаткам описанной технологии следует отнести резкое повышение транспортных затрат на перевозку хлебной массы при увеличении радиуса перевозок и высокие требования к качеству дорог.

Ниже приведен пример формулировки задачи, которая может возникнуть при проектировании технологии уборки зерновых описанным способом, в терминах теории массового обслуживания.

11.5.2 Содержание задачи

В одном из хозяйств Красноярского края внедряется технология уборки зерновых с обработкой хлебного вороха на стационаре. В составе уборочно-транспортного комплекса (УТК) участвует М поле-

вых машин МПУ-1200, в качестве транспортного средства (ТС) используется тракторная тележка 2-ПТС-4М-887 емкостью 45 м^3 в агрегате с трактором «Беларус-82.1»

В процессе работы МПУ-1200 она становится источником потока заявок на обслуживание в виде наполненных тележек с измельченной хлебной массой. С помощью ТС наполненная тракторная тележка доставляется на стационарный пункт обработки, расстояние до которого L .

Требуется определить такое соотношение между количеством полевых машин и транспортных средств в составе УТК, при котором суммарные издержки от простоев этих машин будут минимальные.

Момент наполнения тележки измельченной хлебной массой и момент прибытия ТС на поле из очередного рейса являются случайными величинами.

11.5.3 Порядок расчета параметров, обеспечивающих минимальные простои машин при трехфазном способе уборки зерновых культур

При традиционном подходе (без учета вероятностного характера взаимодействия в рассматриваемой системе «МПУ-1200 – ТС») невозможно корректно определить среднее число МПУ-1200 простаивающих в очереди на разгрузку и среднее число ТС, ожидающих загрузку. Поэтому оценить суммарные издержки от простоев, при различном количественном соотношении МПУ-1200 и ТС, участвующих в уборке, таким путем невозможно.

Технико-экономическое противоречие в сформулированной задаче состоит в том, что увеличение количества ТС снижает потери, связанные с ожиданием МПУ-1200 разгрузки. Но при этом повышаются затраты на содержание ТС. Конфликт может быть разрешен путем оптимизации с привлечением методов теории массового обслуживания и автоматизированных способов поиска решения.

Решение задачи осуществляется с использованием универсальной компьютерной программы. В соответствии с инструкцией к этой программе необходимо получить значения K , C_1 , C_2 , ψ и λ (см. рис. 11.1). Эти параметры характеризуют технико-экономическое состояние рассматриваемой системы машин и являются исходными показателями для решения задачи. Расчет их производят по формулам, приведенным ниже.

K – количество каналов обслуживания для условий решаемой задачи – это количество транспортных средств. В процессе оптимизации оно варьируется и является целью решения задачи.

C_1 и C_2 – удельная стоимость простоев рабочих машин (МПУ-1200) и средств обслуживания (Беларус-82.1 + 2-ПТС-4М-887), соответственно, р/ч. Значения этих показателей зависят от урожайности, стоимости машин и их обслуживания.

Таким образом, остается определить параметры ψ и λ в системе машин «МПУ-1200 – ТС».

Расчет этих параметров производят с использованием формул (11.1)–(11.3).

При решении этой задачи ниже отметим особенности расчета некоторых показателей в этих формулах, обусловленных техническими характеристиками используемых машин и технологией выполнения работы.

Продолжительность обслуживания одной заявки – $t_{\text{обс.}}$ (продолжительность рейса) приведена в варианте каждого задания, она вычисляется следующим образом:

$$t_{\text{обс.}} = t_n + t_p + 2L/V_{\text{ср}}, \quad (11.17)$$

где t_n – продолжительность присоединения ТС к трактору, ч;

t_p – продолжительность взвешивания и разгрузки ТС, ч;

L – среднее расстояние перевозки измельченной хлебной массы, км;

$V_{\text{ср}}$ – средняя скорость движения ТС в течение рейса, км/ч.

Такие показатели, как t_n , t_p и $V_{\text{ср}}$, определяются, как правило, в результате экспериментальных исследований.

В условиях внедрения рассматриваемой технологии кафедрой ЭМТП эти показатели имеют следующие значения: $t_n = 0,15 \dots 0,20$ ч; $t_p = 0,25 \dots 0,35$ ч; $V_{\text{ср}} = 5 \dots 10$ км/ч.

В таблице 11.11 приведены показатели, которые количественно характеризуют процессы, происходящие в системе машин «МПУ-1200 + (МТЗ-82 + 2-ПТС-4М-887)». Эти материалы получены в результате экспериментальных исследований кафедры и могут быть использованы при разработке методических указаний для освоения темы путем решения практических задач.

Таблица 11.11 – Варианты исходных показателей, характеризующих производственные условия работы УТК

Показатель	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество полевых машин – М, шт.	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Среднее время загрузки тележки хлебной массой – t, ч	0,25	0,33	0,42	0,20	0,30	0,40	0,21	0,35	0,40	0,27
Время обслуживания одной заявки (пропускная способность одного транспортного средства) – t _{обс.} , ч	0,95	1,18	1,58	0,48	0,60	0,95	0,20	0,40	0,60	0,80
Расстояние перевозки хлебной массы – L, км	5,0	7,0	10,0	2,5	3,5	5,0	1,0	2,0	3,0	4,0
Стоимость часа простоя полевой машины – С ₁ , р/ч	500	750	900	850	700	950	800	750	650	800
Стоимость часа простоя транспортного средства – С ₂ , р/ч	170	250	300	280	230	320	270	250	220	270

11.5.4 Практический пример технологии оптимизации количества транспортных средств доставки измельченного хлебного вороха на стационарный пункт обработки

Условия задачи следующие. Уборка зерновых производится с обработкой измельченного хлебного вороха на стационаре. В составе УТК – одна полевая уборочная машина МПУ-1200 ($M=1$). В качестве транспортного средства доставки хлебного вороха (ТС) предполагается использовать агрегат МТЗ-82.1 + 2-ПТС-4М-887. В результате анализа имеющихся экспериментальных исследований установлено, что среднее время загрузки тележки транспортного средства – $t = 0,42$ часа, а пропускная способность одного транспортного средства (время обслуживания одной заявки или время доставки и возвращения) – $t_{\text{обс.}} = 0,95$ часа. Стоимость часа простоя полевой машины – $C_1 = 900$ р/ч, транспортного средства – $C_2 = 300$ р/ч. Расстояние перевозки – $L = 5$ км.

Используя расчетные формулы (11.1)–(11.3) и п. 11.5.1, принятые значения C_1 и C_2 , определим исходные показатели для расчета с использованием компьютерной программы. Сведем их в таблицу 11.12.

Инструкция по использованию компьютерной программы описана во вводном разделе учебного пособия.

Таблица 11.12 – Исходные показатели, вводимые в компьютерную программу

Показатель	ψ	λ	C_1	C_2
Значение показателя	2,26	2,38	900	300

Процесс оптимизации сводится к варьированию количественными значениями транспортных средств доставки измельченного хлебного вороха МТЗ-82 + 2-ПТС-4М-887(ТС). На мониторе количество ТС обозначено K (в данном случае они являются каналами обслуживания). Варьирование значениями ТС производится до тех пор, пока сформированный ряд значений суммарных удельных затрат S не будет иметь четко выраженный минимум в соответствии с целевой функцией (11.15). Минимальному значению S будет соответствовать оптимальное количество транспортных средств МТЗ-82 + 2-ПТС-4М-887.

После каждого ввода значения ТС программа запускается по команде «Расчет».

Итак, вызываем программу «Оптимизация параметров, управляющих работой МТА». Вводим показатели, которые запрашивают на мониторе ПК (их численные значения мы определили и разместили в таблице 11.12).

Основные выходные результаты с монитора ПК заносят в таблицу для последующего анализа.

Таким образом, результаты оптимизации показывают, что для рассматриваемых производственных условий работы УТК (одна полевая машина, расстояние перевозки – 5 км, время наполнения тележки измельченным ворохом – 0,42 ч, время доставки, разгрузки и возвращения ТС – 0,95 ч, $C_1 = 900$ р/ч и $C_2 = 300$ р/ч), оптимальная потребность в транспортных средствах составляет четыре «Беларус-82.1» + 2ПТС-4М-887.

Если проанализировать результаты оптимизации (табл. 11.13), отчетливо видно, как изменяются показатели, характеризующие эффективность работы системы машин «МПУ-1200 + (МТЗ-82.1 + 2-ПТС-4М-887)» при увеличении количества транспортных средств.

Таблица 11.13 – Результаты оптимизации количества ТС

Показатель	Количество транспортных средств – ТС («Беларус-82.1» + 2ПТС-4М-887)				
	3	4	5	6	7
M_s – средняя длина очереди МПУ-1200 на обслуживание, шт.	1	1	1	1	1
$t_{ож}$ – среднее время ожидания начала обслуживания, ч	1,75	0,32	0,08	0,02	0,0
N_s – среднее количество свободных (простаивающих) ТС («Беларус-82.1» + 2ПТС-4М-887), шт.	0,74	1,74	2,74	3,74	4,74
$S_{мта}$ – издержки, связанные с простаиванием рабочих машин (МПУ-1200), р/ч	1574,8	285,4	68,5	16,8	4,0
$S_{кан}$ – издержки, связанные с простаиванием средств обслуживания (ТС), р/ч	222,0	522,0	822,0	1122,0	1422,0
S – суммарные издержки, р/ч	1796,8	807,4	890,5	1138,8	1426,0

11.6. Обоснование количества транспортно-загрузочных средств для технологического обслуживания посевных (посадочных) машинно-тракторных агрегатов

11.6.1 Содержание задачи

М посевных МТА, работающих групповым способом, являются источником случайного потока требований (заявок) на загрузку сеялок посевным материалом. Обслуживание производится с помощью транспортно-загрузочных средств (ТЗС).

Эффективность работы посевных МТА оценивается суммарными издержками от простоев – S и зависит от количественного соотношения M и ТЗС, стоимости часа простоя МТА – C_1 и ТЗС – C_2 .

Требуется определить количество ТЗС для группы из M посевных МТА, при котором суммарные издержки (S) будут минимальные.

11.6.2 Порядок подготовки исходной информации по оптимизации количества технических средств для технологического обслуживания МТА

Принципиальная основа технико-экономических противоречий, на которых основана оптимизация, такая же, как и в предыдущих примерах. Недостаток транспортно-загрузочных средств приводит к повышению издержек, связанных с простоями посевных МТА. Напротив, избыточное их количество снижает эти издержки, но увеличиваются затраты, связанные с содержанием ТЗС. Как уже известно, задачи, характеризующиеся такими особенностями, можно решить путем оптимизации с использованием методов теории массового обслуживания.

Как уже известно, для решения задач, подобных сформулированной в 11.6.1, с использованием компьютерной программы, необходимо рассчитать параметры ψ и λ , а также обосновать показатели C_1 и C_2 .

Показатели C_1 и C_2 , характеризующие потери от простоев МТА и ТЗС соответственно, обосновывают исходя из урожайности и сложности используемых машин. Эти показатели серьезно подвержены ценовой конъюнктуре и подлежат постоянной корректировке.

Для расчета параметров ψ и λ в системе машин «МТА-ТЗС», производится по формулам (11.1)–(11.3).

В этих формулах отметим особенности расчета некоторых показателей, обусловленных техническими характеристиками используемых машин и технологией выполнения работы.

Средняя продолжительность между заявками от одного МТА – t , будет складываться из продолжительности загрузки бункеров посевным материалом и продолжительности высева:

$$t = t_3 + (10 \cdot V_a \cdot \beta \cdot \gamma_c) / (V_p \cdot q_n \cdot \varphi), \quad (11.18)$$

где t_3 – продолжительность загрузки посевным материалом, ч;

V_a – объем бункеров одного МТА, м³;

β – коэффициент использования объема бункера;

γ_c – средняя объемная масса семян, т/м³;

V_p – рабочая ширина захвата МТА, м;

V_p – рабочая скорость МТА, км/ч;

q_n – норма высева, т/га;

φ – коэффициент рабочих ходов.

Пропускная способность одного канала обслуживания (т. е. одного ТЗС)

$$\mu = n_3 / t_{\text{обс.}}, \quad (11.19)$$

где n_3 – количество заправок МТА, которое может осуществить одно ТЗС.

$$n_3 = V_{\text{ТЗС}} / V_a \beta, \quad (11.20)$$

где $V_{\text{ТЗС}}$ – объем посевного материала, перевозимый одним ТЗС за один рейс, м³.

Время обслуживания одной заявки (время, затрачиваемое ТЗС на один рейс) – $t_{\text{обс.}}$, можно вычислить:

$$t_{\text{обс.}} = t_3 + t_p + 2 L / V_{\text{ср}}, \quad (11.21)$$

где t_3 – продолжительность полной загрузки посевным материалом бункеров ТЗС, ч;

t_p – продолжительность выгрузки посевного материала из ТЗС, ч.

$$t_p = t_b n_3 + t_{\text{по}}, \quad (11.22)$$

где $t_{в}$ – продолжительность выгрузки посевного материала из ТЗС в один МТА, ч;

$t_{по}$ – продолжительность переезда от одного МТА к другому (включая и среднее время ожидания выгрузки), ч.

Продолжительность $t_{по}$ учитывается в том случае, когда одно ТЗС способно произвести обслуживание (заправку посевным материалом) более одного посевного МТА;

L – среднее расстояние от места работы посевных МТА, до места заправки ТЗС посевным материалом, км;

$V_{ср.}$ – средняя эксплуатационная скорость ТЗС, км/ч.

Ниже приведены варианты, которые могут быть использованы при решении практических задач по этой теме. В каждом из вариантов отражены производственные условия, в которых решается задача, их показатели сформулированы с учетом требований и терминологии теории массового обслуживания.

Варианты составлены таким образом, что после их решения имеется возможность осуществить анализ (исследование) изменения необходимого количества средств обслуживания (ТЗС) от отдельных показателей, характеризующих производственные условия работы посевных МТА.

Таблица 11.14 – Варианты исходных показателей, характеризующих производственные условия работы МТА и ТЗС

Показатель	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Количество посевных машин М, шт.	1	2	3	1	3	1	2	3	2	4
V_a – объем бункеров посевного МТА, м ³	1,35	1,35	1,35	0,45	0,90	1,35	1,35	1,35	0,45	1,35
V_p – рабочая ширина захвата МТА, м	10,8	10,8	10,8	3,6	7,2	10,8	10,8	10,8	3,6	10,8
V_p – рабочая скорость МТА, км/ч	6,0	8,0	10,0	12,0	10,0	8,0	6,0	8,0	12,0	8,0
q_n – норма высева, т/га	0,15	0,20	0,17	0,20	0,18	0,15	0,17	0,20	0,18	0,15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$V_{\text{тзс}}$ – объем посевого материала, перевозимого одним ТЗС, м ³	3,95	3,95	3,95	3,95	3,95	3,95	3,95	3,95	3,95	3,95
$V_{\text{ср.}}$ – средняя скорость передвижения ТЗС, км/ч	22	30	18	25	20	16	18	20	22	25
t_3 – время полной загрузки ТЗС, ч	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
$t_в$ – время выгрузки из ТЗС в один МТА, ч	0,12	0,12	0,12	0,04	0,08	0,12	0,12	0,12	0,04	0,12
L – расстояние перевозки семенного материала, км	4	8	10	6	3	2	3	5	2	3
C_1 – стоимость часа простоя МТА, р/ч	900	900	900	300	600	900	900	900	300	900
C_2 – стоимость часа простоя ТЗС, р/ч	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150

Примечание. Для всех вариантов, в первом приближении, можно принять: коэффициент использования объема бункера – $\beta=0,90$; средняя объемная масса семян – $\gamma_c=0,6\text{т/м}^3$; коэффициент использования рабочих ходов – $\varphi=0,75$; продолжительность переезда ТЗС между обслуживаемыми МТА (если одно ТЗС способно обслужить более одного МТА) – $t_{\text{но}}=0,25$ ч.

11.6.3 Практический пример оптимизации количества транспортно-загрузочных средств для заправки посевных агрегатов семенами

Условия задачи примем следующие. Посев зерновых производится тремя посевными МТА ($M=3$), в состав каждого из них входит три зерновых сеялки СЗ-3,6. Суммарный объем бункеров посевного МТА – $V_a=1,35\text{ м}^3$. Рабочая ширина захвата МТА – $B_p=10,8\text{ м}$. Скорость движения посевного МТА – $V_p=6\text{ км/ч}$.

В качестве погрузчика семян используют ТЗС на базе автомобиля (типа АЗС-30). Объем посевного материала, перевозимого одним ТЗС – $V_{\text{ТЗС}} = 3,95 \text{ м}^3$. Время полной загрузки ТЗС – $t_3 = 0,15$ часа. Средняя скорость передвижения ТЗС – $V_{\text{ср.}} = 30$ км/ч. Время выгрузки семян из ТЗС в один посевной МТА – $t_b = 0,12$ часа.

Норма высева – $q_n = 0,15$ т/га. Расстояние перевозки семенного материала $L = 4$ км. Стоимость часа простоя посевного МТА – $C_1 = 600$ р/час; ТЗС – $C_2 = 150$ р/ч.

Требуется в описанных выше производственных условиях определить оптимальное количество погрузчиков семян, т. е. такое их количество, при котором суммарные потери от простоев всех занятых в технологическом процессе посева машин, были бы минимальными:

$$S_{\text{мта}} + S_{\text{тзс}} \rightarrow \min. \quad (11.23)$$

Используя расчетные формулы (11.1)–(11.3) и (11.18)–(11.21), значения C_1 и C_2 , можно определить исходные показатели для оптимизации с использованием компьютерной программы. Сведем их в таблицу 11.15.

Таблица 11.15 – Исходные показатели, вводимые в компьютерную программу

Показатель	ψ	λ	C_1	C_2
Значение показателя	0,85	2,6	600	150

Инструкция по использованию компьютерной программы описана во вводном разделе учебного пособия.

Процесс оптимизации сводится к варьированию количественными значениями транспортно-загрузочных средств (ТЗС) На мониторе вводимое количество ТЗС обозначено, как K (в данном случае они являются каналами обслуживания). Варьирование значениями ТЗС производится до тех пор, пока сформированный ряд значений суммарных удельных затрат S не будет иметь четко выраженный минимум в соответствии с целевой функцией. Минимальному значению S будет соответствовать оптимальное количество транспортно-загрузочных средств (ТЗС).

После каждого ввода значения ТЗС программа запускается по команде «Расчет».

Итак, вызываем программу «Оптимизация параметров, управляющих работой МТА». Вводим показатели, которые запрошены на мониторе ПК (численные их значения мы уже определили и разместили в таблице 11.15).

Основные выходные результаты при каждом вводимом значении ТЗС с монитора ПК заносят в таблицу для последующего анализа.

Напомним, что первоначальное вводимое при варьировании значение ТЗС должно быть больше значения ψ . Следовательно, в нашем случае начинать необходимо со значения ТЗС = 1 (так как $\psi = 0,85$).

Таблица 11.16 – Результаты оптимизации количества ТЗС

Показатель	Количество транспортно-загрузочных средств – ТЗС				
	1	2	3	4	5
M_s – средняя длина очереди посевных МТА на обслуживание, шт.	4,81	0,19	0,02	0,0	0,0
$t_{ож}$ – среднее время ожидания начала обслуживания, ч	1,85	0,07	0,01	0,0	0,0
N_s – среднее количество свободных (простаивающих) ТЗС, шт.	0,15	1,15	2,15	3,15	4,15
$S_{мта}$ – издержки, связанные с простаиванием посевных МТА, р/ч	2890,02	112,44	14,4	1,92	0,24
$S_{кан.}$ – издержки, связанные с простаиванием средств обслуживания (ТЗС), р/ч	22,5	172,5	322,5	472,5	622,5
S – суммарные издержки, р/ч	2919,5	284,9	336,9	474,4	622,7

Таким образом, результаты оптимизации показывают, что для описанных выше производственных условий работы посевных МТА и технических характеристик занятых в технологическом процессе посева машин требуется два заправщика семян. Именно при таком их количестве суммарные простои машин минимальны.

При анализе результатов оптимизации отчетливо видно как изменяются показатели, характеризующие эффективность работы системы машин «МТА – ТЗС).

11.7 Обоснование оптимального состава машинно-тракторного агрегата из альтернативных вариантов

11.7.1 Общие предпосылки необходимости обоснования состава машинно-тракторных агрегатов и расчетные формулы для его реализации

В этом разделе рассмотрена практическая задача, связанная с обоснованием рациональных составов машинно-тракторных агрегатов. Актуальность такой задачи обусловлена тем обстоятельством, что для выполнения сложной сельскохозяйственной работы (пахота, посев и др.) могут быть использованы разные машины в различных комбинациях, т. е. различные составы машинно-тракторных агрегатов (МТА). При этом каждый из выбранных составов МТА может быть скомплектован из машин, имеющих одинаковое функциональное назначение, но совершенно разные технико-экономические и качественные показатели работы.

Задача по оптимизации составов машинно-тракторных агрегатов может возникнуть как в фермерском (крестьянском, индивидуальном) хозяйстве, при составлении, например, договора на аренду машин, так и в государственном или коллективном хозяйствах – при разработке ведомости годового объема механизированных работ. Корректное решение подобных задач способствует снижению производственных издержек и повышению конкурентоспособности производимой продукции.

Машинно-тракторные агрегаты представляют собой сочетание энергетических средств (тракторов) и рабочих машин (плугов, сеялок, культиваторов и т. д.), вспомогательными (сцепок) и передаточными (ВОМ) устройствами. В связи с этим общая эффективность работы МТА зависит от эффективности использования его составляющих. Поэтому в процесс обоснования количественного состава МТА необходимо вовлечь основные технико-экономические показатели трактора, рабочей машины и сцепки *как самостоятельные объекты такого анализа.*

В общем виде задачу по обоснованию эффективного состава машинно-тракторного агрегата можно решить путем анализа показателей работы их альтернативных вариантов. По результатам такого решения рекомендуется состав МТА, использование которого при выполнении конкретной сельскохозяйственной работы в агротехнический срок приводит к минимальным эксплуатационным затратам. Задача по перебору и анализу вариантов при обосновании эффективного состава МТА из нескольких возможных может быть решена путем сочетания соответствующего технико-экономического описания изучаемого процесса и современных средств вычислительной техники. При этом описание содержания должно способствовать направленному поиску оптимального варианта состава МТА по заранее выбранному критерию эффективности, а вычислительная техника – обеспечить автоматизированную процедуру поиска.

Рассмотрим порядок и расчетные формулы, которые будут использованы в компьютерной программе при обосновании эффективного машинно-тракторного агрегата из ряда альтернативных составов.

На первом этапе необходимо сформировать наиболее вероятные варианты номенклатурного состава МТА. При этом следует учитывать возможности потребителя (наличие машин в собственном распоряжении, целесообразность их аренды и др.), а также рекомендации и передовой опыт, накопленные при выполнении интересующей сельскохозяйственной работы, справочные материалы. Кроме этого, не исключается возможность включения в список альтернативных и варианта состава машинно-тракторного агрегата, полученного в результате тягового расчета. Таким образом, в результате выполнения работы на этом этапе должны быть представлены несколько вариантов составов МТА, способных выполнять заданную работу.

На следующем этапе для каждого из представленных вариантов производят расчеты (которые будут осуществляться в автоматическом режиме) в соответствии с описанными ниже формулами.

Расчетные формулы позволяют вовлечь в анализ технико-экономические показатели всех составных частей МТА (трактора, рабочей машины и сцепки).

Тяговое средство (трактор)

$$ST_i = [BT_i (AT_i + RT_i)] / TT_i + ZT_i, \quad (11.24)$$

где ST_i – прямые эксплуатационные затраты, связанные с использованием трактора в i -м варианте состава МТА, р./ч (далее везде для i -го варианта);

BT_i – балансовая стоимость трактора, р.;

AT_i – доля амортизационных отчислений на реновацию и капитальный ремонт;

RT_i – доля отчислений на текущий ремонт и техническое обслуживание;

TT_i – годовая наработка трактора (либо продолжительность агротехнического срока выполнения сельскохозяйственной работы), т;

ZT_i – плата за работу тракториста, р./ч.

Расход топлива будет учтен позже, когда все составляющие будут объединены в машинно-тракторный агрегат.

Рабочая машина

$$SM_i = [BM_i (AM_i + RM_i)] / TM_i + ZV_i, \quad (11.25)$$

где SM_i – прямые эксплуатационные затраты, связанные с использованием рабочей машины в i -м варианте состава МТА, р./ч (далее везде для i -го варианта);

BM_i – балансовая стоимость рабочей машины, р.;

AM_i – доля амортизационных отчислений на реновацию;

RM_i – доля отчислений на текущий ремонт и техническое обслуживание;

TM_i – годовая наработка рабочей машины (либо продолжительность агротехнического срока выполнения сельскохозяйственной работы), ч;

ZV_i – плата за работу вспомогательным рабочим (если они предусмотрены при использовании этой рабочей машины), р./ч.

Сцепка

$$SC_i = BC_i (AC_i + RC_i) / TC_i, \quad (11.26)$$

где SC_i – прямые эксплуатационные затраты, связанные с использованием сцепки в i -м варианте состава МТА, р./ч (далее везде для i -го варианта);

BC_i – балансовая стоимость сцепки, р.;

AC_i – доля амортизационных отчислений на реновацию;

RC_i – доля отчислений на текущий ремонт и техническое обслуживание;

TC_i – продолжительность использования сцепки в течение года (либо продолжительность агротехнического срока выполнения сельскохозяйственной работы), ч.

Машинно-тракторный агрегат

$$SF_i = (ST_i + SM_i + SC_i)/W_i + ТОП \cdot Q, \quad (11.27)$$

где SF_i – прямые эксплуатационные затраты, связанные с использованием МТА i -го варианта, р./га;

ST_i, SM_i, SC_i – прямые эксплуатационные затраты, связанные с использованием трактора, рабочей машины и сцепки соответственно, в i -м варианте состава МТА, р./ч;

W_i – производительность МТА i -го варианта, га/ч;

ТОП – комплексная стоимость топлива смазочных материалов, р/кг;

Q – погектарный расход топлива, кг/га.

Нужно отметить, что если не учитывать того обстоятельства, что сельскохозяйственная работа должна быть выполнена в агротехнический срок. Поэтому далее, при решении задачи, необходимо определить количество МТА каждого исследуемого варианта, *которое способно выполнить предстоящий объем работы за агротехнический срок*. Затем, путем анализа суммарных затрат по каждому варианту, можно принять обоснованное решение по выбору состава машинно-тракторного агрегата из списка альтернативных, который более всего отвечает интересам потребителя.

С учетом отмеченных обстоятельств необходимое количество машинотракторных агрегатов каждого варианта, способных выполнить запланированный объем работы в агротехнические сроки, определяется по формуле

$$NT_i = V / A \cdot W_i, \quad (11.28)$$

где NT_i – количество агрегатов i -го варианта состава, необходимых для выполнения сельскохозяйственной работы в агротехнический срок, шт.;

V – фактический объем предстоящей работы, га;

A – продолжительность агротехнического срока выполнения сельскохозяйственной работы, ч;

W_i – производительность МТА i -го варианта, га/ч.

Окончательное решение по обоснованию состава МТА принимается в результате анализа суммарных затрат при выполнении заданного объема работ в агротехнические сроки необходимым количеством машинно-тракторных агрегатов каждого варианта. Определим эти затраты:

$$SS_i = NT_i \cdot SF_i, \quad (11.29)$$

где SS_i – суммарные удельные прямые эксплуатационные затраты, необходимые для выполнения предстоящего объема сельскохозяйственной работы с использованием МТА i -го варианта, р./га;

NT_i – количество МТА i -го варианта состава, необходимое для выполнения сельскохозяйственной работы в агротехнический срок, шт.;

SF_i – прямые эксплуатационные затраты, связанные с использованием одного МТА i -го варианта, р./га.

Описанным путем определяются суммарные затраты (SS) для всех вариантов составов МТА, определенных на первом этапе расчета. Затем производится анализ численных значений SS . Вариант состава МТА, которому будут соответствовать минимальные суммарные эксплуатационные затраты, принимается за оптимальный.

Таким образом, целевая функция при решении этой задачи в общем виде выглядит следующим образом:

$$SS_i \rightarrow \min, \quad (11.30)$$

при переборе всех исследуемых вариантов составов МТА $_i$, $i = 1, \dots, n$, где n количество исследуемых вариантов составов МТА.

11.7.2 Технология обоснования оптимального состава машинно-тракторного агрегата из альтернативных вариантов

Содержание технологии оптимизации состава машинно-тракторного агрегата может включать в себя следующие этапы.

1. Формулировка задачи.

На этом этапе описывают содержание, цель, задачи и требования, которые предъявляются к ее решению. Здесь же, используя тех-

нологические карты, передовой опыт, справочные материалы, фактическое наличие техники у организатора работ и т. п., формируют предварительные составы машинно-тракторных агрегатов для выполнения планируемых сельскохозяйственных работ.

2. Подготовка исходных материалов.

В этом разделе подготавливают всю исходную информацию в формате, необходимом для решения задачи с использованием компьютерной программы. При этом используют технико-экономические характеристики машин и производственные показатели предприятия.

3. Процесс обоснования оптимального состава машинно-тракторного агрегата из альтернативных вариантов.

Производится непосредственное решение задачи в соответствии со сформулированными на первом этапе целью и требованиями. Процесс оптимизации осуществляется с использованием компьютерной программы и инструкции к ней.

4. Анализ результатов.

На этом этапе по результатам анализа материалов, полученных в процессе оптимизации, формулируют практические рекомендации для производителя работ по выбору состава машинно-тракторного агрегата и (или), например, по приобретению (или аренде) машин.

В научных целях устанавливают динамику взаимозависимости показателей, интересующих исследователя.

Практический пример формулировки задачи

Здесь задача сформулирована в общем виде. На практике задача может иметь частный характер, например, ограничиваться одним видом сельскохозяйственных работ.

Задача

В одном из создаваемых акционерных обществ Красноярского края возникла необходимость в дополнительном приобретении тракторов и рабочих машин для выполнения основных видов сельскохозяйственных работ. Руководство акционерного общества поставило перед специалистами задачу, связанную с подготовкой перечня машин, обеспечивающих максимальную эффективность их использования при выполнении определенных объемов работ. После составления такого перечня руководители примут обоснованное решение о покупке и аренде необходимых машин.

Чтобы подготовить практические рекомендации для решения поставленной задачи, *необходимо обосновать наиболее эффективные со-*

ставы МТА, при использовании которых на основных видах обработки почвы, производитель будет нести минимальные затраты.

Пример подготовки исходных материалов

Как было отмечено выше, на первом этапе необходимо сформировать *предварительные составы* машинно-тракторных агрегатов для выполнения планируемых сельскохозяйственных работ.

Исполнители поручения, используя технологические карты, передовой опыт и наличие техники, составили предварительные составы машинно-тракторных агрегатов, которые приведены ниже в таблицах. В этих же таблицах приведены характеристики машинно-тракторных агрегатов Q и W, которые будут использованы при решении задачи в расчетных формулах (11.27) и (11.28). Разумеется, что при решении задач в других условиях, предварительные составы МТА будут другими. Однако технология решения задачи не изменяется.

Таблица 11.17 – Пахотные МТА

Номер варианта состава МТА	Рекомендуемый состав МТА	Производительность МТА – W, га/ч	Погектарный расход топлива – (Q), кг/га
1	ХТЗ-163-03 + ПН-4-35	1,68	16,5
2	ХТЗ-150К-0925 + ПЛН-5-35	1,80	17,0
3	ХТЗ-1721 + ПЛН-7-30	2,10	18,5
4	Беларус-82.1 + ПЛН-3-35	1,1	15,5

Таблица 11.18 – Почвообрабатывающие МТА
(безотвальная обработка)

Номер варианта состава МТА	Рекомендуемый состав МТА	Производительность МТА – W, га/ч	Погектарный расход топлива – (Q), кг/га
1	Беларус- 1221 + АПК-2,2	2,2	7,8
2	К-744Р ₁ + АПК-10,8	10,8	8,5
3	ХТЗ-150К-0925 + АКШ-3,6	2,10	9,2
4	ХТЗ-1721 + КПШ-5	4,4	8,8

Таблица 11.19 – МТА для предпосевной обработки
(с заделкой органических удобрений)

Номер варианта состава МТА	Рекомендуемый состав МТА	Производительность МТА – W, га/ч	Погектарный расход топлива – (Q), кг/га
1	Беларус 1025 + НДБ-3 CATROS	3,6	6,1
2	Беларус 1523 + НДБ-5,5 CATROS	5,5	6,2
3	К-744Р ₁ + KR + ПДБ-9 CATROS	2,10	6,5

Таблица 11.20 – Посевные МТА

Номер варианта состава МТА	Рекомендуемый состав МТА	Производительность МТА – W, га/ч	Погектарный расход топлива – (Q), кг/га
1	Беларус-80.1 + С-6ПМ.1	6,0	5,5
2	Беларус-80.1 + СЗ-3,6А	3,6	5,7
3	ХТЗ-Т-150К-0925 + СП-11 + ЗСЗ-3,6А	9,5	5,2

Таблица 11.21 – МТА для легкой поверхностной обработки почвы

Номер варианта состава МТА	Рекомендуемый состав МТА	Производительность МТА – W, га/ч	Погектарный расход топлива – (Q), кг/га
1	ХТЗ-150К-0925 + СГ-21 + +ЗБЗЛ1	21,0	4,5
2	Беларус-1221 + БЗЛ1	8,0	4,8

В соответствии с представленной технологией оптимизации составов машинно-тракторных агрегатов, в этом разделе подготавливается вся исходная информация в формате, необходимом для решения задачи с использованием компьютерной программы. Обозначения в приведенных ниже таблицах, соответствуют показателям, используемым в расчетных формулах (11.24)–(11.26).

Таблица 11.22 – Экономические показатели тракторов

Трактор	Показатель		
	ВТ, руб.	АТ	РТ
ХТЗ-16131	2621000	0,10	0,12
ХТЗ-150К-0925	1985900	0,10	0,12
ХТЗ-17221	2310000	0,10	0,12
Беларус-82.1	725000	0,09	0,10
Беларус-80.1	645000	0,09	0,10
Беларус-1221	1365000	0,09	0,10
Беларус-1025.2	1065000	0,09	0,10
Беларус-1523	1920000	0,09	0,10
К-744Р ₁	3850000	0,10	0,12

Таблица 11.23 – Экономические показатели рабочих машин

Рабочая машина	Показатель		
	ВМ, руб.	АМ	РМ
Плуг ПН-4-35	450000	0,14	0,16
Плуг ПЛН-5-35	550000	0,14	0,16
Плуг ПЛН-7-30	650000	0,14	0,16
Плуг ПЛН-3-35	300000	0,14	0,16
Агрегат почвообрабатывающий комбинированный АПК-2.2	117000	0,14	0,16
Агрегат почвообрабатывающий комбинированный АПК-10,8	941000	0,14	0,16
Агрегат комбинированный скоростной АКШ-3,6	350000	0,14	0,16
Культиватор-плоскорез КПШ-5	220000	0,16	0,18
Борона навесная дисковая НДБ-3 CATROS	210000	0,07	0,10
Борона навесная дисковая НДБ-5,5 CATROS	520000	0,07	0,10
Борона прицепная дисковая ПДБ-9 CATROS	870000	0,07	0,10
Сеялка зернотуковая С-6ПМ.1	300000	0,07	0,10
Сеялка зернотуковая СЗ-3,6А	350000	0,07	0,12
Сеялка зернотуковая ЗСЗ-3,6А	950000	0,07	0,12
Борона зубовая легкая БЗЛ-1	40000	0,07	0,10
Борона зубовая легкая ЗБЗЛ-1	100000	0,07	0,10

Таблица 11.24 – Экономические показатели сцепок

Сцепка	Показатель		
	BT, руб.	AT	RT
Сцепка универсальная KR	25000	0,07	0,10
Сцепка гидрофицированная СГ-21	170000	0,07	0,10
Сцепка СП-11	10000	0,07	0,10

Процесс обоснования оптимального состава машинно-тракторных агрегатов из альтернативных вариантов

Поскольку в процессе оптимизации используют компьютерную программу, вызовем ее, кликнув обозначение на рабочем столе ПК – «Оптимиз. МТА», затем откроем «VU.mdb».

На экране монитора появится изображение (см. рис. 11.3). Внимательно изучите его содержание.

В левой верхней части изображения записывают альтернативные ВАРИАНТЫ составов МТА, которые будут рекомендоваться для анализа их использования при выполнении заданной сельскохозяйственной работы. Здесь же вводят значения агротехнического срока (А) и предстоящего объема выполняемой работы (V). В этой же части изображения осуществляют запуск расчета командой «РАСЧЕТ». По этой команде производится расчет суммарных удельных затрат SS_i по всем введенным вариантам составов МТА в соответствии с ранее описанными формулами.

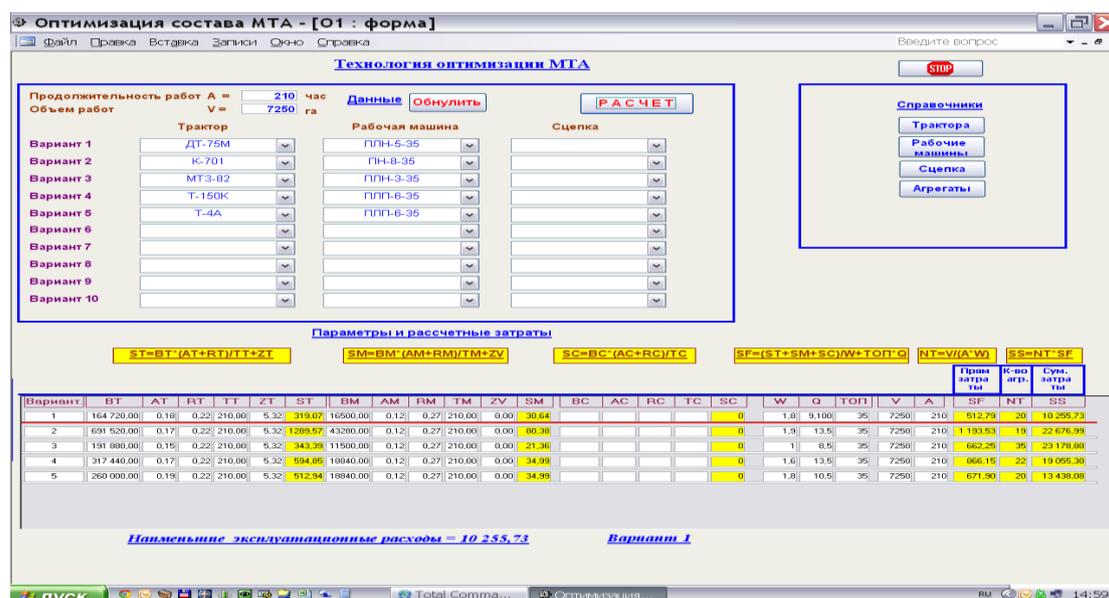


Рисунок 11.3 – Изображение на мониторе ПК вводимых и выводимых показателей

В правой верхней части изображения расположены «СПРАВОЧНИКИ», в которые заносят технико-экономические показатели по составным объектам МТА, т. е. по тракторам, рабочим машинам и сцепкам.

Решение производят поочередно для каждого вида работ.

Порядок использования компьютерной программы в процессе оптимизации состава машинно-тракторного агрегата осуществляют в несколько этапов.

На первом этапе производят заполнение справочников.

Для этого в соответствии с номенклатурой машин, указанных в предварительных составах МТА, предназначенных для выполнения выбранной сельскохозяйственной работы, вводят технико-экономические показатели тракторов, рабочих машин и сцепок (если они имеются в составе МТА). При этом используют информацию, приведенную в таблицах 11.22, 11.23 и 11.24. Операции добавления и изменения для *первых трех справочников* производят через отдельные формы соответствующими командами «Добавить» и «Изменить», которые предусмотрены при открытии справочников. Этот этап считается выполненным, если в справочники будут занесены все машины, участвующие во всех составах МТА.

На втором этапе осуществляется составление (ввод) рекомендуемых составов МТА для выполнения сельскохозяйственной работы (в соответствии с предварительными составами). Для этого открываем справочник «АГРЕГАТЫ». Он отличается тем, что некоторые поля нельзя заполнять вручную, вводимые в них значения можно выбирать только из заранее заполненных ранее справочников. Агрегат считается составленным, если указаны трактор, рабочая машина, сцепка (если она предусмотрена в МТА) и внесены все его технико-экономические параметры (они на мониторе отмечены желтым цветом).

Далее заполняют раздел «ВАРИАНТЫ» (верхняя левая часть монитора). Каждый вариант имеет три поля: «Трактор», «Рабочая машина» и «Сцепка».

При наборе вариантов, в поле «Трактор», выводят *все* трактора, которые задействованы в предварительно составленных МТА. Вывод производят знаком ν (именно «выводятся», так как они уже занесены в «СПРАВОЧНИК», то же самое и для других полей).

В поле «Рабочие машины» выводят только рабочие машины, присутствующие в предварительно составленных МТА и связанные с этим трактором.

В поле «Сцепка» выводится предусмотренная в агрегате сцепка (на мониторе появляется красная стрелка, которая напоминает, что в этом агрегате ранее, при составлении МТА в справочнике «АГРЕГАТЫ», сцепка была предусмотрена). Если сцепку не ввести – вариант не будет рассчитан.

Таким путем заполняются все варианты составов МТА, которые планируется проанализировать на эффективность их использования при выполнении сельскохозяйственной работы, заданного объема (V) и определенного агротехнического срока (A).

На третьем этапе по команде «РАСЧЕТ» компьютерная программа осуществляет вычисление технико-экономических показателей по всем введенным вариантам составов МТА в соответствии с формулами (11.23)–(11.28) и целевой функцией (11.29).

Результаты расчета выводят в нижней части изображения монитора в разделе «ПАРАМЕТРЫ И РАСЧЕТНЫЕ ЗАТРАТЫ». Минимальному значению суммарных удельных затрат SS, будет соответствовать оптимальный состав машинно-тракторного агрегата для выбранного вида сельскохозяйственной работы, заданного ее объема выполнения и рекомендуемого агротехнического срока.

Чтобы осуществить оптимизацию состава МТА для другого вида работ, необходимо проделать аналогичную работу, но с исходной информацией, характеризующей эту работу.

При желании описанная технология оптимизации составов машинно-тракторных агрегатов, открывает большие возможности для проведения исследований в этой области и последующего анализа их результатов.

12 ОБЕСПЕЧЕНИЕ МАШИН ТОПЛИВОМ И СМАЗОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

12.1 Назначение и общая организация нефтехозяйства

Сельское хозяйство – один из главных потребителей топливо-смазочных материалов. Поэтому любое сельскохозяйственное предприятие (колхоз, совхоз, акционерное общество и др.) не может осуществить свою производственную деятельность без нефтехозяйства и обеспечения отраслей необходимыми видами горюче-смазочных материалов (ГСМ).

Нефтехозяйство сельскохозяйственного предприятия представляет собой производственное подразделение, включающее комплекс сооружений и оборудования для транспортирования, приема и отпуска нефтепродуктов.

На нефтехозяйство сельскохозяйственного предприятия возлагаются следующие задачи:

1. Участие в составлении заявок и планов завоза нефтепродуктов.
2. Получение различных видов нефтепродуктов с нефтебаз или прием их от снабжающих организаций.
3. Транспортирование нефтепродуктов на склады хозяйства и посты заправки машин.
4. Обеспечение правильного хранения производственных запасов топлива, смазочных материалов и контроль за их качественным состоянием.
5. Отпуск и учет нефтепродуктов.
6. Эксплуатация и техническое обслуживание оборудования и установок.
7. Применение мер по борьбе с количественными и качественными потерями ГСМ.
8. Сбор отработанных масел и сдача их на регенерацию.
9. Обеспечение пожарной безопасности и требований охраны труда.

В состав нефтехозяйства входят:

- центральный склад нефтепродуктов сельскохозяйственного предприятия;
- посты заправки на станах бригад и в отделениях;
- стационарные и передвижные заправочные средства;
- специальные средства для транспортирования нефтепродуктов.

12.2 Схемы организации нефтехозяйства

Рациональную структуру нефтехозяйства сельскохозяйственного предприятия устанавливают в зависимости от конкретных условий эксплуатации МТП, расстояния от баз снабжения нефтепродуктами, состояния дорог, наличия бригад (отделений) и техники, удаленности места работы машин от нефтесклада или пунктов заправки и других факторов. С учетом различных местных условий разработаны три схемы нефтехозяйства (рис. 12.1–12.3).

Выбирая схему построения и организации работы нефтехозяйства, нужно обеспечить надлежащее сочетание средств доставки, хранения и заправки нефтепродуктов со средствами технического обслуживания машинно-тракторного парка для обеспечения эффективного использования техники.

При любой схеме на центральной усадьбе организуют пост заправки тракторов, комбайнов и автомобилей. Если на усадьбе не создан нефтесклад, то пост заправки организуют при ремонтной мастерской или автогараже.



Рисунок 12.1 – Организация нефтехозяйства по схеме 1

Схему 1 применяют при расположении бригад (отделений) хозяйства на расстоянии менее 15 км от центральной усадьбы и хорошем состоянии дорог. Заправку тракторов производят на месте их работы при помощи механизированных заправочных агрегатов, поставляющих нефтепродукты непосредственно с центрального нефтесклада хозяйства или с поста заправки.

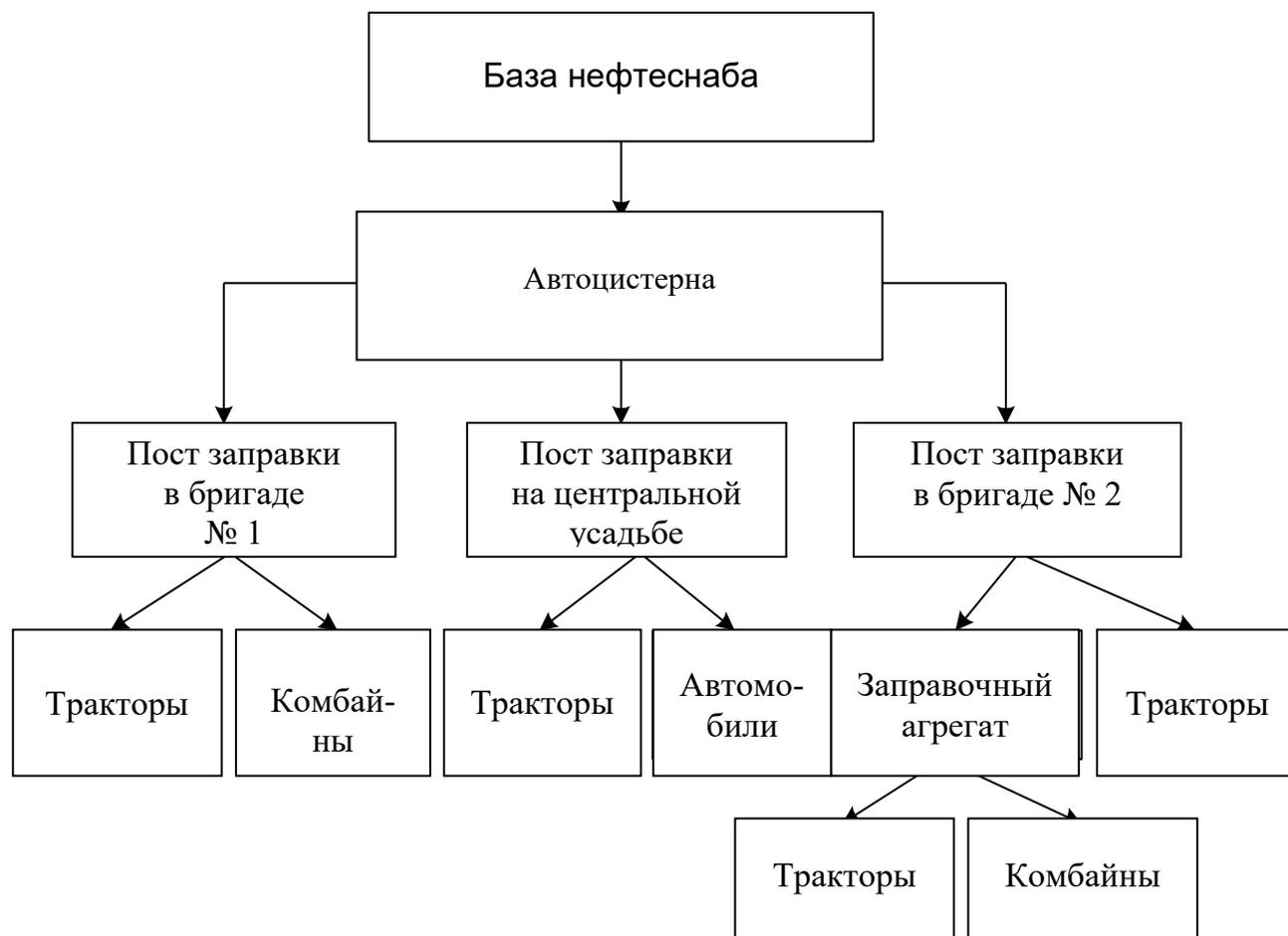


Рисунок 12.2 – Организация нефтехозяйства по схеме 2

Схема 2 предусматривает организацию нефтехозяйства, если бригады (отделения) сельскохозяйственных предприятий соединены с базой нефтеснаба дорогами, позволяющими доставку нефтепродуктов в любое время года, а также удалены от центральной усадьбы свыше 15 км. В этом случае отпадает необходимость создания центрального нефтесклада. Нефтепродукты доставляются непосредственно на посты заправки бригад (отделений). На бригадных постах заправки выполняют операции по заправке тракторов, контролю по приему нефтепродуктов, контролю качества, учету выданных нефтепродуктов и сбору отработанных масел.

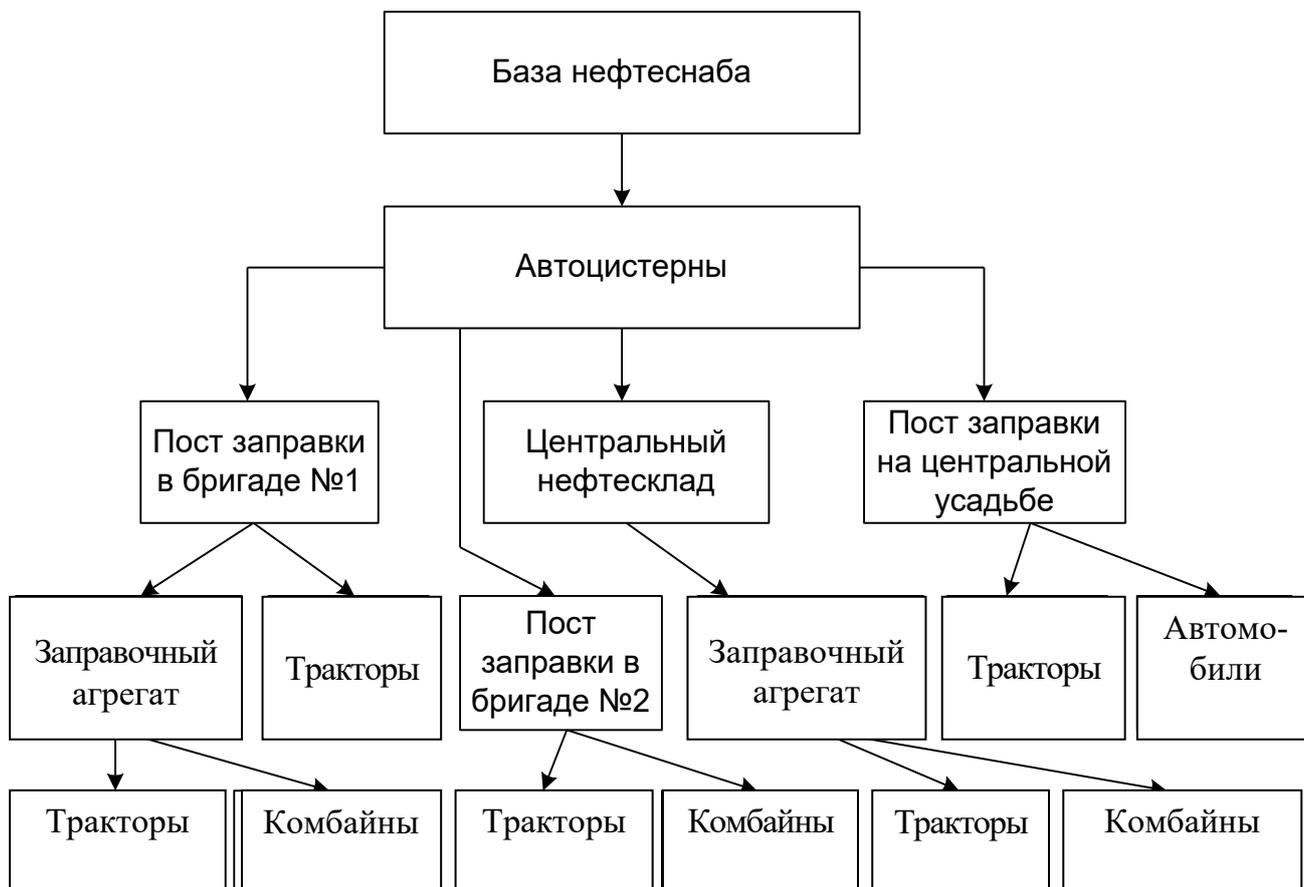


Рисунок 12.3 – Организация нефтехозяйства по схеме 3

Схема 3 применяется при неудовлетворительном состоянии дорог до бригад (отделений) в осенний и весенний периоды.

В этой схеме имеется центральный нефтесклад, а в бригадах (отделениях) создаются посты заправки, на которые в первую очередь доставляются нефтепродукты автоцистернами с базы нефтеснаба.

12.3 Нефтесклад и посты заправки

Центральный нефтесклад предназначен для приема и хранения производственного запаса и отпуска нефтепродуктов.

Нефтесклады и стационарные посты заправки в сельскохозяйственных предприятий строят по типовым проектам с учетом местных условий. Основные технические показатели типовых проектов нефтескладов приведены в таблице 12.1.

Таблица 12.1 – Технические показатели типовых проектов нефтескладов

Типовой проект	Вместимость нефтесклада, м ³	Площадь участка, га	Вместимость резервуаров парка для нефтепродуктов, м ³					Количество раздаточных колонок			Количество приемораздаточных стоек
			дизельного топлива	бензина	керосина	жидкого котельного топлива	масел	дизельного топлива	бензина	масла	
<u>704-2-11*</u> 704-2-12	40	0,18	20	15	5	–	–	1	2	–	2
<u>704-2-13</u> 704-2-14	80	0,21	35	45	5	–	–	1	2	–	3
<u>704-2-15</u> 704-2-16	150	0,25	75	45	5	–	–	1	3	–	3
<u>704-2-17</u> 704-2-18	300	0,28	125	100	25	50	–	1	4	–	3
<u>704-2-19</u> 704-2-20	600 1200	0,45 0,55	275 600	175 450	25 25	50 75	60 60	1 1	5 5	3 3	3 3

* В числителе надземный вариант, в знаменателе – подземный.

Выбор типового проекта нефтесклада или стационарного поста заправки производят, исходя из объема производственного запаса нефтепродуктов, принятого для хозяйства. При определении объема запаса ГСМ необходимо учитывать:

- наличие МТП и транспортных средств для доставки нефтепродуктов в хозяйство;
- способ доставки нефтепродуктов в хозяйство;
- расстояние от нефтебазы до хозяйства и состояние дорог.

Годовая потребность сельскохозяйственного предприятия в основном дизельном топливе определяется по формуле

$$G_{осн} = \frac{F \cdot g}{1000}, \quad (12.1)$$

а в дополнительном – по формуле

$$G_{дон} = (0,07...0,08) \cdot G_{осн}, \quad (12.2)$$

где F – объем механизированных работ в хозяйстве, у.э. га;

g – норма расхода топлива, л/у.э. га;

$G_{доп}$ – дополнительный расход топлива, л.

$G_{доп}$ учитывает потребность в топливе при выполнении вспомогательных работ (переезды, подготовку поля к работе, техническое обслуживание, ремонт, комплектование агрегатов и др.); принимается равным 7–8 % от годовой потребности топлива на выполнение основных механизированных работ.

Годовую потребность в смазочных материалах и пусковом бензине устанавливают в процентном отношении к расходу основного топлива.

Нормы расхода смазочных материалов по маркам тракторов, как следует из таблицы, имеют существенные различия. Поэтому необходимо определять годовую потребность в дизельном топливе, смазочных материалах и пусковом бензине для каждой группы тракторов одной марки.

При определении производственного запаса нефтепродуктов в хозяйстве необходимо учитывать местные условия: состояние дорог, способ доставки нефтепродуктов, обеспеченность транспортными средствами для доставки нефтепродуктов.

Опыт показывает, что при централизованной доставке нефтепродуктов в хозяйство и удовлетворительном состоянии дорог вполне достаточно иметь производственный запас нефтепродуктов равный 8...10 % от годовой потребности $G_{nz} = (0,08...0,10) \cdot G_2$. При неудовлетворительном состоянии дорог, а также при доставке нефтепродуктов транспортными средствами хозяйства, производственный запас должен составлять 15...20 % от годовой потребности. $G_{nz} = (0,15...0,20) \cdot G_2$.

Наиболее распространенными типами емкостей для топлива являются резервуары вместимостью 5, 10, 25, 50, 75 м³.

В некоторых сельскохозяйственных предприятиях применяют модели управления запасами топлива с переменными или постоянными объемами доставки.

Модели с переменными объемами доставки включают различные модели: с постоянным максимальным уровнем запасов, с двумя уровнями, с несколькими точками заказа.

Модель с постоянным максимальным запасом – это модель, в которой контроль уровня запасов осуществляется оперативно и пе-

риодически через равные интервалы. В момент контроля уровня запасов определяется необходимый объем доставки топлива как разница между максимальным (постоянным) запасом и существующим уровнем запасов.

Модель с двумя уровнями запасов – это модель, в которой контроль уровня запасов осуществляется периодически через равные интервалы. В этой модели устанавливается точка заказа (допустимый нижний уровень запаса). В момент проверки уровня запасов заказ на доставку топлива подается только в случае, если измеренный уровень запасов меньше точки заказа. Объем доставки топлива определяется как разница между максимальным запасом (верхний уровень) и измеренным уровнем запасов.

Модель с несколькими точками заказа – это модель, в которой контроль уровня запасов осуществляется периодически через равные интервалы. В этой модели устанавливается несколько точек заказа. В момент проверки уровня запасов подается заказ на доставку топлива одной автоцистерной определенной вместимости, если уровень запасов топлива меньше первой точки заказа; подаются две автоцистерны, если уровень запасов меньше второй точки заказа и т. д.

Во все месяцы года (напряженные и ненапряженные) наиболее эффективно применение модели с постоянным объемом доставки при оперативном контроле запасов топлива. При периодическом контроле запасов топлива эта модель может применяться только в ненапряженные месяцы осенне-зимнего периода (с октября по март).

В настоящее время в большинстве случаев на нефтескладах сельскохозяйственных предприятий применяется модель с переменным объемом доставки топлива при периодическом контроле.

12.4 Определение страхового запаса нефтепродуктов

Страховой запас топлива можно определить экспериментальным и аналитическим методами.

Для определения страхового запаса (S) экспериментальным методом надо иметь данные суточного расхода нефтепродуктов на нефтескладе. На основе этих данных определяют страховой запас

$$S = G_{\max} - G_{\text{ср}}, \quad (12.3)$$

где G_{\max} , $G_{\text{ср}}$ – максимальный и средний объемы расхода нефтепродуктов.

Средний объем расхода нефтепродуктов равен

$$G_{cp} = \frac{G}{T}(t_D - t_u), \quad (12.4)$$

где G – расход нефтепродуктов, т;

T – расчетный период, дни;

t_D – время задержки выполнения заказа, дни;

t_u – периодичность контроля запасов нефтепродуктов на нефтескладе (принимается равной средней периодичности доставки нефтепродукта), дни.

Если нет данных по ежедневному расходу нефтепродуктов, страховой запас рассчитывают аналитическим методом в зависимости от модели регулирования запасов нефтепродуктов.

Модель с постоянным объемом доставки при оперативном контроле запасов

$$S = (\lambda_G - 1) \cdot G_{cym} \cdot t_D^\gamma. \quad (12.5)$$

Модель с постоянным объемом доставки при периодическом контроле запасов

$$S = (\lambda_G - 1) \cdot G_{cym} \cdot \left(t_D + \frac{t_u}{2}\right)^\gamma. \quad (12.6)$$

Модель с переменным объемом доставки при периодическом контроле запасов

$$S = (\lambda_G - 1) \cdot G_{cym} \cdot (t_D + t_u)^\gamma, \quad (12.7)$$

где λ_G – коэффициент неравномерности суточного расхода нефтепродуктов (отношение максимального расхода к среднему);

G_{cym} – средний суточный расход нефтепродуктов, т;

γ – эмпирический коэффициент зависит от фактической неравномерности расхода нефтепродуктов на нефтескладе.

Определение страхового запаса может выполняться за месяц, весенне-летний, осенне-зимний периоды или за год. В зависимости от принятого расчетного периода принимаются значения коэффициентов λ_G и γ (табл. 12.2).

Таблица 12.2 – Значения коэффициентов неравномерности расхода нефтепродуктов

Коэффициент		$T = 365$ дней	$T = 180$ дней		$T = 30$ дней	
			Весенне- летний	Осенне- зимний	Весенне- летний	Осенне- зимний
λ_G		4	3	3	2	2
γ при $t_D + t_u$, суток	до 5	0,8	0,8	0,25	0,8	0,25
	свыше 5	1	1	1	1	1

12.5 Определение максимального уровня запасов нефтепродуктов

Для модели с переменным объемом доставки при периодическом контроле запасов топлива максимальный уровень запасов определяют по формуле

$$V_{\max} = S + G \cdot (t_D + t_u). \quad (12.8)$$

Точки (уровни) заказа рассчитывают по формуле

$$V_{zn} = V_{\max} - n \cdot V_{au}, \quad (12.9)$$

где n – число автоцистерн;

V_{au} – вместимость автоцистерны, т.

Если при контроле уровня запасов топлива достигнута точка заказа, то подают заявку на доставку нефтепродукта.

Для модели с постоянным объемом доставки при оперативном и периодическом контроле максимальный уровень запасов нефтепродуктов определяют в зависимости от времени задержки доставки t_D :

при постоянном

$$V_{\max} = S + V_{au}, \quad (12.10)$$

при случайном

$$V_{\max} = V_z + V_{au}. \quad (12.11)$$

Точка заказа

$$V_3 = S + G \cdot (t_D + t_u). \quad (12.12)$$

Для данной модели, как только уровень запасов понизится до точки заказа, подается заявка на доставку нефтепродукта объемом V_{au} .

Вместимость резервуарного парка V определяют по наибольшему значению максимального запаса (для всех моделей)

$$V = \frac{V_{\max}}{\rho \cdot f}, \quad (12.13)$$

где ρ – плотность нефтепродукта, т/м³;

f – коэффициент заполнения емкости.

Оптимальное количество доставки (грузоподъемность автоцистерны) определяют исходя из минимума затрат на доставку и хранение нефтепродуктов:

$$V_{au} = \sqrt{\frac{G_2 \cdot C_g}{C_{xp}}}, \quad (12.14)$$

где V_{au} – количество доставки нефтепродукта, т;

G_2 – годовая потребность в топливе, т;

C_g – стоимость доставки нефтепродукта, руб.;

C_{xp} – затраты на прием, хранение и выдачу 1 т нефтепродукта, руб/т. принимается по фактическим затратам в хозяйстве.

Стоимость доставки нефтепродуктов определяют по формуле

$$C_g = c_{ткм} \cdot R, \quad (12.15)$$

где $c_{ткм}$ – цена 1 т · км, руб;

R – расстояние доставки нефтепродукта, км.

Оптимальную частоту N_u и периодичность t_u доставки нефтепродуктов определяют по формулам

$$N_u = \frac{G_i}{V_{au}}, \quad (12.16)$$

$$t_u = \frac{T_i}{N_u}, \quad (12.17)$$

где N_i – частота доставки нефтепродуктов за i -й расчетный период, раз;
 G_i – расход топлива за i -й расчетный период, т;
 t_u – периодичность доставки топлива, дни;
 T_i – длительность i -го расчетного периода, дни.

В настоящее время для сельскохозяйственных предприятий разработаны типовые проекты вместимостью 40, 80, 150, 300, 600 и 1200 м³. Нефтесклады предназначены для приема, хранения запасов и отпуска нефтепродуктов.

Типовой проект нефтесклада следует выбирать после определения перспективной потребности в нефтепродуктах, страхового и максимального запасов нефтепродуктов и потребной вместимости резервуарного парка.

Пример. Определить типовой проект нефтесклада для хозяйства, центральная усадьба которой соединяется с нефтебазой асфальтированной дорогой; для управления запасами топливо-смазочных материалов в хозяйстве принята модель с переменным объемом доставки при периодическом контроле.

Годовую потребность сельскохозяйственного предприятия в основном расходе дизельного топлива определим по формуле (12.1), а дополнительного по формуле (12.2)

$$G_{осн} = \frac{75530 \cdot 7,2}{1000} \approx 544 \text{ т,}$$

$$G_{дон} = 0,075 \cdot 544 \approx 41 \text{ т.}$$

Таблица 12.3 – Исходные данные для расчета

Объем механизированных работ F , у.э. га	Норма расхода топлива, л/у.э. га	Дизельное D , т	Бензин B , т	Расстояние доставки топлива R , км	Цена 1 т·км $C_{т·км}$, руб.	Затраты на прием хранение и выдачу ГСМ $C_{хр}$, руб/т	Время задержки доставки ГСМ t_d , дни
75530	7,2	585	210	25	5	375	2

Суммарная годовая потребность в дизельном топливе составит

$$G_2 = 544 + 41 = 585 \text{ т.}$$

По данным хозяйства годовая потребность бензина равна 210 т.
По формулам (12.14)–(12.17) определим объем, частоту и периодичность доставки нефтепродуктов.

Дизельное топливо:

$$V_{ac}^D = \sqrt{\frac{585 \cdot 5 \cdot 27}{375}} = 14 \text{ т};$$

$$N_u^D = \frac{585}{14} = 42 \text{ раза за год};$$

$$t_u^D = \frac{365}{42} = 9 \text{ дней}.$$

Бензин:

$$V_{ac}^B = \sqrt{\frac{210 \cdot 5 \cdot 27}{375}} \approx 9 \text{ т};$$

$$N_u^B = \frac{210}{9} \approx 23;$$

$$t_u^B = \frac{365}{23} = 16 \text{ дней}.$$

По формуле (12.7) определим страховой запас для периода $T = 365$ дней.

Дизельное топливо:

$$S_D = (4-1) \frac{585}{365} (2+9) = 52,8 \text{ т}.$$

Бензин:

$$S_B = (4-1) \frac{210}{365} (2+16) \approx 31,1 \text{ т}.$$

Определим максимальный запас нефтепродуктов по формуле (12.8).

Дизельное топливо:

$$V_{\max}^D = 52,8 + \frac{585}{365}(2 + 9) = 70,4 \text{ т};$$

Бензин:

$$V_{\max}^B = 31,1 + \frac{210}{365}(2 + 16) = 41,5 \text{ т.}$$

Определим потребную вместимость искомого резервуарного парка по формуле (12.1).

Дизельное топливо:

$$V_D = \frac{70,4}{0,83 \cdot 0,95} = 89,1 \text{ м}^3.$$

Бензин:

$$V_B = \frac{41,5}{0,75 \cdot 0,95} = 58,2 \text{ м}^3.$$

Определим емкость резервуара для хранения дизельного масла (см. табл. 12.2).

$$V_M = \frac{5 \cdot 89,1}{100} = 4,5 \text{ м}^3.$$

Также определяют емкости для других смазочных материалов.

Общая вместимость искомого резервуарного парка

$$V_{\text{об}} = 89,1 + 58,2 + 4,5 = 151,8 \text{ м}^3.$$

Сравнив полученную общую вместимость резервуарного парка с данными таблицы 13.1, выбираем с учетом увеличения количества машинно-тракторного парка типовой проект нефтесклада емкостью 300 м^3 .

На основании этого принимаем емкости:

- для дизельного топлива – 50, 25, 10 и 5 м^3 ;
- бензина – 50, 25, 10 м^3 ;
- дизельного масла – 5 м^3 .

13 ХРАНЕНИЕ МАШИН

13.1 Неисправности машин, возникающие в нерабочий период

Характерной особенностью эксплуатации машинно-тракторного парка является сезонное использование техники. Большинство сельскохозяйственных машин (плуги, сеялки, комбайны и др.) из-за узкой специализации используют в течение года от 10 до 60 дней. Значительно больше используют тракторы, хотя в течение года и они имеют длительные нерабочие периоды. Как правило, в нерабочий период техника находится под открытым небом, подвергаясь разрушительному воздействию солнечной радиации, колебаниям температуры и влажности воздуха.

Наиболее часто происходит разрушение металлических поверхностей узлов и деталей машин из-за атмосферной коррозии. В пленке или в капле влаги, которая попадает на поверхность металла, есть соли, кислоты и щелочи, т. е. это электролит. Поэтому при попадании на стальную незащищенную поверхность изделия атмосферной влаги начинается коррозионный процесс.

Экспериментально установлено, что коррозия незащищенной углеродистой стали, в условиях открытого воздействия сельской атмосферы достигает до 200 г/м^2 в год. В результате коррозии ухудшаются многие ценные свойства материалов. Часто разрушаются не подготовленные к хранению лезвия режущих агрегатов комбайнов и косилок, растрескиваются клиновые ремни, резиновые уплотнения и шланги гидравлических систем, разрушается лакокрасочное покрытие машин.

Значительная часть коррозионных повреждений обусловлена конденсацией влаги вследствие суточного колебания температуры и влажности воздуха. Так, при относительной влажности воздуха 90 % снижение температуры на $1-2 \text{ }^\circ\text{C}$ уже вызывает капельную конденсацию. Вот почему даже в складских помещениях особенно весной и осенью многие металлические детали, если их не законсервировать, будут поражены коррозией.

Правильное хранение машин обеспечивает их сохранность на протяжении всего периода эксплуатации.

13.2 Виды и способы хранения машин

В больших сельскохозяйственных предприятиях хранение техники осуществляется на машинных дворах.

Машинный двор, построенный по типовому проекту 816-01-31, включает комплекс инженерно-технических объектов и сооружений, обеспечивающих сохранность сельскохозяйственной техники в нерабочий период в соответствии с требованиями ГОСТ 7751-85 [38].

На машинном дворе организуют хранение техники и снятых с нее узлов и деталей, ремонт несложных сельскохозяйственных машин, комплектование, регулировку агрегатов, досборку, обкатку новой, разборку и дефектовку списанной техники.

В таблице 13.1 приведено количество техники, устанавливаемой на хранение на различных машинных дворах, а на рисунке 13.1 представлена схема машинного двора (тип В на 75 тракторов).

Таблица 13.1 – Количество техники на ремонтно-технических базах

Тип ремонтно-технической базы									
А				Б			В		
Количество тракторов в хозяйстве, шт.									
75	100	150	200	50	75	100	25	50	75
Количество зерноуборочных комбайнов, шт.									
30	40	60	80	20	30	40	10	20	30
Прочие комбайны, шт.									
23	30	45	60	15	23	30	8	15	23
Количество сельскохозяйственных машин, шт.									
210	280	422	628	191	287	383	120	157	223

В зависимости от продолжительности нерабочего периода ГОСТ 7751-85 предусмотрены три вида хранения машин: *межсменное, кратковременное и длительное*.

На межсменное хранение машины устанавливают при перерывах в работе до 10 дней. На межсменное хранение машины оставляют на специально отведенных стоянках работающей техники бригад и отделений.

На кратковременное хранение машины устанавливают при перерывах в их работе от 10 дней до двух месяцев. К кратковременному хранению машины подготавливают непосредственно после окончания их использования. Хранение можно осуществляться на станах отделений (бригад) и на машинных дворах центральной усадьбы хозяйства.

На длительное хранение машины устанавливают, если срок их неиспользования свыше двух месяцев. К длительному хранению машины подготавливают не позднее 10 дней с момента окончания работы.

Машины для приготовления, внесения и транспортировки удобрений и ядохимикатов подготавливают к хранению сразу после окончания работы.

В зависимости от конструктивных особенностей машин, природно-климатических условий, наличия материально-технической базы и других факторов осуществляют три способа хранения машин: закрытый, открытый и комбинированный. В зависимости от принятого способа определяется содержание работ по подготовке машин к хранению, в период хранения и при снятии их с хранения.

Закрытый способ хранения (в сарае, гараже, на складе) по сравнению с другими способами позволяет уменьшить затраты труда и средств на выполнение операций, связанных с хранением, уменьшить размеры складских помещений для снимаемых при этом агрегатов, узлов и деталей. При этом способе машины надежно защищены от атмосферных воздействий, солнечной радиации, дополнительных нагрузок и разукomплектования. При закрытом способе хранения с машин снимают лишь аккумуляторы и снижают давления в шинах до 70 % от нормы. Однако этот способ хранения требует значительных затрат на строительство помещений для полнокомплектных машин.

Открытый способ хранения. При этом способе хранения можно добиться надлежащей сохранности машин при соответствующем оборудовании площадок и подготовке машин к хранению. Машинные дворы и секторы хранения на центральных усадьбах и пунктах технического обслуживания размещают, как правило, в непосредственной близости от ремонтных мастерских. Перечень машин, которые должны храниться на центральной усадьбе, в отделениях (бригадах), устанавливается главным инженером хозяйства.

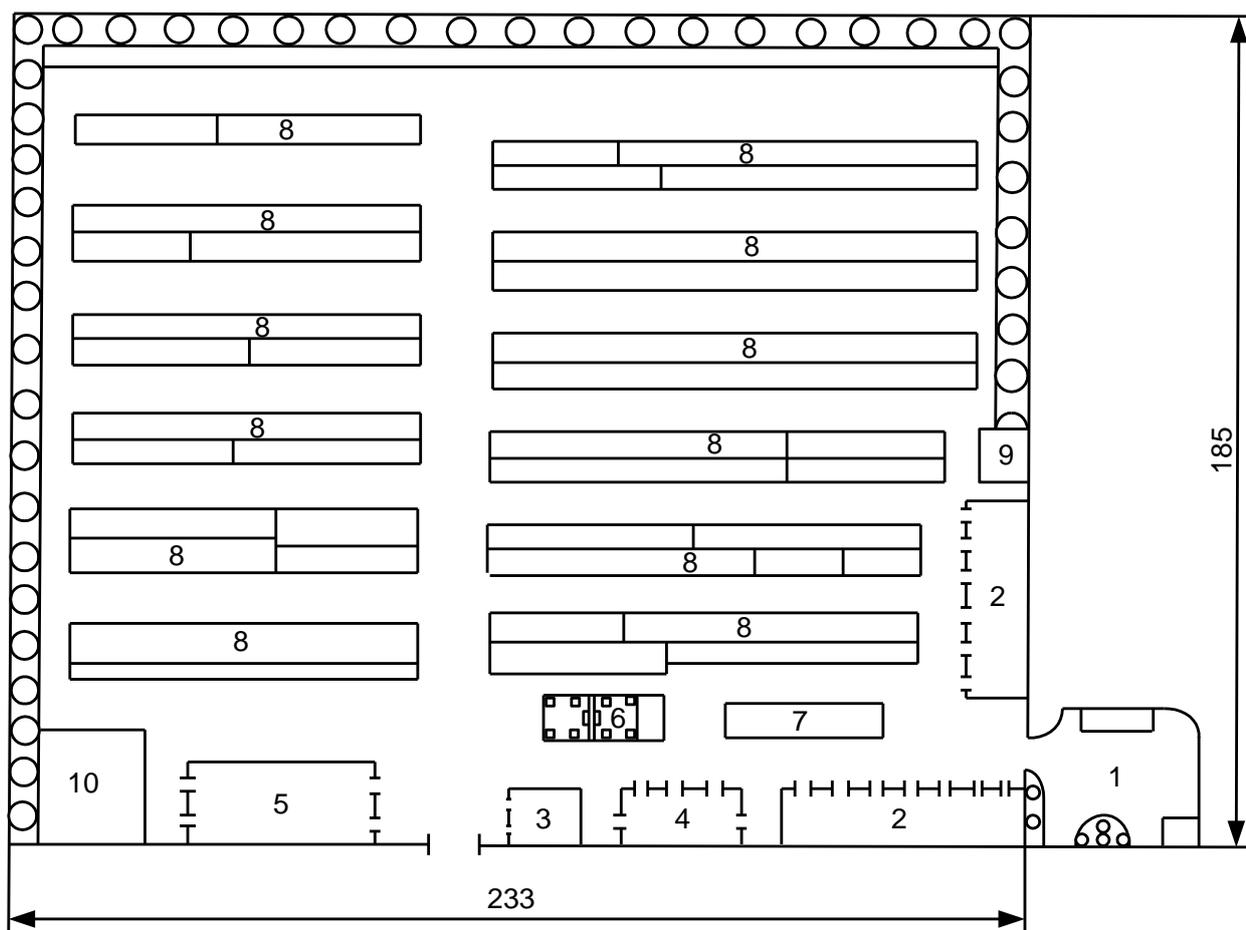


Рисунок 13.1 – Машинный двор и его объекты:

1 – площадка для очистки и мойки машин; 2, 5 – закрытые помещения для хранения машин; 3 – пост консервации сельскохозяйственной техники; 4 – склад для хранения составных частей, снимаемых с машин; 6 – погрузочно-разгрузочная и регулировочная площадка; 7 – площадка для разборки и дефектовки списанных машин; 8 – площадка с твердым покрытием для хранения машин; 9 – площадка для металлолома; 10 – площадка резервная

При открытом способе хранения с машин снимают узлы электрооборудования, втулочно-роликовые цепи, резинотехнические изделия, ножи режущих аппаратов, транспортерные ленты и другое, герметизируют все полости и защищают консервационными смазками поверхности, подверженные коррозии. Сдача на склад снятых с машин агрегатов, узлов, инструмента и приспособлений оформляют описью, которую прилагают к «Акту постановки машин на хранение». К снятым изделиям или к ящикам, в которых они хранятся, прикрепляют бирки с указанием марки и хозяйственного номера машины.

Комбинированный способ хранения. Этот способ предусматривает хранение сложных и дорогих машин в закрытых помещениях, а простых машин (плуги, культиваторы, бороны и др.) на открытых площадках. Соотношение между видами машин, хранящихся откры-

тым и закрытым способами, зависит от местных климатических условий, наличия помещений или средств для их строительства.

13.3 Расчет площадки для открытого хранения техники

Поверхность открытых площадок машинного двора должна быть ровной, с уклоном 2–3 ° по направлению к водоотводным каналам, расположенным по периметру участка. Площадки должны иметь твердое сплошное покрытие или в виде отдельных полос, способное выдерживать нагрузку передвигающихся и находящихся на хранении машин. В качестве твердого покрытия применяют асфальт, асфальтобетон, бетон, гравий.

Размер открытых площадок определяется количеством и габаритными размерами машин. Их размещают на обозначенных местах по группам, видам и маркам с соблюдением интервалов между машинами не менее 0,7 м, а между рядами – не менее 6 м. Ширину полос определяют в зависимости от габаритов и способа установки машин. Как правило, ширина полос при однорядном размещении на них машин 2–3 м, а при двухрядном – 4–6 м. Экономически целесообразно на площадках с твердым покрытием размещать только рабочие органы прицепных машин. Сницы и прицепные устройства могут выступать за пределы площадок.

Строительству открытой площадки с твердым покрытием предшествует определение ее площади.

Размеры этой площади без учета территории, занимаемой складом для хранения снимаемых агрегатов и узлов, моечной и регулировочной площадок, постом консервации и другими объектами машинного двора, находят по формуле

$$F_i = \left(1 + \frac{\delta}{100}\right) \cdot (1 + K_{cp}) \cdot F_1 + F_2 + F_3, \quad (13.1)$$

где F_1 – полезная площадь для размещения всех машин на открытой площадке с учетом их габаритных размеров, м²;

δ – процент резервной площади (рекомендуется брать до 5 % от полезной площади);

K_{cp} – средний коэффициент использования полезной площади рядов (табл. 13.2);

F_2 – площадь проезда между рядами машин, м²;

F_3 – площадь полосы озеленения и изгороди, м².

Таблица 13.2 – Коэффициент использования полезной площади для различных групп машин

Группа машин	Коэффициент K_{cp}
Комбайны зерноуборочные, кормоуборочные и картофелеуборочные	0,51–0,83
Сеялки зерновые	0,72–0,85
Сеялки кукурузные, свекловичные	0,76–0,90
Картофелесажалки, картофелекопатели	0,62–0,78
Плуги	0,53–0,88
Культиваторы	0,70–0,81
Луцильники и бороны дисковые	0,63–0,81
Косилки	0,650,85
Грабли и стогометатели	0,820,92
Прочие сельскохозяйственные машины	0,80–0,90

Величину F_1 определяют по формуле

$$F_1 = \sum_{i=1}^n l_i b_i, \quad (13.2)$$

где l_i – длина i -й машины, м;

b_i – ширина i -й машины, м;

n – количество i -х машин на хранении.

Длину площадки S , на которой устанавливают машины на хранение, рассчитывают по формуле

$$S = \frac{\sqrt{(1+\delta/100)(1+K_{cp})F_1}}{\gamma}, \quad (13.3)$$

где γ – соотношение длины и ширины площадки для размещения машин (принимается 2:3).

Ширину площадки B определяют по формуле

$$B = \frac{(1+\delta/100) \cdot (1+K_{cp}) F_1}{S}. \quad (13.4)$$

Число полос размещения машин (P) определяют из выражения

$$P = \frac{B}{(l_{cp} + a)t}, \quad (13.5)$$

где l_{cp} – усредненная длина машин, находящихся на хранении, м;
 a – расстояние между машинами (принимается 0,7–1,0 м);
 m – показатель способа размещения в рядах (при однорядном размещении $m = 1$, при двухрядном $m = 2$).

Величину l_{cp} находят по формуле

$$l_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{n}. \quad (13.6)$$

Площадь проезда между рядами машин определяют из выражения

$$F_2 = S \cdot b_{cp} \cdot (P+1) + h \cdot b_{max} \cdot [B + b_{cp} \cdot (P+1)], \quad (13.7)$$

где b_{cp} – средняя ширина проезда между полосами, м;

b_{max} – наибольшая ширина машины, м;

h – коэффициент, учитывающий размеры агрегатов и радиусы их поворотов ($h = 2,0-2,5$).

Величину b_{cp} находят по формуле

$$b_{cp} = \frac{(b_1 + b_2 + b_3 + \dots + b_{p+1})}{P+1}, \quad (13.8)$$

где $b_1, b_2, b_3 \dots b_{p+1}$ – ширина выездных полос около рядов, м.

При вычислении размеров площадки значение b_{cp} принимают 8–10 м, которое затем уточняют в зависимости от размеров и радиуса поворота машины на данной полосе.

Площадь, занимаемую зелеными насаждениями и изгородью, рассчитывают по формуле

$$F_3 = 2C \cdot [S + h \cdot b_{max} + 2 \cdot C + B + b_{cp} \cdot (P+1)], \quad (13.9)$$

где C – ширина полосы для размещения ограды и озеленения ($C = 2,5$ м).

Общую длину площадки для хранения машин находят из выражения

$$L = S + h \cdot b_{max} + 2C, \quad (13.10)$$

а ее ширину по формуле

$$M = \frac{F}{L}. \quad (13.11)$$

После расчетов составляют план размещения мест хранения машин в соответствии с их видами, с учетом календарных сроков использования, габаритов и конструктивных особенностей. В плане указывают схемы размещения мест хранения на территории хозяйства, перечень всех машин с указанием их количества и марок. В перечне указывают машины, которые необходимо хранить в закрытом помещении.

При вычерчивании плана целесообразно вырезать из ватмана прямоугольники, соответствующие габаритам машин. Комбинируя размещение их в рядах, находят наиболее удачный вариант и уточняют размеры площадки.

13.4 Организация работы на машинном дворе

В зависимости от уровня развития хозяйства и подготовленности обслуживающего персонала на машинном дворе применяют две формы организации труда:

1. *Индивидуальная*, при которой механизатор очищает закрепленную за ним машину, доставляет на место хранения, снимает с нее узлы и агрегаты для сдачи на хранение в складе, устанавливает на подставки, проводит герметизацию и т. д.

Такая организация труда характерна для арендаторов, фермеров и небольших хозяйств, имеющих до 10 тракторов.

2. *Специализированная служба* машинного двора во главе с заведующим, в которую входят механизаторы, хорошо знающие устройство машин, правила хранения, технического обслуживания и ремонта техники.

Это постоянное звено механизаторов осуществляет прием, консервацию и постановку на хранение сельскохозяйственной техники, техническое обслуживание во время хранения, прием, сборку, обкатку и регулировку новых машин, разборку и дефектовку списанной техники, комплектование машинно-тракторных агрегатов и их технологическую настройку, выдачу машин на ремонт, прием и постановку отремонтированной техники на хранение и ремонт не сложных сельскохозяйственных машин. Специализированная служба машинного двора готовит подставки, заглушки, чехлы и другие приспособления.

Численность состава звена машинного двора определяют, исходя из трудоемкости всех выполняемых работ по формуле

$$P_{36} = \frac{T_{nx} + T_{ox} + T_{cb} + T_{pb} + T_k + T_p + T_n}{K_m \cdot D_p \cdot T_{cm} \cdot \tau_{cm}}, \quad (13.12)$$

где $T_{nx}, T_{ox}, T_{cb}, T_{pb}, T_k, T_p, T_n$ – трудоемкость постановки на хранение, обслуживание в период хранения, снятия с хранения, сборки новых и разборки списанных машин, комплектования и настройки агрегатов, ремонта не сложных машин, изготовления приспособлений, ч;

K_m – количество месяцев работы в году (принимается 11 месяцев);

D_p – число рабочих дней в месяц (принимается 25);

T_{cm} – продолжительность смены (8 часов);

τ_{cm} – коэффициент использования времени смены (принимается 0,95).

В зависимости от результатов вычислений число рабочих в звене должно быть обеспечено равномерной загрузкой в течении года.

Пример. Определить размеры площадки для открытого хранения сельскохозяйственной техники. Площадка с асфальтированным покрытием 60 мм, на шлаковом основании 240 мм и подстилающем слое 100 мм.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 13.3.

По формуле (13.2) определим полезные площади, которые необходимы для размещения на открытой площадке указанных в таблице 13.3 групп машин.

Таблица 13.3 – Исходные данные для расчета размеров открытой площадки для хранения машин

Наименование машины	Марка машины	Количество машин, шт	Габарит, мм	
			длина	ширина
1	2	3	4	5
Луцильник	ЛДГ-5	2	4300	3200
	ЛДГ-10	1	7400	5000
	ЛДГ-15	1	10420	5000
Плуг	ПЛН-4-35	3	3490	1780
	ПЛН-6-35	3	6130	2570
	ПН-8-35	2	6750	3600
Сцепка	СГ-21	3	12300	5600
	СП-16	3	6000	5000
Борона	БДТ-7,0	2	4380	7250
	БЗСС-1,0	200	1352	970

1	2	3	4	5
Культиватор	КПС-4	4	3570	3950
	КПШ-9	1	3250	7300
	КРН-5,6	2	1600	5850
Сеялка	СЗ-3,6	7	3490	4225
	СЗС-2,1М	7	3840	2180
Косилка	КТП-6	3	3800	6000
	К-2,1М	5	11775	2280
Грабли	ГВК-6А	2	8500	3000
	ГП-14	2	6000	14000
Подборщик	ПК-1,6А	4	7150	2860
Тракторный прицеп	2ПТС-4М	9	5300	2240
	ПСЕ-12,5	3	5560	2650
Жатка	ЖВН-6	5	2930	6300
Каток	ЗККШ-6А	8	3740	6000

$$F_{л} = 2 \cdot 4300 \cdot 3200 = 27520000 \approx 27,5 \text{ м}^2.$$

Аналогично определим размеры площадок для других машин и результаты расчетов сведем в таблицу 13.4.

Таблица 13.4 – Размеры площадок для хранения машин.

Наименование машины	Марка машин	Количество машин, шт	Площадь, занимаемая машинами
1	2	3	4
Луцильник	ЛДГ-5	2	27,5
	ЛДГ-10	1	37,0
	ЛДГ-15	1	52
$\sum F_{л}$			116,5
Плуг	ПЛН-4-35	3	18,6
	ПЛН-6-35	3	47,3
	ПН-8-35	2	48,6
$\sum F_{пл}$			114,5
Сцепка	СГ-21	3	206,6
	СП-16	3	90,0
$\sum F_{сц}$			296,6
Борона	БДТ-7,0	2	63,5
	БЗСС-1,0	200	261,9

1	2	3	4
$\sum F_{\bar{b}}$			325,4
Культиватор	КПС-4	4	56,4
	КПШ-9	1	23,7
	КРН-5,6	2	18,7
$\sum F_{\kappa}$			98,8
Сеялка	СЗ-3,6	7	100,7
	СЗС-2,1М	7	58,6
$\sum F_c$			159,3
Косилка	КТП-6	3	68,4
	К-2,1М	5	134,0
$\sum F_{\text{кос}}$			202,4
Грабли	ГВК-6А	2	51,0
	ГП-14	2	168,0
$\sum F_z$			219,8
Тракторный прицеп	2ПТС-4М	9	106,8
	ПСЕ-12,5	3	44,2
$\sum F_{\text{мп}}$			151,0
Жатка	ЖВН-6а	5	92,3
$\sum F_{\text{ж}}$			92,3
Каток	ЗККШ-6А	8	179,5
$\sum F_{\kappa}$			179,5
Подборщик	ПК-1,6А	4	81,8
$\sum F_{\text{подб}}$			81,8
$\sum F$			2037,9

По формуле (13.3) определим длину площадок, на которых планируется устанавливать машины.

Найдем длину площадки для хранения луцильников:

$$S_{\text{л}} = \frac{\sqrt{(1+0,05) \cdot (1+0,72) \cdot 116,5}}{0,667} = 21,7 \text{ м.}$$

По формуле (13.4) определим ширину этой площадки

$$B_{\text{л}} = \frac{(1+0,05) \cdot (1+0,72) \cdot 116,5}{21,7} = 9,7 \text{ м.}$$

Аналогично определим длину и ширину площадок для остальных машин и сведем результаты расчетов в таблицу.

Таблица 13.5 – Габариты площадок для хранения машин

Наименование машины	Длина S_i , м	Ширина B_i , м
Луцильник	21,7	9,7
Плуг	21,5	9,6
Сцепка	35,0	16,0
Борона	36,3	16,2
Культиватор	20,2	9,0
Сеялка	25,7	11,6
Косилка	28,9	12,8
Грабли	31,1	13,9
Тракторный прицеп	25,7	11,4
Жатка	20,1	8,9
Каток	28,0	12,5
Подборщик	18,9	8,4

По формуле (13.6) определим среднюю длину группы луцильников

$$l_{л} = \frac{4300 + 7400 + 10420}{3} = 7400 \text{ мм} = 7,4 \text{ м.}$$

Аналогично определим среднюю длину других машин и результаты расчетов поместим в таблицу 13.6. В этой же таблице приведем суммарные значения полезных площадей и коэффициенты их использования.

Таблица 13.6 – Суммарные значения полезной площади для хранения машин

Наименование машины	Средняя длина группы машин, м	Суммарные значения полезной площади, м ²	Коэффициент K_{cp}
1	2	3	4
Луцильник	7,4	116,5	0,72
Плуг	5,5	114,5	0,71
Сцепка	9,2	296,6	0,85

1	2	3	4
Борона	2,9	325,4	0,72
Культиватор	2,8	98,8	0,76
Сеялка	3,7	159,3	0,78
Косилка	7,8	202,4	0,75
Грабли	7,3	219,8	0,87
Тракторный прицеп	5,4	151,0	0,85
Жатка	2,9	92,3	0,85
Каток	3,7	179,5	0,85
Подборщик	7,2	81,8	0,85
Итого	$l_{cp} = 5,5$	$\sum 2038 = F_i$	$K_{cp} = 0,73$

По формулам (13.3) и (13.4) определим общую длину и ширину площадки для размещения машин на хранение:

$$S_{об} = \frac{\sqrt{(1 + 0,05) \cdot (1 + 0,73) \cdot 2038}}{0,667} = 91,2 \text{ м};$$

$$B_{л} = \frac{(1 + 0,05) \cdot (1 + 0,73) \cdot 2038}{91,2} = 40,6 \text{ м}.$$

Число полос при однорядном размещении машин определим по формуле (13.5)

$$P = \frac{40,6}{(5,5 + 0,9) \cdot 1} = 6,3 \approx 6.$$

Площадь проезда между рядами машин определим по формуле (13.7):

$$F_2 = 91,2 \cdot 8 \cdot (6 + 1) + 2 \cdot 14 \cdot [40,6 + 8 \cdot (6 + 1)] = 7812 \text{ м}^2.$$

Определим суммарную площадь открытой площадки для хранения машин (13.1):

$$F = 2038 + 7812 + 1104 = 10954 \text{ м}^2.$$

Общую длину суммарной площади открытой площадки найдем по выражению (13.10)

$$L = 91,2 + 2,14 + 2,25 = 124 \text{ м},$$

а ее ширину по формуле (13.11)

$$M = \frac{10954}{124} = 88 \text{ м.}$$

После расчетов составляют план размещения мест хранения машин в соответствии с их видами, с учетом календарных сроков использования, габаритов и конструктивных особенностей. При вычерчивании плана целесообразно вырезать из ватмана прямоугольники, соответствующие габаритам машин. Комбинируя размещение их в рядах, находят наиболее удачный вариант и уточняют размеры площадки.

13.5 Роза ветров

При проектировании нефтебазы, машинного двора и других объектов сельскохозяйственного производства необходимо учитывать направление преобладающих ветров. Для этого в левом верхнем углу чертежа планировочного решения вычерчивают диаграмму называемую «Роза ветров», которая показывает количество ветровых дней (в процентах в течение года) в соответствующих направлениях относительно стран света.

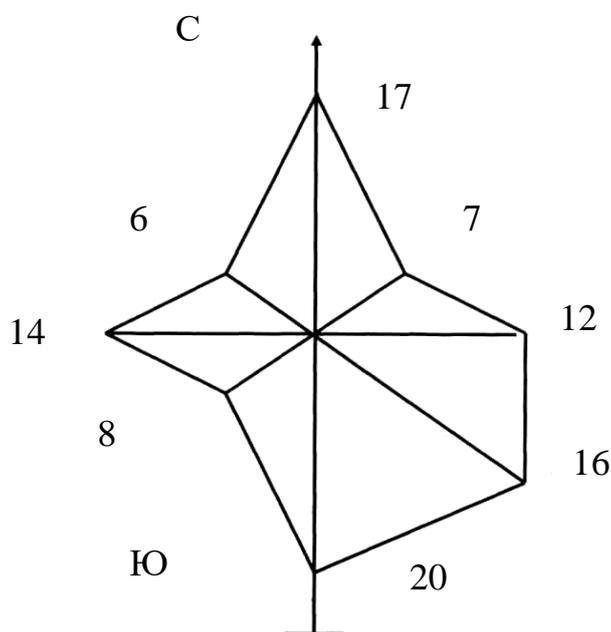


Рисунок 13.2 – Роза ветров

Стрелку «юг–север» направляют снизу вверх параллельно боковой стороне листа чертежа и совмещают с розой ветров.

Учитывая преобладающее направление ветров для данной местности, принимают конструктивные решения по наружному ограждению строящихся объектов.

14 КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

14.1 Обозначения, механические свойства и химический состав сталей

Планируемая деталь, узел, агрегат и машина в целом должны удовлетворять определенным требованиям: иметь высокую надежность, простоту конструкции, невысокую стоимость в изготовлении, долговечность, работоспособность и др.

В числе этих требований имеются такие, без выполнения которых нормальная работа машины невозможна. К ним прежде всего относятся необходимые и достаточные прочность, жесткость и износостойкость; для некоторых деталей требованиями могут быть виброустойчивость, теплостойкость и др.

Поэтому при проектировании деталей машин необходимо использовать научные рекомендации по выбору конструкционных материалов для их изготовления.

Сталь углеродистая общего назначения (ГОСТ 380-94) марки: Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст3Г, Ст4, Ст5, Ст5Г, Ст6. Содержание углерода от 0,06 до 0,49 %.

Буква «Г» указывает на повышенное содержание марганца. По степени закисления различают сталь кипящую (кп), полуспокойную (пс) и спокойную (в обозначении марки не указывают). Группы поставки: А – по механическим свойствам (в обозначении не указывают), Б – по химическому составу, В – по механическим свойствам и химическому составу. По перечню нормируемых показателей сталь каждой группы разделена на категории: группа А – 1–3, группа Б – 1,2, группа В – 1–6. Из механических свойств для всех категорий нормированы предел прочности на растяжение и относительное удлинение. Для категорий 2–6, кроме того, нормирован предел текучести, для категорий 4–6 – ударная вязкость.

Пример: БСт3кп-3 ГОСТ380-94 – Сталь углеродистая, общего назначения, марки Ст3, поставляемая по химсоставу (Б), кипящая (кп), с контролем предела прочности и относительного удлинения (категория 3), а также нормирован предел текучести, Ст5-6 ГОСТ380-94 – то же марки Ст 3, спокойная (в обозначении не указывается), поставляемая по механическим свойствам (группа А не указывается), с контролем всех механических свойств (категория б).

Сталь углеродистая качественная конструкционная (ГОСТ 1050-88) марки 05, 08, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 58 и 60. Обозначение марки соответствует среднему содержанию углерода в сотых долях процента, например, сталь 60 содержит 0,57–0,65 % углерода.

Сталь легированная конструкционная (ГОСТ 4543-87) марки 20ХНР, 20ХНЗА, 15Г2, 35ХГФ и других (всего 100). Цифры в обозначении указывают среднее содержание углерода в сотых долях процента, а буквы – наименование легирующего элемента: В – вольфрам, Г – марганец, Н – никель, Р – бор, С – кремний, Т – титан, Ф – ванадий, Х – хром, М – молибден, Ю – алюминий. Цифры после букв обозначают примерное содержание легирующего элемента в процентах. При отсутствии цифры – не более 1,5 %. Такие стали поставляются без термообработки и термообработанные (Т), со специальной обработкой поверхности (серебрянка), нагартованная (Н). В зависимости от содержания вредных примесей различают сталь качественную, высококачественную (А) и особовысококачественную (Ш).

Пример: Сталь 35-б-2-Т ГОСТ 4543. Сталь углеродистая, качественная, конструкционная с содержанием углерода около 0,35 % (марка 35), для обработки резанием (б), категории 2, термообработанная (Т).

Пример: Сталь 45ХФА-а-4 ГОСТ4543. Сталь легированная, конструкционная, хромованадиевая (ХФ), с содержанием углерода около 0,45 %), хрома и ванадия до 1,5 %, высококачественная (А), категории 4, без термообработки (виды термообработки: отожженная, нормализованная, закаленная, отпущенная и т. д.).

Сталь инструментальная углеродистая (ГОСТ 1435-90) марки У-7, У-8, У-9, У-10. до У-13 и У-7А до У-13А (высококачественная). Эта сталь без термообработки не применяется. Из механических свойств стандартом нормируется только твердость.

Пример: Сталь У-10А-Т ГОСТ 1435-90. Сталь инструментальная углеродистая высококачественная, категории 2 (не указывается), термообработанная (отожженная).

Сталь рессорно-пружинная углеродистая и легированная (ГОСТ 14959-19): сталь 65, 70, 75, 80* 85. Легированная: сталь 55ГС, 65Г, 60С2Г, 65С2ХА и др. По показателям качества, подвергающимся контролю, сталь делится на категории: 1 – с контролем только химического состава; 1А – с контролем химсостава и твердости в термообра-

ботанном состоянии; 1Б – то же, только в нетермообработанном состоянии.

Пример: Сталь 65С2ХА-1А ГОСТ 14959-79. Углерода 0,65 %, кремния 2 %, хрома до 1,5 %, высококачественная с контролем химического состава и твердости в термообработанном состоянии.

14.2 Сортамент сталей

Круглый прокат диаметром от 5 до 250 мм, квадратный – со стороной квадрата от 5 до 200 мм, шестигранный – со стороной (размером под ключ) от 8 до 100 мм. Допуски для класса А – IT13 ... IT14, Б – IT15, В – IT16. ГОСТ 2590-88 для круглого, ГОСТ 2591-88 для квадрата, ГОСТ 2879-88 для шестигранного проката.

Сортовая калиброванная сталь изготавливается из горячекатаной путем точной прокатки или волочением: для круглого сечения по ГОСТ 7417-75, для квадратного по ГОСТ 8559-75, для шестигранного сечения по ГОСТ 8560-78. Если в термообработанном состоянии, то обозначается буквой Т, а в нагартованном – буквой Н. Группы отделки поверхности: А – поверхность с $Ra = 1,25$; Б – с $Ra = 2,5$; В – шероховатость поверхности нерегламентирована. Предельные отклонения: круглой стали – по h_9 – h_{12} ; квадратной – h_{10} – h_{12} и шестигранной – h_{10} , h_{11} .

Пример: Круг $\frac{7,5A - h_9 \text{ ГОСТ } 7417}{20 - H - 4 - б \text{ ГОСТ } 4543 - 87}$.

Сталь круглая, диаметром 7,5 мм, с поверхностью по группе А, предельные отклонения диаметра по h_9 , марка стали 20, нагартованная (Н), категории 4 по контролируемым механическим свойствам, для обработки резанием (б).

Пример: Шестигранн ик $\frac{12 - B - h_{10} \text{ ГОСТ } 8560 - 78}{У7 - H - 4 - б \text{ ГОСТ } 1435 - 90}$.

Сталь шестигранная с размером под ключ 12 мм, с поверхностью группы В, отклонением размера по h_{10} , марка стали У7, нагартованная, категории 4 по контролируемым свойствам, для обработки резанием (б).

Сталь повышенной точности со специальной отделкой поверхности (серебрянка) по ГОСТ 14955-77 следующих групп:

А – полированная, $Ra=0,16$, отклонение по h5–h10

Б – шлифованная, $Ra=0,32$, отклонение по h6–h11.

В – шлифованная, $Ra=0,63$, отклонение по h7–h11.

Г – шлифованная, $Ra=1,25$, отклонение по h9–h11.

Д – поверхность не контролируется, отклонение по h10, h12.

Е – тянутая с предварительно удаленным поверхностным слоем, отклонение по h9.

Пример: Серебрянка 6,2-В-h9-У8А-3-б-Т ГОСТ 14955-77. Сталь с особой отделкой поверхности, диаметром 6,2 мм, группы В, отклонение диаметра по h9, марка стали У8А, категории 3, для обработки резанием (б), термообработанная (Т).

Полоса горячекатаная стальная по ГОСТ 103-76. Поставляется нормальной (В) и повышенной точности (А), I и II классов серповидности (т. е. отклонение от прямолинейности полосы в продольном направлении).

Пример: Полоса $\frac{12 \times 100 - Б - 2 \text{ ГОСТ } 103 - 76}{А20 - 2 - б - Т \text{ ГОСТ } 1414 - 75Е}$.

Полоса горячекатаная, толщиной 12, шириной 100 мм, нормальной точности (Б), класса серповидности 2, из стали марки А20 (с повышенным содержанием серы), категории 2, для обработки резанием (б), термообработанная (Т).

Сталь полосовая высоколегированная по ГОСТ 4405-75. Выпускается по следующим группам качества:

I – особо высокой отделки, поверхность без следов коррозии и следов побежалости на лицевой стороне, $Ra=0,8... 1,6$.

II – высокой отделки без следов коррозии, цвета побежалости не более 50 мм от края.

III – повышенной отделки без следов коррозии, допускаются цвета побежалости.

IV – обычной отделки.

Пример: Полоса $\frac{5 \times 40 \text{ ГОСТ } 4405 - 75}{13X - 1 - Т - б - 1 \text{ ГОСТ } 45443 - 81}$.

Полоса толщиной 5 и шириной 40 мм, марка стали 13Х, I группы, термообработанная (Т), для обработки резанием (б), категории I по контролируемым свойствам.

Стальной лист по ГОСТ 82-79 (горячекатаный) и по ГОСТ 503-81 (холоднокатаный). Группы качества те же. По способности вытяжки: глубокой (Г) и нормальной (Н); по точности проката: лист обычной (В) и повышенной (А) точности; по плоскостности: особо высокой (ПО), высокой (ПВ), улучшенной (ПУ), нормальной (ПН), с обрезной (О) и необрезной (НО) кромкой.

Пример: Лист $\frac{\text{В-ПН-О-0,5} \times 550 \times 2000 \text{ ГОСТ } 503 - 81}{4 - \text{Ш-Н-0,5 кп ГОСТ } 1050 - 88}$.

Лист холоднокатаный обычной точности проката (В), нормальной плоскостности (ПН), с обрезной кромкой (О), толщиной 0,5 мм, габаритами 550×2000 мм, из стали категории 4 по контролируемым свойствам, с качеством поверхности по группе Ш, для нормальной вытяжки (Н), марка стали 0,5 кп, свойства материала и качество поверхности по ГОСТ 1050-88.

Лента из низкоуглеродистой стали по ГОСТ 503-81. По материалу: особо мягкая (ОМ), мягкая (М), полунагартованная (ПН) и нагартованная (Н). По контролю штампуемости: с контролем микроструктуры (К) и без (не обозначается). По толщине ленты: точность нормальная (не обозначается), повышенная (Т) и высокая (В). По ширине: точность нормальная (не обозначается) и повышенная (ПШ). С обрезной кромкой (не обозначается) и не обрезной (НО). Без контроля серповидности (не обозначается) и с контролем нормального класса (Б) и повышенного (А). По виду и качеству поверхности: группы 1 ($Ra=0,32$), 2 ($Ra=1,25$), 3 и 4 (Ra не нормируется).

Пример: Лента 0,8кп-М-ТПШ-2-К-А 0,2×45 ГОСТ 503-81. Это лента из малоуглеродистой стали 0,8кп, мягкая (М), повышенной точности по толщине и ширине (ТПШ), с обрезной кромкой, группа качества поверхности 2 по классу А, толщиной 0,2 мм, шириной 45 мм.

Проволока стальная низкоуглеродистая общего назначения по ГОСТ 4231-70.

Выпускается без термообработки (в обозначении не указывается) и термообработанная (О). Разделяется по виду поверхности: черная (Ч), светлая (С), оцинкованная 1-го и 2-го классов – 1Ц, 2Ц, В2Ц (высшей категории).

Пример: Проволока 0,8-О-С-П ГОСТ 4231-70. Проволока стальная, общего назначения, диаметром 0,8 мм, термообработанная (О), светлая (С), группы II по механическим свойствам. По механическим свойствам проволока выпускается группы I и группы II (высшей категории).

Проволока углеродистая пружинная. Выпускается по ГОСТ 9389-75 нормальной (в обозначении не указывается) и повышенной точности (П), классов прочности I, II, III и ПА без регламентации марки стали.

Пример: Проволока 1-П-0,8 ГОСТ 9389-75.

Проволока стальная легированная пружинная по ГОСТ 14863-78. Выпускается для пружин, подвергающихся термообработке после навивки, из стали марок 51ХФА, 60С2А, 65С2ВА, 70С3А нормальной (в обозначении не указывается) и повышенной точности (П) для холодной (ХН) и горячей (ГН) навивки. Выпускается без отделки (Н) и с отделкой поверхности по группам: А – ($Ra < 0,32$), Б – ($Ra < 0,63$), В – ($Ra < 1,25$), Г – ($Ra < 2,5$), Е (тянутая после предварительного шлифования), Н (тянутая, Ra не регламентировано).

Пример: Проволока 60С2А-Б-П-ГН1,2 ГОСТ 14863-78. Проволока стальная пружинная из стали марки 60С2А, группы Б, повышенной точности (П), для горячей навивки (ГН), диаметром 1,2 мм.

Трубы. Можно обозначать по внутреннему диаметру и наружному: для труб конструкционных холоднодеформируемых и теплодеформируемых из углеродистых и легированных сталей (20А, 45, и 38ХА, 30ХГСА), ГОСТ 21729-76.

Пример: Труба А-76×4,5×600кр-45 ГОСТ 21729-76. Труба конструкционная группы А (с нормированием механических свойств), диаметром 76 мм, толщиной стенки 4,5 мм, длиной, кратной 600 мм, из стали марки 45. Или: Труба А-вн76П ± 4,5-45 ГОСТ 21729-76 - то же с внутренним диаметром 76 мм повышенной точности (П), толщиной стенки 4,5 мм, немерной длины.

Уголок $\frac{В - 25 \times 20 \times 1,5 \text{ ГОСТ } 19772 - 74}{2 - 15Х \text{ ГОСТ } 4543 - 87}$.

Это уголок гнутый неравнополочный, с размерами полочек 25 и 20 мм, толщиной полочек 1,5 мм, обычной точности профилирования

(В), нормальной точности проката (не указывается) из стали категории 2 марки 15Х.

Примечание: У профилей точность профилирования может быть: обычная (В), повышенная (Б), нормальная (в обозначении не указывается) и высокой (А) точности проката.

$$\text{Уголок} \frac{\text{Б} - 56 \times 56 \times 5 \text{ ГОСТ } 8509 - 86}{\text{Ст3кп ГОСТ } 380 - 94}.$$

Уголок равнополочный с размерами полок 56 мм, толщиной полка 5 мм, повышенной точности профилирования (Б), нормальной точности проката (не указывается), из стали углеродистой общего назначения марки Ст 3 кп.

$$\text{Уголок} \frac{100 \times 63 \times 7 - \text{А ГОСТ } 8510 - 86}{\text{Ст3 ГОСТ } 535 - 88}.$$

Уголок стальной, горячекатаный, неравнополочный, ГОСТ 8510-86.

А – точность проката высокая, Б – повышенная, В – обычная.

$$\text{Квадрат} \frac{60 - \text{В ГОСТ } 2591 - 88}{\text{Ст3 ГОСТ } 380 - 94}.$$

$$\text{Швеллер} \frac{40 \times 20 \times 2 \text{ ГОСТ } 19771 - 74}{45 - 2 \text{ ГОСТ } 1050 - 88}.$$

Швеллер – высотой 40, шириной 20 и толщиной 2 мм, из стали марки 45 категории 2.

$$\text{Зетовый профиль} \frac{\text{Б} - 40 \times 32 - 2 \text{ А ГОСТ } 11474 - 76}{2 - \text{Ст } 5 \text{ кп ГОСТ } 380 - 94}.$$

Зетовый профиль повышенной точности профилирования (Б), высокой точности проката (А), высотой 40 мм, шириной полки 32 мм и толщиной 2 мм, из стали категории 2 марки Ст 5кп.

$$\text{Двутавр} \frac{12 \text{ ГОСТ } 8239 - 89}{\text{Ст3 ГОСТ } 380 - 94}.$$

Двутавр номер профиля 12 (высота 120 мм) из стали марки Ст3.

Пример обозначение фасонных профилей:

$$\text{Швеллер } \frac{12 \text{ ГОСТ } 8240 - 72}{\text{Ст3 ГОСТ } 380 - 94}.$$

Швеллер 12-го профиля, с уклоном граней полков, из стали марки Ст3.

$$\text{Швеллер } \frac{2 \text{ П ГОСТ } 8240 - 72}{\text{Ст3 ГОСТ } 380 - 94}.$$

Швеллер 2-го профиля, без уклона граней полков (П), из стали марки Ст3.

14.3 Литейные черные материалы

Отливки разделяют на три группы:

I – отливки общего назначения, контролируются внешний вид, размеры, химический состав.

II – отливки ответственного назначения для деталей, рассчитываемых на прочность при статических и динамических нагрузках. Контролируются внешний вид, размеры, химический состав, механические свойства – предел текучести или предел прочности и относительное удлинение.

III – отливки особо ответственного назначения для деталей, рассчитываемых на прочность при динамических ударных нагрузках. Контролируются все показатели группы II и ударная вязкость.

Примеры обозначения: Сталь 35ХЛ-11 ГОСТ 1050-88. Сталь марки 35ХЛ (литейная Л) с нормированными механическими свойствами группы II.

Чугун с пластинчатым графитом для отливок ГОСТ 1412-85. Марки: СЧ10, СЧ15, СЧ20, СЧ25, СЧ30, СЧ35, где СЧ – серый чугун, а цифры после букв – предел прочности на растяжение образца (МПа), деленный на 10.

Чугун с шаровидным графитом для отливок ГОСТ 7293-85. Марки: ВЧ35, ВЧ40, ВЧ45, ВЧ50, ВЧ60, ВЧ70, ВЧ80, ВЧ100, где

ВЧ – высокопрочный чугун, а цифры – значение предела прочности (временного сопротивления) на растяжение (МПа), деленное на 10.

Чугун антифрикционный для отливок ГОСТ 1585-85. Марки: АЧС-1, АЧС-2, АЧС-4, АЧС-5, АЧС-6, АЧВ-1, АЧК-1, АЧК-2 на основе серых (С), высокопрочных (В) и ковких (К) чугунов с добавлением легирующих элементов. Буква А означает антифрикционный, а цифры – условный номер марки. Отливки из ковкого чугуна ГОСТ 1215-79. Марки: КЧЗО-6, КЧЗЗ-8, КЧ45-6, КЧ50-6, КЧ50-4, КЧ60-3, КЧ63-2, где КЧ – ковкий чугун, а цифры – значение предела прочности (МПа) деленного на 10 при растяжении и через тире – относительное удлинение (%).

14.4 Сортамент цветных металлов и сплавов

Прутки прессованные из алюминия и его сплавов по ГОСТ 21488-76Е. Поставляются круглыми (КР), квадратными (КБ), шестиугольными (Ш); нормальной (Н) и повышенной точности (П); отожженные мягкие (М), закаленные и естественно состаренные (Т), нормальной (не обозначается) и повышенной (П) прочности. Прутки поставляются мерной (МД), кратной (КД) и немерной (НД) длины.

Пример обозначения: Пруток Д16ТКВ. 12П×НД ГОСТ 2148876Е. Пруток из сплава марки Д16, закаленный и естественно состаренный (Т), нормальной прочности (не указывается), диаметром (со стороной квадрата) 12 мм, повышенной точности (П) немерной длины (НД).

Прутки бронзовые по ГОСТ 1628-78. Структура обозначения: способ изготовления, форма сечения, точность размера, состояние материала, номинальные размеры, длина и ее мерность, марка материала, особые условия.

Пример обозначения: Пруток ДКРВТ 5,5×200КД ЛС59-1 АМ ГОСТ 1628-78. Пруток тянутый (Д), круглый (КР), высокой точности (В), твердый (Т), диаметром 5,5 длиной, кратной 200 мм, материал марки ЛС59-1, антимагнитный (АМ).

Лист и лента из алюминия. ГОСТ 13726-78Е. Марки: АО, АДО, АД1 и сплавов: АМц, АМг2, АМг5, Д16, В95 по ГОСТ 13616-78. Выпускаются неплакированные (в обозначении не указываются), с технологической плакировкой (Б), нормальным (А) и утолщенным плакированием (У).

Пример: Лист АМц - М - А - 0,4×600×1000 ГОСТ13226-78Е. Лист из сплава марки АМц, мягкий (М) с нормальным плакированием (А), толщиной 0,4 мм, габариты 600×1000 мм, обычной отделки поверхности (не указывается).

Ленты, листы, полосы латунные общего назначения по ГОСТ 2208-75. В обозначении указывается состояние материала: мягкое (М), полутвердое (П), твердое (Т), особое твердое (О) и пружинно-твердое (Ж). Уровни точности: нормальная (Н), повышенная (П), нормальная по толщине и повышенная по ширине (К), повышенная по толщине и нормальная по ширине (И). Предусмотрено требование антимагнитности (АМ). Марки латуней: Л63, Л64-Л90.

14.5 Неметаллические материалы

Стекло органическое конструкционное ГОСТ 15809-70Е.

Марки: СОЛ – полиметилметакрилат листовой пластифицированный, СТ-1 – непластифицированный, 2-55 – сополимерный.

Пример обозначения: Стекло органическое СТ-1-4×400×800 ГОСТ 15809-70Е.

Текстолит по ГОСТ 5-78Е. Марки: ПТК ПТ-1 – поделочный сорта 1 и 2, ПТК-С – поделочный конструкционный судовой, ПТМ-1 и ПТМ-2 металлургический, ПТГ-1 графитизированный; А, В, Г – на основе асбестовой ткани.

Пример обозначения: Текстолит ПТК-2,5, сорт 1 ГОСТ 5-78Е, лист 500×800, т. е. текстолит поделочный (ПТК) толщиной 2,5 мм, сорт 1, лист с габаритами 500×800 мм.

Гетинакс выпускается марок: I, II, III, V, VI, VII, X, отличающихся предусмотренными для каждой марки условиями работы в различных средах; с дополнительными требованиями по светопрозрачности (С), высшей и 1-й категорий качества.

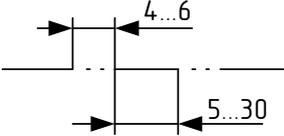
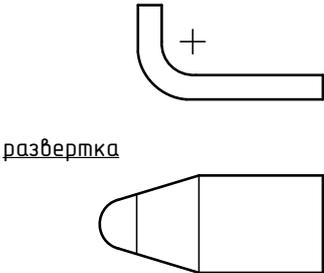
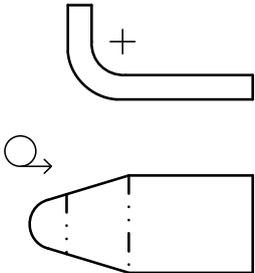
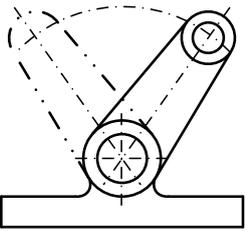
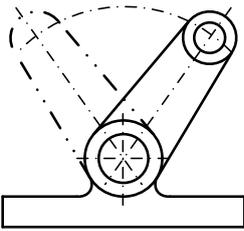
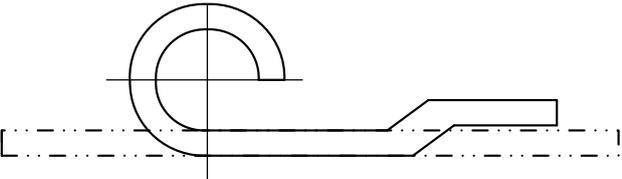
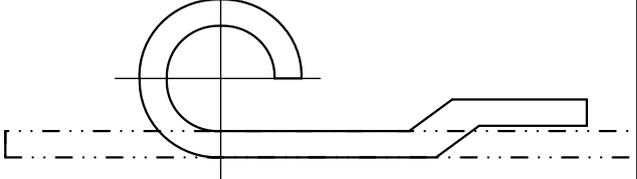
Пример обозначения: Гетинакс 1С 6 ГОСТ 2448-77, лист 500×1000. Гетинакс электротехнический, марки I (для работы в воздухе или в трансформаторном масле), светонепроницаемый (С), толщиной 6 мм, габариты листа 500×1000 мм.

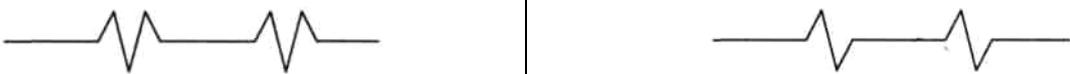
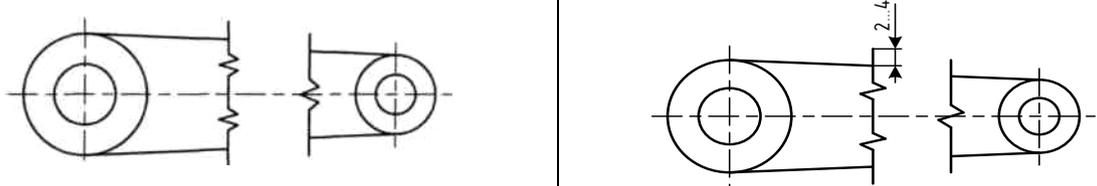
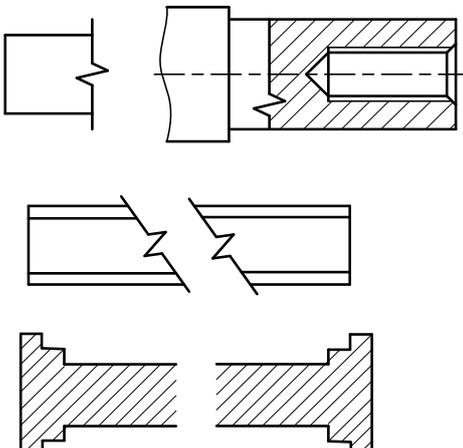
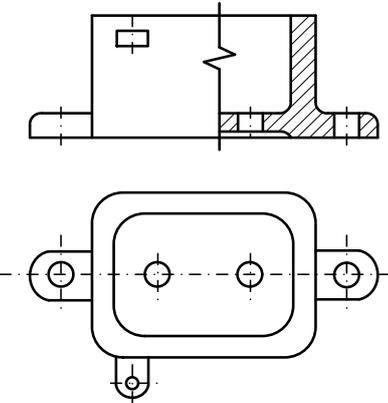
Эбонит электротехнический по ГОСТ 3514-76Е выпускается в виде пластин, стержней, трубок марок А (с повышенными электротехническими свойствами), Б (с обычными электротехническими свойствами) и В – поделочный.

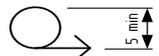
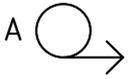
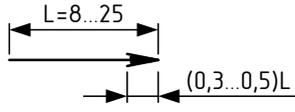
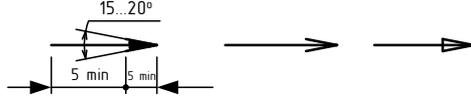
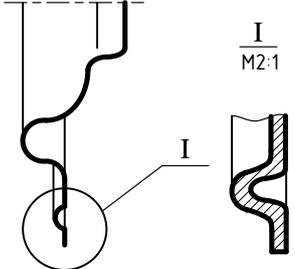
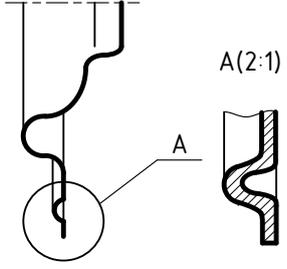
Пример обозначения: Пластина эбонит В8×500 ГОСТ 3514-76Е. Пластина из эбонита поделочного (В) сечением 8×500 мм.

15 СВЕДЕНИЯ О НЕКОТОРЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ ЕСКД ГОСТ

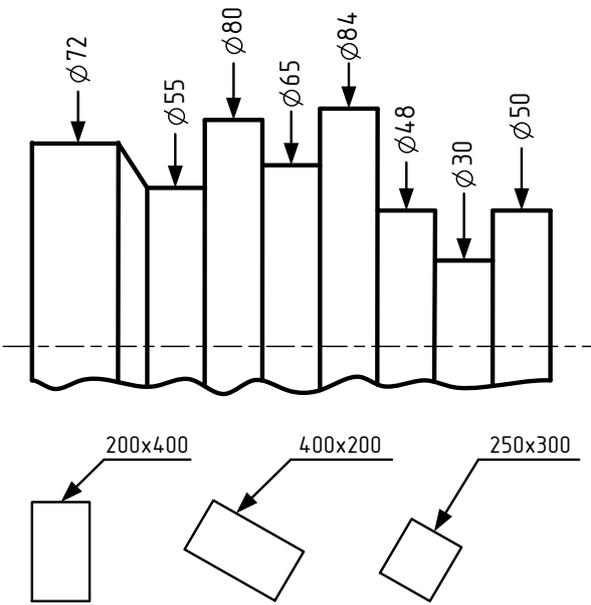
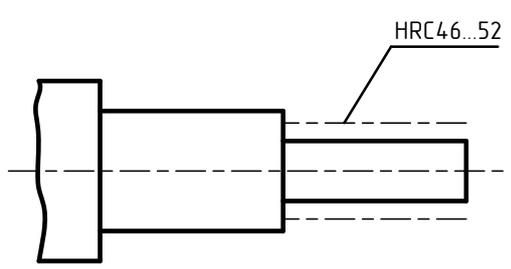
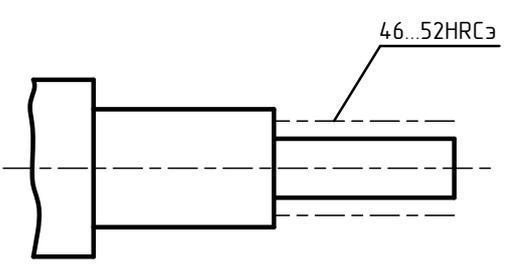
15.1. Изменения в построении и оформлении чертежей

По ЕСКД ГОСТ	По ЕСКД СЭВ (Дата введения 01.10.1990)
<p>Форматы ГОСТ 2.301-68 (СТ СЭВ 1181-78) A0,-,A4</p>	<p>A0,-,A5 (148×210 мм)</p>
<p>Линии ГОСТ 2.303-68 (СТ СЭВ 1178-78) Толщина сплошной основной линии S=0,6–1,5 мм</p>	<p>0,5–1,4 мм</p>
<p>Введена штрихпунктирная с двумя точками тонкая</p>	
<p>а) линия сгиба на развертках</p>	
	
<p>б) изображение крайнего или промежуточного положений подвижных частей</p>	
	
<p>в) изображение развертки, совмещенное с видом</p>	
	

По ЕСКД ГОСТ	По ЕСКД СЭВ
<p>Сплошная тонкая с изломами</p> 	
<p>а) длинные линии обрыва</p> 	
<p style="text-align: center;">Допускается замена сплошной волнистой линии:</p> <p>б) для частичных видов или разрезов, изображений с разрывами</p>  <p style="text-align: center;">Разрыв ограничен линиями штриховки</p>	
<p>в) для соединения вида и части соответствующего разреза</p> 	

По ЕСКД ГОСТ	По ЕСКД СЭВ
ГОСТ 2.305-68 (СТ СЭВ 363-88)	
<u>Обозначение вида</u> (проставляется над соответствующим изображением)	
а) в общем виде	
<u>Вид А</u> <u>Вид Б</u> <u>М 1:4</u>	А Б(1:4)
б) когда вид вынужденно повернут	
<u>Вид А</u> развернуто Развертка	 А  А  135° при необходимости указывается угол
в) когда вид развернут	
<u>А – А</u> <u>А – А</u> повернуто <u>А – А</u> развернуто	 А  
Обозначение размеров и сечений	
<u>А – А</u> <u>А – А</u> повернуто <u>А – А</u> развернуто	А-А А-А  А-А 
Соотношение размеров стрелок, указывающих направление взгляда	
Выносной элемент	
	
Выносной элемент	
	
Допускается буквенное или цифровое (арабскими цифрами) обозначение и название	

По ЕСКД ГОСТ	По ЕСКД СЭВ
ГОСТ 2.306-68 (СТ СЭВ 860-78) Общее графическое обозначение материалов в сечениях независимо от вида материалов	
Бетон	
Жидкости	
Грунт естественный	
Древесина	
	Следует применять, когда нет необходимости указывать направление волокон
ГОСТ 2.307-68 (СТ СЭВ 1976-78, 2180-80) Стрелка размерной линии	
Сфера <i>R12</i>	<i>OR12</i>
	Допускается не наносить на чертеже размеры радиуса дуги окружности сопрягающихся параллельных линий

По ЕСКД ГОСТ	По ЕСКД СЭВ
	<p>Размеры диаметров цилиндрического изделия сложной конфигурации допускается наносить в следующем порядке</p> 
ГОСТ 2.316-68 (СТ СЭВ 856-78, 6306-68)	
	
<u>Обозначение материалов</u>	
серый чугун	
СЧ 12-28 ГОСТ 1412-70	СЧ 15 ГОСТ 1412-85
стальные отливки	
Сталь 15Л-I ГОСТ 977-75	15Л ГОСТ 977-88
В техтребованиях указывают группу отливок	
сортамент стального проката	
Круг $\frac{10 - 4 \text{ ГОСТ } 7417 - 75}{45 - В \text{ ГОСТ } 1050 - 73}$	Круг $\frac{10 - h11 \text{ ГОСТ } 7417 - 75}{45 - В - Н \text{ ГОСТ } 1050 - 88}$

15.2 Обозначение шероховатости поверхностей

Шероховатость поверхности – это совокупность микронеровностей обработанной поверхности детали.

Для определения шероховатости поверхности ГОСТ 2789-73 предусматривает три высотных параметра.

R_a – среднее арифметическое отклонение профиля.

R_z – высота неровностей профиля по десяти точкам.

R_{max} – наибольшая высота профиля.

Шероховатость обрабатываемых поверхностей является одним из показателей качества детали, характеризующим ее надежность в работе.

В зависимости от способа изготовления ее поверхности могут иметь различную шероховатость (таблицы 15.1 и 15.2).

Таблица 15.1 – Размеры шероховатости поверхности (ГОСТ 2789-73)

R_a , мкм					
100	10,0	1,00	<u>0,100</u>		0,010
80	8,0	<u>0,80</u>	0,080		0,008
63	<u>6,3</u>	0,63	0,063		–
<u>50</u>	5,0	0,50	0,050		–
40	4,0	<u>0,40</u>	0,040		–
32	<u>3,2</u>	0,32	0,032		–
<u>25</u>	2,5	0,25	<u>0,025</u>		–
20	2,0	<u>0,20</u>	0,020		–
16,0	<u>1,60</u>	0,160	0,016		–
<u>12,5</u>	1,25	0,125	<u>0,012</u>		–
R_z , мкм					
–	1000	<u>100</u>	10,0	1,00	<u>0,100</u>
–	800	80	8,0	<u>0,80</u>	0,080
–	630	63	<u>6,3</u>	0,63	0,063
–	500	50	5,0	0,50	0,050
–	<u>400</u>	40	4,0	<u>0,40</u>	0,040
–	320	32	<u>3,2</u>	0,32	0,032
–	250	<u>25,0</u>	2,5	0,25	<u>0,025</u>
–	<u>200</u>	20,0	2,0	<u>0,20</u>	–
1600	160	16,0	<u>1,60</u>	0,160	–
1250	125	<u>12,5</u>	1,25	0,125	–

Примечание: Предпочтительные значения параметров подчеркнуты.

Таблица 15.2 – Шероховатость поверхностей

R_a	R_z	Внешний вид поверхности	Примерный способ получения такой поверхности	Пример поверхности
1	2	3	4	5
100	400	Черновая: образованная без удаления слоя материала	Отливка, ковка, штамповка, прокатка	Поверхности деталей машин, аппаратов и сооружений, не соприкасающиеся с другими поверхностями. Поверхности затворов арматуры, каналов, несущих жидкости; кованных и штампованных деталей
50 25 12,5	200 100 50	Грубая: обдирочная, но ровная без перекосов, с грубыми следами обработки	Обдирочное точение, строгание, фрезерование. Обработка драчевым напильником, абразивным обдирочным кругом. Сверление, прокат, ковка, горячая штамповка и т. п.	Отверстия из-под сверла на проход и под нарезку. Соприкасающиеся поверхности (привалочные) кронштейнов, крышек и фланцев арматуры котлов, резервуаров и т. п.
6,3 3,2 1,6	25,0 12,5 6,3	Получистая: с малозаметными следами обработки	Чистовое точение, строгание, растачивание, фрезерование, зенкерование. Отпиливание личным напильником, шабрение, сверление. Прокат, литье в кокиль и по восковым моделям, штамповка и т. п.	Наружные поверхности шкивов; расточки из-под резца шкивов, втулок подшипников качения и скольжения; подготовка плоскости под шабрение и т. п.
0,8 0,4 0,2	3,2 1,60 0,80	Чистая: без видимых следов обработки	Отделочное (тонкое и алмазное) точение и растачивание. Чистовое и тонкое развертывание. Шлифование чистовое. Чистовое и отделочное протягивание. Опиловка напильником, шабрение, полирование обычное, раскатывание. Волочение, холодное выдавливание, дорнование и т. д.	Поверхности цилиндров машин двигателей, опорные поверхности клапанов и их седел, шейки и цапфы валов и шпинделей, шейки и цапфы под подшипники качения и т. п.

1	2	3	4	5
0,100 0,025 0,012	0,40 0,20 0,100 0,050 0,025	Весьма чистая, высшая степень чистоты обработки	Тонкое шлифование и полирование. Ручные и доводочные процессы (чистовой, тонкий и двукратный суперфиниш, тонкое хонингование). Притирка тонкая и т. п.	Вращающиеся и скользящие поверхности машин двигателей, рабочие поверхности калибров (особо ответственных измерительных инструментов)

Примечание. Параметр R_a является предпочтительным.

Шероховатость должна быть обозначена на чертеже для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей изделия, кроме тех из них, для которых нормирование требований к шероховатости не обусловлено требованиями конструкции.

В обозначении шероховатости следует применять один из знаков, изображенных на рисунке 15.1. Выполняют знаки сплошной тонкой линией, толщина которой приблизительно равна половине толщины сплошной основной линии, применяемой на чертеже. Высота h должна быть приблизительно равна применяемой на чертеже высоте цифр размерных чисел. Высота H равна (1,5–3) h .

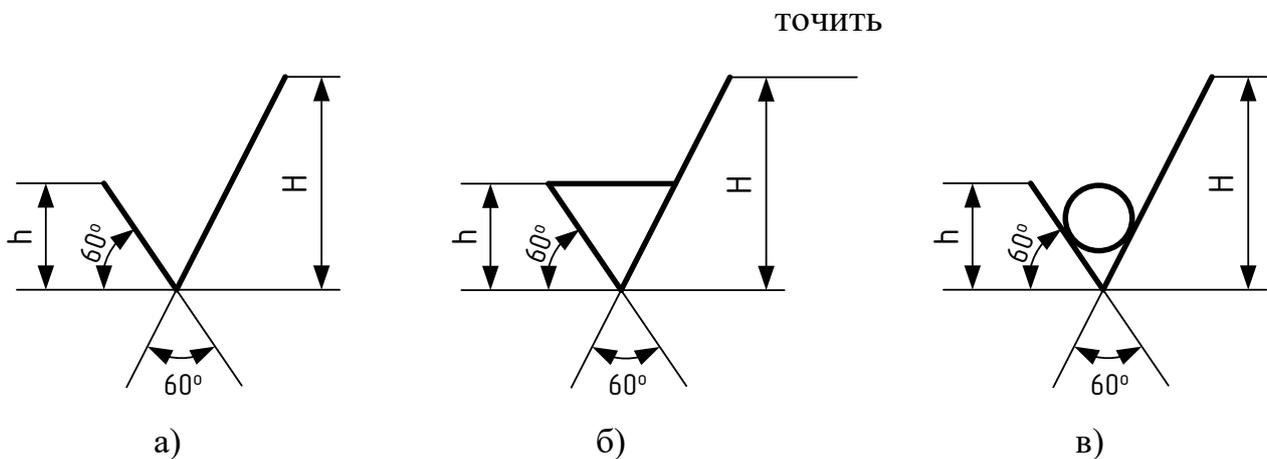


Рисунок 15.1 – Знаки для обозначения шероховатостей

Шероховатость поверхности, вид обработки которой конструктором не устанавливается, обозначают знаком, изображенным на рисунке 15.1, а. В обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть образована удалением слоя материала, например, точением, фрезерованием, шлифованием, травлением и т. п., применяют знак, приведенный на рисунке 15.1, б, с указанием на полке вида

обработки. Шероховатость поверхности, полученной *без удаления материала*, например, литьем, ковкой, объемной штамповкой, прокатом, волочением и т. п., обозначают знаком, изображенным на рисунке 15.1, в.

В обозначении шероховатости по ГОСТ 2789-73 указывают значение параметра R_a без символа, например: $\sqrt{12,5}$, а для остальных параметров после соответствующего символа, например: $\sqrt{R_z} 25$; $\sqrt{R_{zmax}} 50$.

ГОСТ 2789-73 устанавливает следующие пределы значений параметров шероховатости: $R_a = 0,008...100$ мкм; $R_z = R_{max} = 0,025...1600$ мкм;

Шероховатость посадочных поверхностей отверстий и валов зависит от их диаметров (табл. 15.3).

Знаки шероховатости поверхности должны касаться контурных, выносных, или штрихпунктирных линий (рис. 15.2, 15.3). При изображении детали с разрывом (рис. 15.4) обозначение шероховатости наносят только на одной части детали, по возможности ближе к месту указания размеров.

Таблица 15.3 – Шероховатость посадочных поверхностей отверстий и валов

Интервал размера, мм	Отверстие			Вал		
	Квалитет					
	6,7	8	9	6,7	8	9
	R_a , мкм					
Св.18 до 50	0,8	1,6	3,2	0,8	0,8	1,6
Св. 50 до 120	1,6	1,6	3,2	0,8	1,6	1,6
Св. 120 до 500	1,6	3,2	3,2	1,6	3,2	3,2

Если шероховатость всех поверхностей детали должна быть одинаковой, то в правом верхнем углу чертежа наносят общее обозначение шероховатости (рис. 15.5; $R_z 25$).

Если шероховатость поверхности детали должна быть разной, то в правом верхнем углу чертежа наносят обозначение преобладающей по числу поверхностей шероховатости и знак V в скобках, который означает, что все остальные поверхности детали, кроме обозначенных на изображении, должны иметь шероховатость, указанную перед скобкой (рисунки 15.2–15.4).

Если шероховатость на одной и той же поверхности должна быть различной, то эти участки разделяются тонкой сплошной линией (рис. 15.6, 15.7).

Обозначение шероховатости рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес и эвольвентных шлиц условно наносят на линии делительной поверхности (рис. 15.8, 15.9).

Если шероховатость контура должна быть одинаковой, то обозначение наносится один раз со знаком окружности (рис. 15.10, 15.11). Диаметр знака равен 4–5 мм.

При необходимости указать способ обработки: надпись наносится на полке знака (рис. 15.11, 15.12). Нанесение знака шероховатости на поверхностях с различным расположением показано на рисунке 15.13.

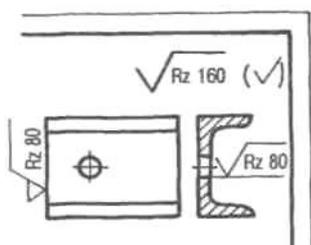


Рисунок 15.2

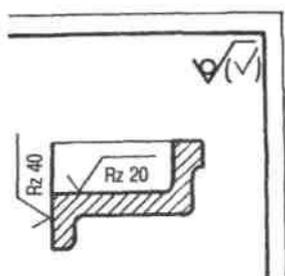


Рисунок 15.3

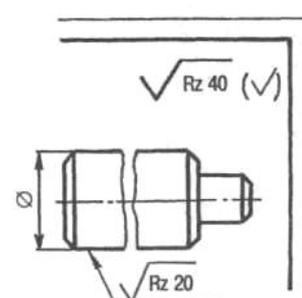


Рисунок 15.4

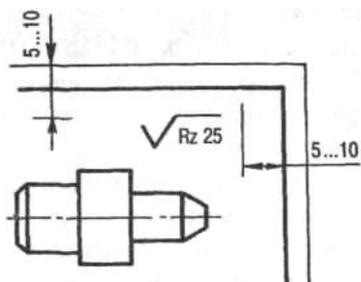


Рисунок 15.5

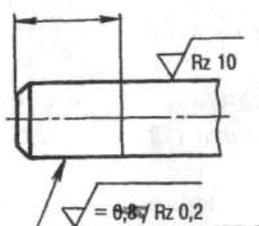


Рисунок 15.6

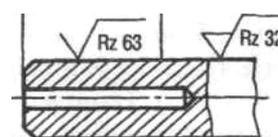


Рисунок 15.7

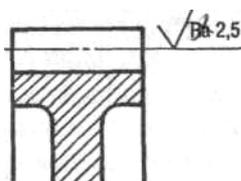


Рисунок 15.8

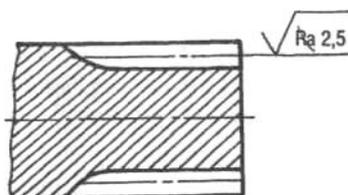


Рисунок 15.9



Рисунок 15.10



Рисунок 15.11

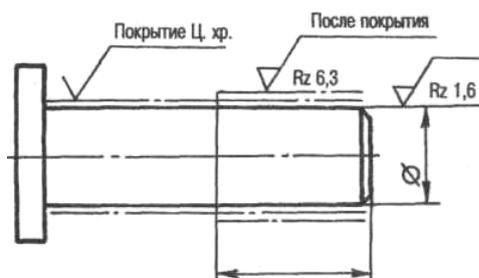


Рисунок 15.12

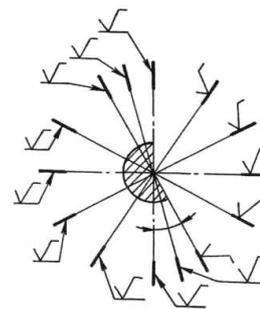


Рисунок 15.13

Обозначение шероховатости резьбы наносят, как показано на рисунках 15.14, 15.15, радиусов, фасок (рисунках 15.16, 15.17), шпоночных и других видов пазов – на рисунке 15.18.

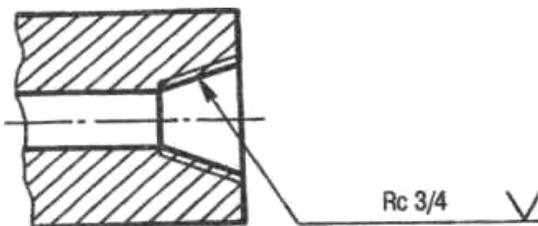


Рисунок 15.14

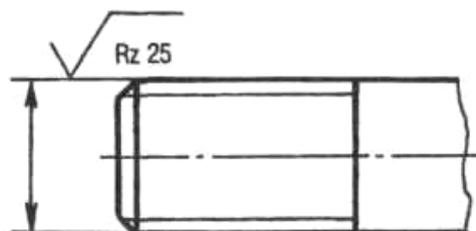


Рисунок 15.15

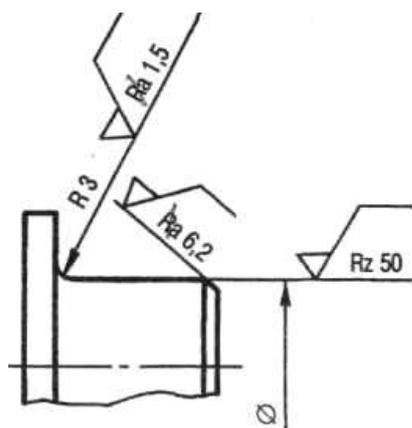


Рисунок 15.16

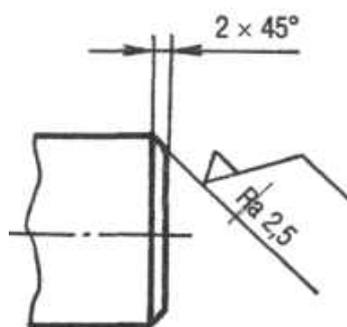


Рисунок 15.17

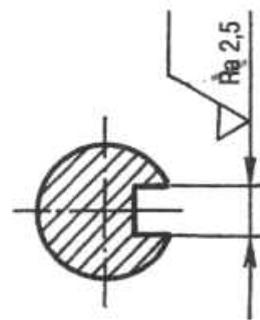


Рисунок 15.18

Если шероховатость поверхностей, образующих контур, должна быть одинаковой, обозначение шероховатости наносят один раз с использованием вспомогательного знака – окружности (рис. 15.19, а, б). Диаметр вспомогательного знака равен 4–5 мм.

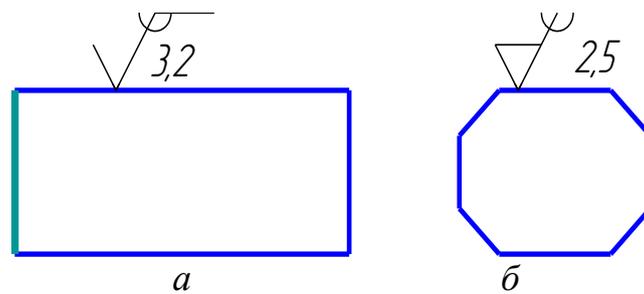


Рисунок 15.19

15.3 Изображение швов сварных соединений

Независимо от способов сварки швы сварных соединений условно изображают: видимые – сплошной основной линией (рисунок 15.20) невидимые – штриховой линией (рис. 15.21).

Видимую одиночную сварную точку, независимо от способа сварки, условно изображают знаком «+» (рис. 15.22).

От изображения шва или одиночной точки проводят тонкую сплошную линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой (рис. 15.20–15.22). Линию-выноску предпочтительно проводить от изображений видимого шва.

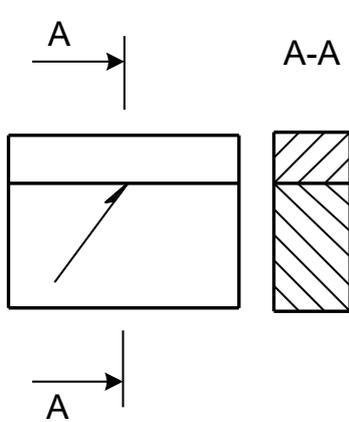


Рисунок 15.20

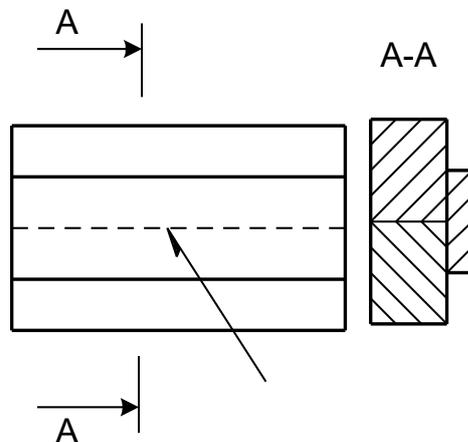


Рисунок 15.21

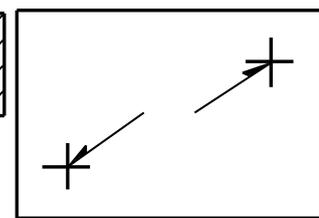


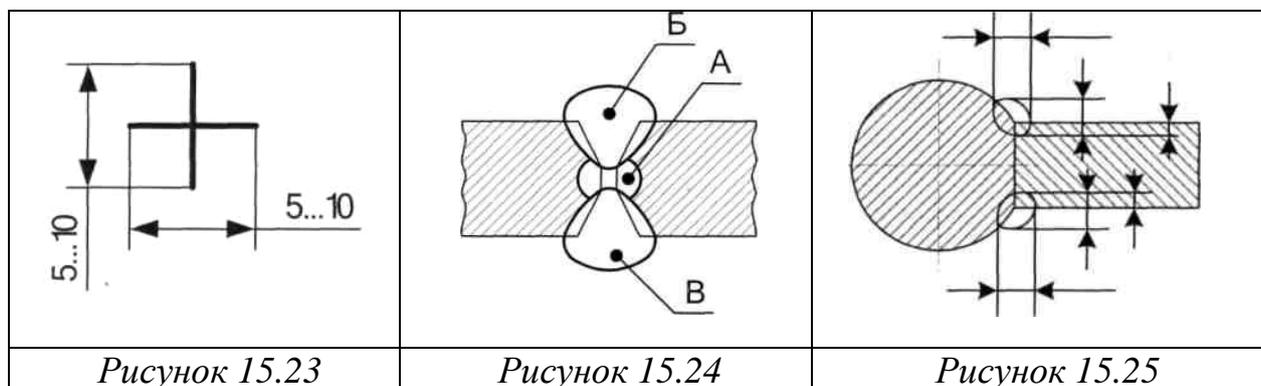
Рисунок 15.22

Знак «+» при изображении видимой одиночной сварной точки выполняют сплошными линиями (рис. 15.23). Невидимые одиночные точки не изображают.

На изображении сечения многопроходного шва допускается наносить контуры отдельных проходов; при этом их обозначают прописными буквами русского алфавита (рис. 15.24). Нестандартные швы изображают с указанием размеров конструктивных элементов, необходимых для выполнения шва по данному чертежу (рис. 15.25).

Границы шва показывают сплошными основными линиями, а конструктивные элементы кромок в границах шва – сплошными тонкими линиями.

В условном обозначении шва вспомогательные знаки (табл. 15.4) выполняют сплошными тонкими линиями. Вспомогательные знаки должны быть одинаковой высоты с цифрами, входящими в обозначение шва.



Знак катета шва (равнобедренный прямоугольный треугольник) выполняют сплошными тонкими линиями. Высота знака и высота цифр, входящих в обозначение шва, должны быть одинаковы.

Если на чертеже должны быть указаны одинаковые швы, обозначение наносят у одного из изображений, а от изображений остальных одинаковых швов проводят линии-выноски с полками. Всем одинаковым швам присваивают один порядковый номер, который ставят:

- на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным над ней обозначением шва;
- под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с оборотной стороны, не имеющего обозначения;
- над полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны, не имеющего обозначения.

Число одинаковых швов допускается указывать на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным над ней обозначением шва.

Швы считают одинаковыми, если одинаковы их типы и размеры конструктивных элементов в поперечном сечении и к ним предъявлены одни и те же технические требования.

Примеры условных обозначений швов сварных соединений приведены в таблице 15.5.

Если на чертеже указаны швы, выполняемые по одному и тому же стандарту, обозначение стандарта указывают в технических требованиях чертежа (запись по типу: «Сварные швы...по...») или в таблице.

Допускается не присваивать порядковый номер одинаковым швам, если все швы на чертеже одинаковы и изображены с одной стороны (лицевой или оборотной). При этом швы, не имеющие обозначения, отмечают линиями-выносками без полок.

Одинаковые требования, предъявляемые ко всем швам или группе швов, приводят один раз в технических требованиях или в таблице швов.

Таблица 15.4 – Вспомогательные знаки сварных швов

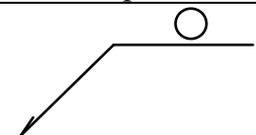
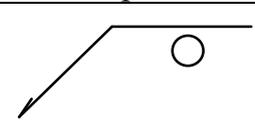
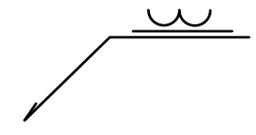
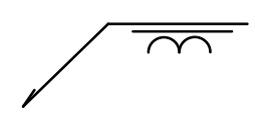
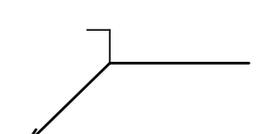
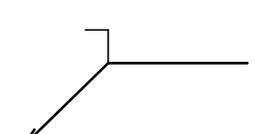
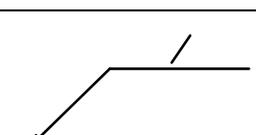
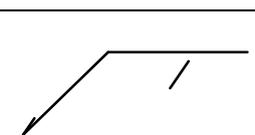
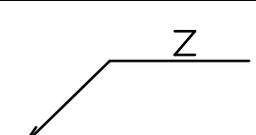
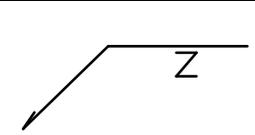
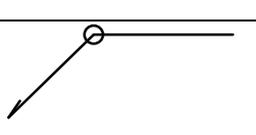
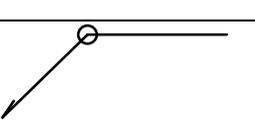
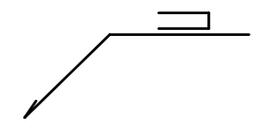
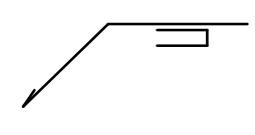
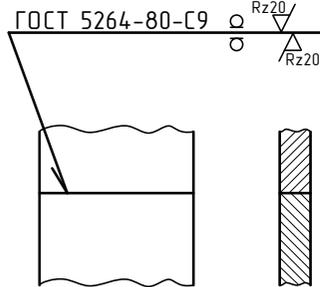
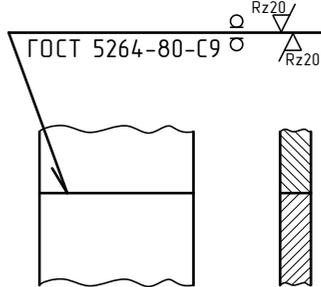
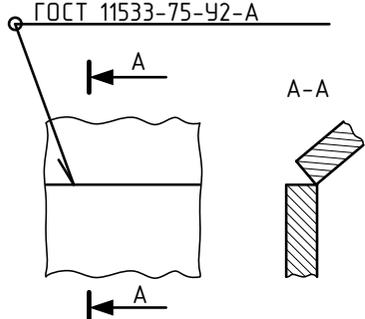
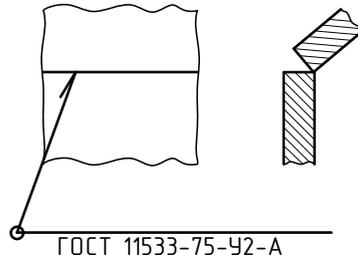
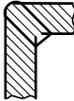
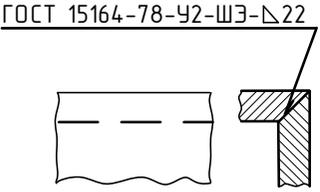
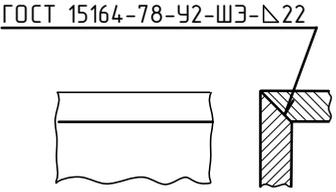
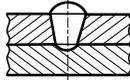
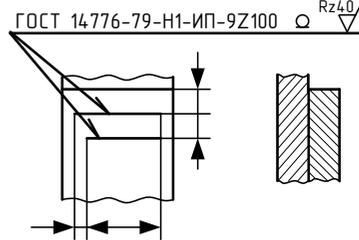
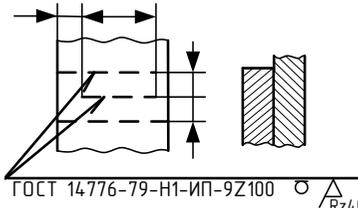
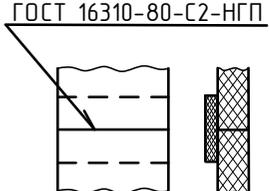
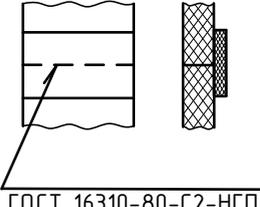
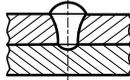
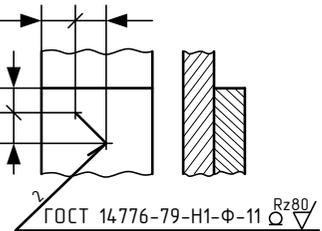
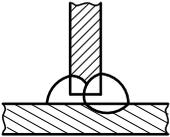
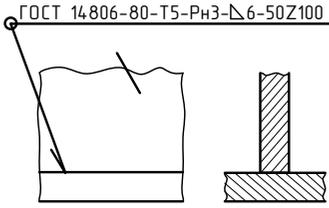
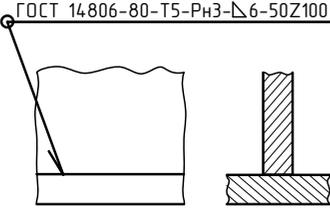
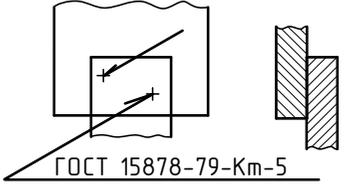
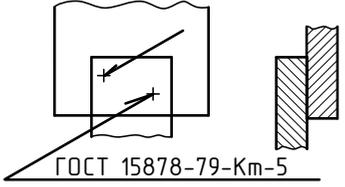
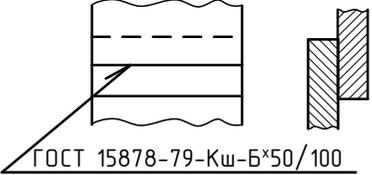
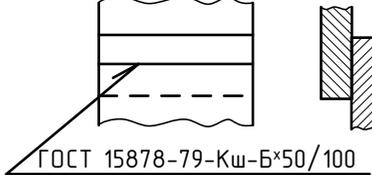
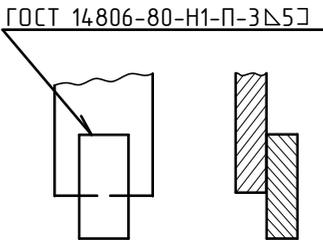
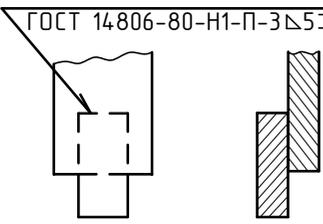
Вспомогательный знак	Значение знака	Расположение относительно полки линии-выноски, проведенной от изображения шва	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
	Усиление шва снять		
	Наплавки и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу		
	Шов выполнить при монтаже изделия, т. е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения		
	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением. Угол наклона линии $\approx 60^\circ$		
	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением		
	Шов по замкнутой линии, диаметр знака 3–5 мм		
	Шов по незамкнутой линии. Знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа		

Таблица 15.5 – Условные обозначения стандартных швов сварных соединений

Характеристика шва	Форма поперечного сечения шва	Условное обозначение шва, изображенного на чертеже	
		С лицевой стороны	С оборотной стороны
Шов стыкового соединения с криволинейным скосом одной кромки, двусторонний, выполняемый дуговой ручной сваркой при монтаже изделия. Усиление снято с обеих сторон. Параметр шероховатости поверхности шва: с лицевой стороны – Rz 20 мкм; с оборотной стороны – Rz 80 мкм			
Шов углового соединения без скоса кромок, двусторонний, выполняемый автоматической сваркой под флюсом по замкнутой линии			
Шов углового соединения со скосом кромок, выполняемый электрошлаковой сваркой проволочным электродом. Катет шва – 22 мм			

Характеристика шва	Форма поперечного сечения шва	Условное обозначение шва, изображенного на чертеже	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
Шов точечный нахлесточного соединения, выполняемый дуговой сваркой в инертном газе плавящимся электродом. Расчетный диаметр точки – 9 мм. Шаг – 100 мм. Расположение точек шахматное. Усиление должно быть снято. Параметр шероховатости обработанной поверхности Rz – 40 мкм			
Шов стыкового соединения без скоса кромок, односторонний, на остающейся подкладке, выполняемый сваркой нагретым газом с присадкой			
Одиночные сварные точки нахлесточного соединения, выполняемые дуговой сваркой под флюсом. Диаметр электродзаклепки – 11 мм. Усиление должно быть снято. Параметр шероховатости обработанной поверхности Rz – 80 мкм			—

Характеристика шва	Форма поперечного сечения шва	Условное обозначение шва, изображенного на чертеже	
		С лицевой стороны	С оборотной стороны
Шов таврового соединения без скоса кромок, двусторонний, прерывистый с шахматным расположением, выполняемый дуговой ручной сваркой в защитных газах неплавящимся металлическим электродом по замкнутой линии. Катет шва 6 мм. Длина провариваемого участка – 50 мм. Шаг – 100 мм			
Одиночные сварные точки нахлесточного соединения, выполняемые контактной точечной сваркой. Расчетный диаметр точки – 5 мм	—		
Шов нахлесточного соединения прерывистый, выполняемый контактной шовной сваркой. Ширина шва – 6 мм. Длина провариваемого участка – 50 мм. Шаг – 100 мм			
Шов нахлесточного соединения без скоса кромок, односторонний, выполняемый дуговой механизированной сваркой в защитных газах плавящимся электродом. Шов по незамкнутой линии. Катет шва – 5 мм			

15.4 Обозначение резьбы

Резьбу изображают в соответствии с ГОСТ 2.311-68 (рис. 15.26). Обозначения метрических, трапецеидальных, упорных резьб относят к наружному диаметру, которые наносят над размерной линией (рис. 15.26, в, д, е).

На изображениях отверстий, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярно к оси отверстия по наружному диаметру резьбы проводят дугу приблизительно равную $\frac{3}{4}$ окружности, разомкнутую в любом месте (рис. 15.26 а, б).

На разрезах, параллельных оси отверстия, сплошную тонкую линию по наружному диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега (рис. 15.26, г, ж).

На изображениях стержней проводят сплошные основные линии по наружному диаметру резьбы и сплошные тонкие линии – по внутреннему (рис. 15.26, в, д, е).

Метрическую резьбу подразделяют на резьбу с крупным и мелким шагом.

Резьба с крупным шагом обозначается на чертежах буквой М, за которой следует число, указывающее наружный диаметр резьбы, а по ГОСТ 16093-81 дается поле допуска (рис. 15.26, а). У резьбы с мелким шагом после буквы М ставят наружный диаметр резьбы, через знак умножения – шаг резьбы и поле допуска (рис. 15.26, б).

Левые резьбы обозначаются буквами LH. Например: М20×1,5 LH.

В обозначении одноходной трапецеидальной резьбы наносят буквы Т_ч, наружный диаметр и шаг, а для многозаходных резьб указывают еще число заходов. Например, Т_ч 40×10 (рис. 15.26, е).

В обозначении однозаходной упорной резьбы указывают букву S, наружный диаметр и шаг. Например, S40×6 (рис. 15.26, д).

В обозначении трубной резьбы указывают буква G, диаметр в дюймах, класс точности; при этом знак дюймов не указывается. Например, G 1 $\frac{1}{2}$ – А (рис. 15.26, г).

Для обозначения полей допусков метрической резьбы установлен ряд основных отклонений, обозначаемых буквами латинского алфавита: для болтов – h, g, f, e, d; для гаек – H, G, F, E. Например, 4h, 8g, 5H, 6G. Цифры показывают степень точности.

На рисунке 15.26, г–е показано соответственно обозначение трубной, упорной и трапецеидальной резьб.

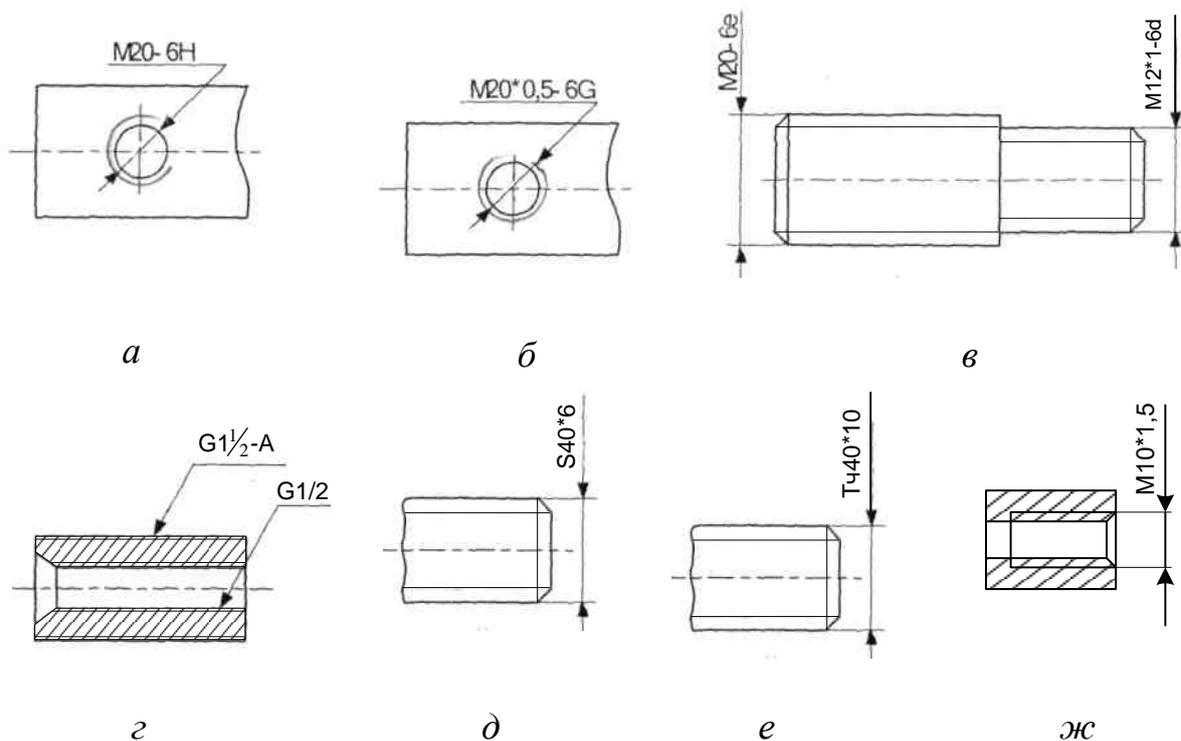


Рисунок 15.26. Изображение и обозначение резьбы

15.5 Обозначение допусков и посадок на чертежах

Номинальным называется размер, относительно которого определяются предельные размеры и который служит началом отсчета отклонений.

Верхнее предельное отклонение – это разность между наибольшим предельным и номинальным размерами.

Нижнее предельное отклонение – это разность между наименьшим предельным и номинальным размерами.

Нулевая линия – это линия, соответствующая номинальному размеру, от которого откладывают отклонения размеров.

Допуск – разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами.

Поле допуска – поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями.

Основное отклонение – одно из двух отклонений (верхнее или нижнее), используемое для определения положения поля допуска относительно нулевой линии.

Основные отклонения на чертежах обозначают латинскими буквами: прописными для отверстий – *H* и строчными для валов – *h*.

Предельные отклонения на чертежах можно указывать:

- цифрами после номинального размера, например, $60_{-0,050}^{+0,100}$, $50 \pm 0,050$, $50_{-0,050}^{+0,100}$, $50_{-0,050}$;
- латинскими буквами в сочетании с номерами качества например, $70 H8$, $45e8$, $50g6$, $30F$;
- буквами и цифрами например, $50e8_{-0,089}^{(-0,050)}$, $40F7_{+0,025}^{(+0,050)}$, $15h8_{(-0,027)}$.

В системе стандартов для размеров 1–500 мм установлено 19 качеств. Качество – это совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров. С увеличением качества допуск увеличивается (табл. 15.6).

Таблица 15.6 – Качества 7 и 8

Интервал размеров, мм	Поле допуска отверстий				Поле допуска валов			
	<i>F7</i>	<i>H7</i>	<i>F8</i>	<i>H8</i>	<i>f7</i>	<i>h7</i>	<i>e8</i>	<i>h8</i>
	Предельное отклонение, мкм							
Свыше 6 до 10	+28	+15	+35	+22	-13	0	-25	0
	+13	0	+13	0	-28	-15	-47	-22
Свыше 10 до 18	+34	+18	+43	+27	-16	0	-32	0
	+16	0	+16	0	-34	-18	-59	-27
Свыше 18 до 30	+41	+21	+53	+33	-20	0	-40	0
	+20	0	+20	0	-41	-21	-73	-33
Свыше 30 до 50	+50	+25	-64	+39	-25	0	-50	0
	+25	0	+25	0	-50	-25	-89	-39

Качества точнее 5-го предназначены для допусков калибров, концевых мер и других точных мер и элементов приборов. Редко применяют качества с 14 по 17. В таблице 15.7 приведены технологические рекомендации для получения наиболее распространенных допусков, а в таблице 15.8 – рекомендуемые поля допусков.

Для неотчетливых, несопрягаемых размеров изделий стандарт рекомендует ограничиться предельными отклонениями по качествам:

12 («точный» класс), 14 («средний» класс) и 16 («грубый» класс). На поле чертежа в таких случаях делают запись в соответствии с имеющимися размерами на деталях и узлах изделия. Например, для несопрягаемых размеров вала молотильного барабана комбайна (диаметр отверстия под ломик, диаметр этого конца вала, длина вала и размер от его торца до отверстия) можно записать: «Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий H14, валов h14, остальных $\pm \frac{t}{2}$ ».

Таблица 15.7 – Возможные финишные операции для обеспечения допусков квалитетов

Квалитет	Финишная операция	Система ОСТ	
		Отв.	Валы
H6 h5	Суперфиниш, доводка, обтачивание и растачивание алмазами, шлифование, развертывание тремя развертками	A ₁	B ₁
H7 h6	Нормальное (чистовое) шлифование обтачивание и растачивание на точных токарных станках и прецизионных автоматах продольного точения	A	B
H8 h7	Шлифование пониженной точности, чистовое обтачивание и растачивание на токарных станках двойное развертывание, протягивание	A _{2a}	B _{2a}
H8, H9 h8, h9	Нормальное обтачивание и растачивание на токарных и повышенной точности токарно-револьверных станках, точное литье под давлением	A ₃	B ₃
H10 h10	Нормальное обтачивание и растачивание на токарно-револьверных станках и автоматах, на неточных токарных станках, точное литье под давлением, точное прессование деталей из пластмасс	A _{3a}	B _{3a}
H11 h11	Обтачивание и растачивание на автоматах токарно-револьверных, на неточных токарных станках, точное фрезерование, зенкерование и сверление в кондукторах	A ₄	B ₄
H12 h12	Черновое обтачивание на любых станках, нормальное фрезерование и строгание, сверление без кондуктора	A ₅	B ₅

Посадкой называется характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов. Если диа-

метр отверстия меньше диаметра вала, то разность между ними называют *натягом*, а если больше – *зазором*.

Посадки с натягом обеспечивают взаимную неподвижность соединяемых деталей. Посадки с зазором обеспечивают свободное взаимное перемещение соединяемых деталей.

Переходные посадки не гарантируют взаимной неподвижности соединяемых деталей. При них возможно получение как зазора, так и натяга (табл. 15.8).

Таблица 15.8 – Поля допусков при номинальных размерах от 1 до 500 мм

Основное отклонение		Поле допуска		Группа посадок
валов	отверстий	валов	отверстий	
1	2	3	4	5
z, x, u, t	Z, X, U, T	z8; x8; u8; t5; s5;	U8; T7;	С натягом
s, r	S, R	s_6 ; s7; r5; r_6 ;	S7; R7;	
p, n	P, N	p5; p_6 ; n4; n5;	P6; P_7 ; N5; N6;	
h, m	H, M	n_6 ; n7; m4–m7;	N_7 ; N8; M5–M8;	Переходные
k,	K,	k4; k5; k_6 ; k7;	K5; K6; K_7 ; K8;	
j ₃	J ₃	j ₃ 4; j ₃ 5; j_{36} ; j ₃ 7;	J ₃ 5; J ₃ 6; J_{37} ; J ₃ 8;	
h ₁	H ₁	h4; h5; h_6 – h_9	H5; H6; H_7 – H_9	С зазором
g, f	G, F	h_{11} ; h ₁₂ g4 – g_6 ; f6; f_{36} - f ₉ ;	H ₁₀ ; H_{11} ; H ₁₂ G5–G7; F7; F_8 ; F ₉	
e, d	E, D	e7; e_8 ; e9; d8; d_9 ;	E8; E_9 ; D8–D11;	
c, b, a	C, B, A	d ₁₀ ; d_{11} ; c8; c ₁₁ ; b ₁₁ ; b ₁₂ ; a ₁₁	C ₁₁ ; B ₁₁ ; B ₁₂ ; A ₁₁	

Примечания:

1. Предпочтительные поля допусков указаны в рамках.
 2. В таблице поля расположены в порядке убывания натягов и возрастания зазоров в посадках основных и посадочных деталей соответствующих квалитетов.

3. Пример пользования таблицей. Найти предельные отклонения деталей соединения $\varnothing 30 H7/k6$. Посадка – в системе отверстия, основное отклонение k вала указывает, что данное поле допуска ($k6$) применяется в переходных посадках.

Численные значения предельных отклонений для любых размеров и посадок содержатся в соответствующих таблицах ГОСТ 25347-82 и ГОСТ 25346-89. Например, для вала $\varnothing 50e8$ (см. таблицу 15.6) верхнее и нижнее предельные отклонения составляют $-0,050$ и $-0,089$. Следовательно, для вала вместо $\varnothing 50e8$ можно написать $\varnothing 50_{-0,089}^{-0,050}$.

В стандартных таблицах предельные отклонения приводят в системе отверстия и в системе вала (табл. 15.9).

Таблица 15.9 – Посадки

Поле допуска основного отверстия	Основное отклонение вала					
	<i>c</i>	<i>cd</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>h</i>
1	2	3	4	5	6	7
В системе отверстий						
H6	–	–	–	–	–	$\frac{H6}{h6}$
H7	–	–	–	$\frac{H7}{e7}$	$\frac{H7}{f7}$	$\frac{H7}{h7}$
H8	–	–	$\frac{H8}{d8}$	$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H8}{f8}$	$\frac{H8}{h8}$
H9	–	–	$\frac{H9}{d9}$	$\frac{H9}{e9}$	–	$\frac{H9}{h9}$
H10	$\frac{H10}{c10}$	$\frac{H10}{cd10}$	$\frac{H10}{d10}$	–	–	$\frac{H10}{h10}$
H11	$\frac{H11}{c11}$	$\frac{H11}{cd11}$	–	–	–	$\frac{H11}{h11}$

1	2	3	4	5	6	7
Поле допуска основного вала	Основное отклонение отверстия					
	<i>C</i>	<i>CD</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>H</i>
В системе вала						
h6	–	–	–	–	–	$\frac{H6}{h6}$
h7	–	–	–	$\frac{E7}{h7}$	$\frac{F7}{h7}$	$\frac{H7}{h7}$
h8	–	–	$\frac{D8}{h8}$	$\frac{E8}{h8}$	$\frac{F8}{h8}$	$\frac{H8}{h8}$
h9	–	–	$\frac{D9}{h9}$	$\frac{E9}{h9}$	–	$\frac{H9}{h9}$
h10	$\frac{C10}{h10}$	$\frac{CD10}{h10}$	$\frac{D10}{h10}$	–	–	$\frac{H10}{h10}$
h11	$\frac{C11}{h11}$	$\frac{CD11}{h11}$	–	–	–	$\frac{H11}{h11}$

В машиностроении наиболее распространена система отверстия. Система вала применяется как исключение, так как обрабатывать наружную поверхность детали значительно легче, чем внутреннюю.

Примеры обозначения на чертеже допусков и посадок приведены на рисунке.

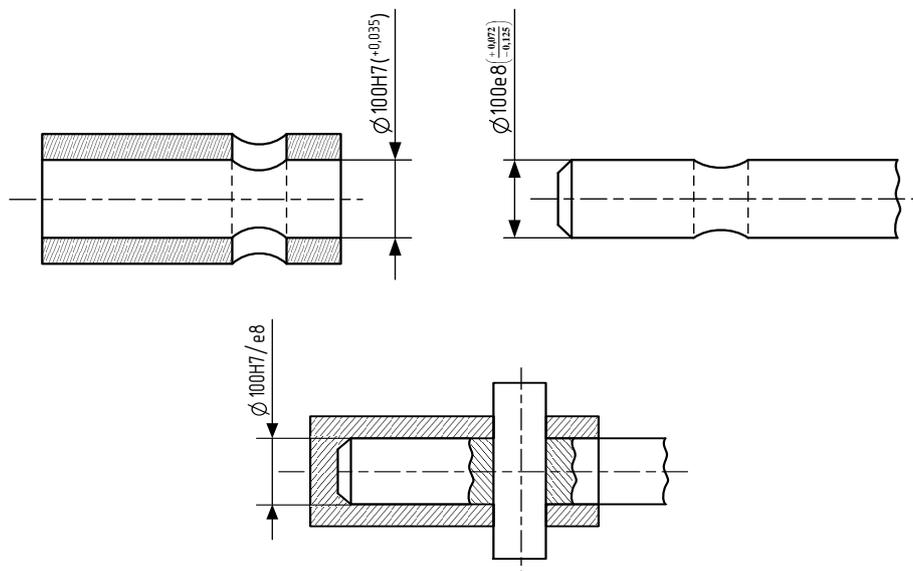


Рисунок 15.27 – Обозначение на чертеже допусков и посадок

15.6 Предельные отклонения формы и расположения поверхностей

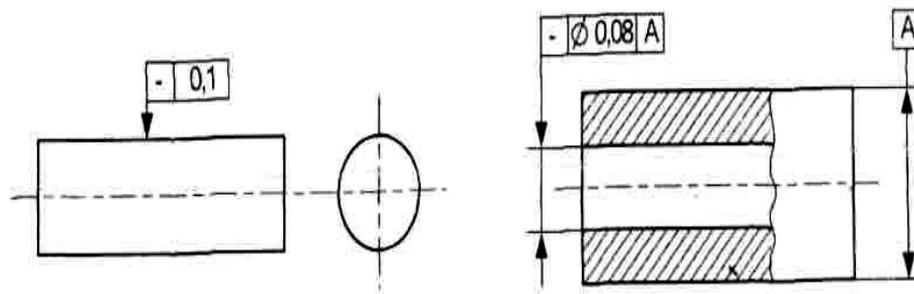
Предельные отклонения геометрической формы детали и взаимного расположения поверхностей указывают на чертежах условными обозначениями или текстом в технических требованиях. Условные обозначения предпочтительнее (ГОСТ 2.308-79). При условном обозначении все данные располагают в прямоугольной рамке, разделенной на две или три части (табл. 15.10).

Таблица 15.10 – Знаки допусков форм и расположения поверхностей (ГОСТ 2.308-79)

Допуск	Знак	Допуск	Знак
Прямолинейности	—	Позиционный	\oplus
Плоскостности	\sphericalangle	Пересечения осей	\times
Параллельности	/	Радиального биения	/
Круглости	○	Торцевого биения	
Цилиндричности	⌀	Биения в заданном направлении	
Профиля продольного сечения	—	Полного радиального биения	\sphericalangle
Перпендикулярности	—	Формы заданного профиля	⤿
Наклона	—	Формы заданной поверхности	⤿
Соосности	◎	Зависимый	Ⓜ
Симметричности	=	Расположения	Ⓟ
Пересечения осей	+		

В первой части рамки указывается знак допуска. Во второй – предельное отклонение (в миллиметрах); в третьей – буквенное обозначение базы или другой поверхности, к которой относят отклонение расположения (рис. 15.28).

Допуск прямолинейности



Допуск перпендикулярности

Допуск цилиндричности

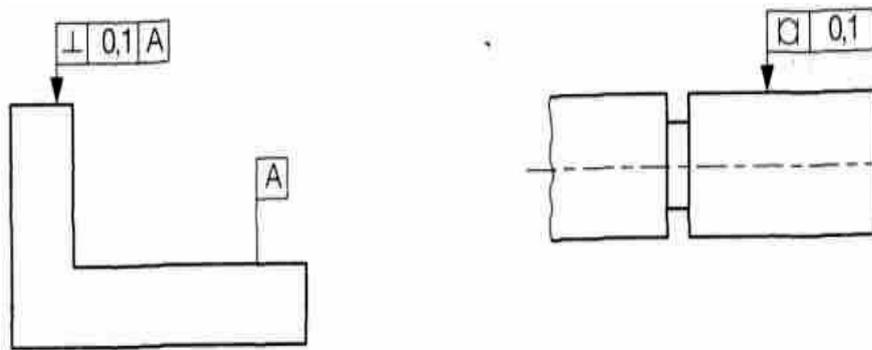


Рисунок 15.28 – Допуски формы поверхностей

Для примера расшифруем допуск прямолинейности:

\square – знак допуска прямолинейности;

\circ – символ, обозначающий круглое поле допуска;

0,08 – числовое значение допуска;

A – база, относительно которой дан допуск.

Указанное обозначение читается так: «Допуск прямолинейности оси отверстия, круглости, относительно поверхности A 0,08 мм».

При указании допуска рамку соединяют с элементом, к которому относятся все обозначения, прямой или ломаной линией, заканчивающейся стрелкой. Если предельные отклонения поверхности определяются относительно базы, то рамку соединяют и с базой, а линия заканчивается зачерненным треугольником (рис. 15.29).

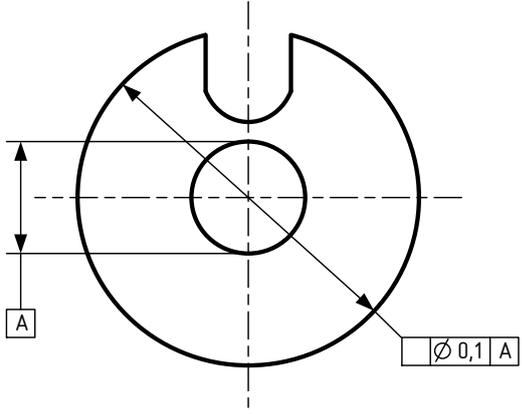
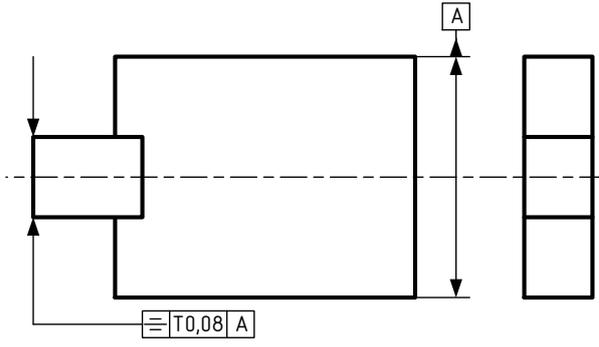
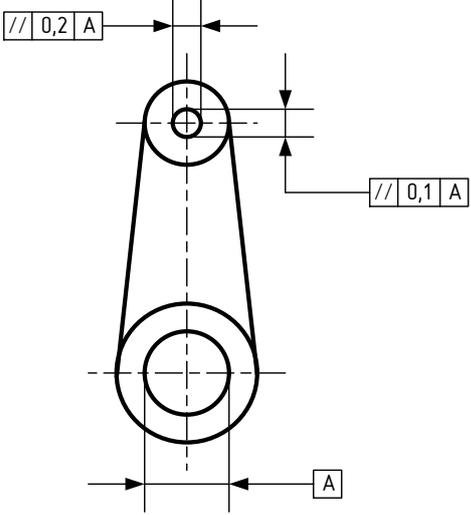
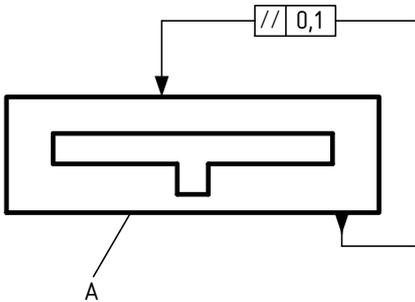
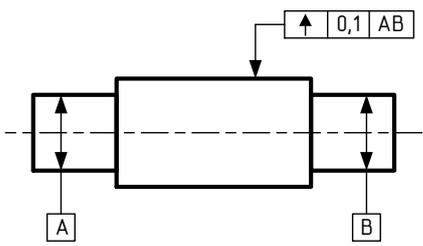
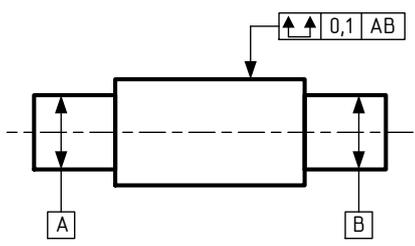
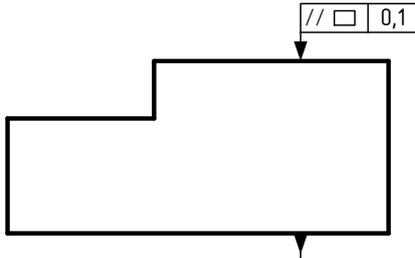
Допуск соосности	Допуск симметричности
	
Допуск параллельных осей	
	
Допуск радиального сечения	Допуск полного радиального биения
	
Суммарный допуск параллельности и плоскостности	
	

Рисунок 15.29 – Допуски расположения поверхностей

Допуск формы и расположение поверхностей разрешается указывать текстом в технических требованиях чертежа (рис. 15.30)

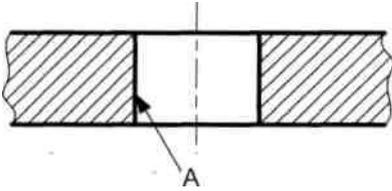
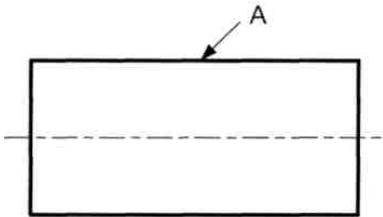
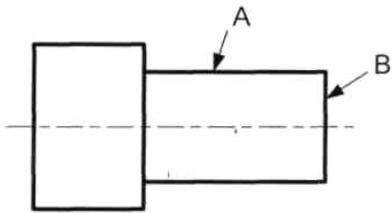
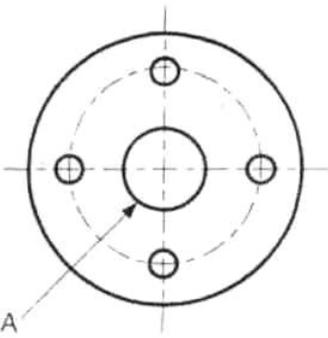
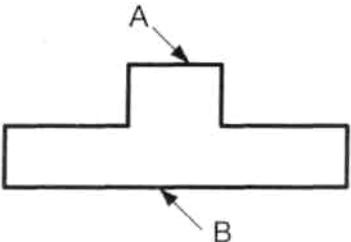
Рисунок	Пример текста в технических требованиях
	<p>Допуск круглости поверхности А-0,1 мм</p>
	<p>Допуск овальности поверхности А-0,05 мм</p>
	<p>Допуск профиля продольного сечения поверхности А-0,4 мм. Увеличение диаметра поверхности А в сторону поверхности В не допускается.</p>
	<p>Позиционный допуск осей 4 отверстий, $\varnothing 0,02$ М, база поверхности А.</p>
	<p>Допуск параллельности поверхности А относительно поверхности В-0,01 мм.</p>

Рисунок 15.30 – Примеры указания допусков формы и расположения поверхностей текстом

В большинстве случаев шпонки в пазах вала и втулки устанавливаются по переходной посадке. Свободное соединение предусмотрено лишь для призматической шпонки в том случае, когда она должна закрепляться в пазу вала.

Для всех видов соединений в рабочих чертежах вала и втулки должны устанавливаться допуски симметричности расположения паза посадочных цилиндрических поверхностей вала и втулки (рис. 15.31). На рисунке показан свободный вид шпоночного соединения:

посадка шпонки в пазу вала – $12 \frac{H9}{h9} \left(\begin{matrix} +0,043 \\ -0,043 \end{matrix} \right)$, а в пазу втулки –

$$12 \frac{D10}{h9} \left(\begin{matrix} +0,120 \\ +0,050 \\ -0,043 \end{matrix} \right).$$

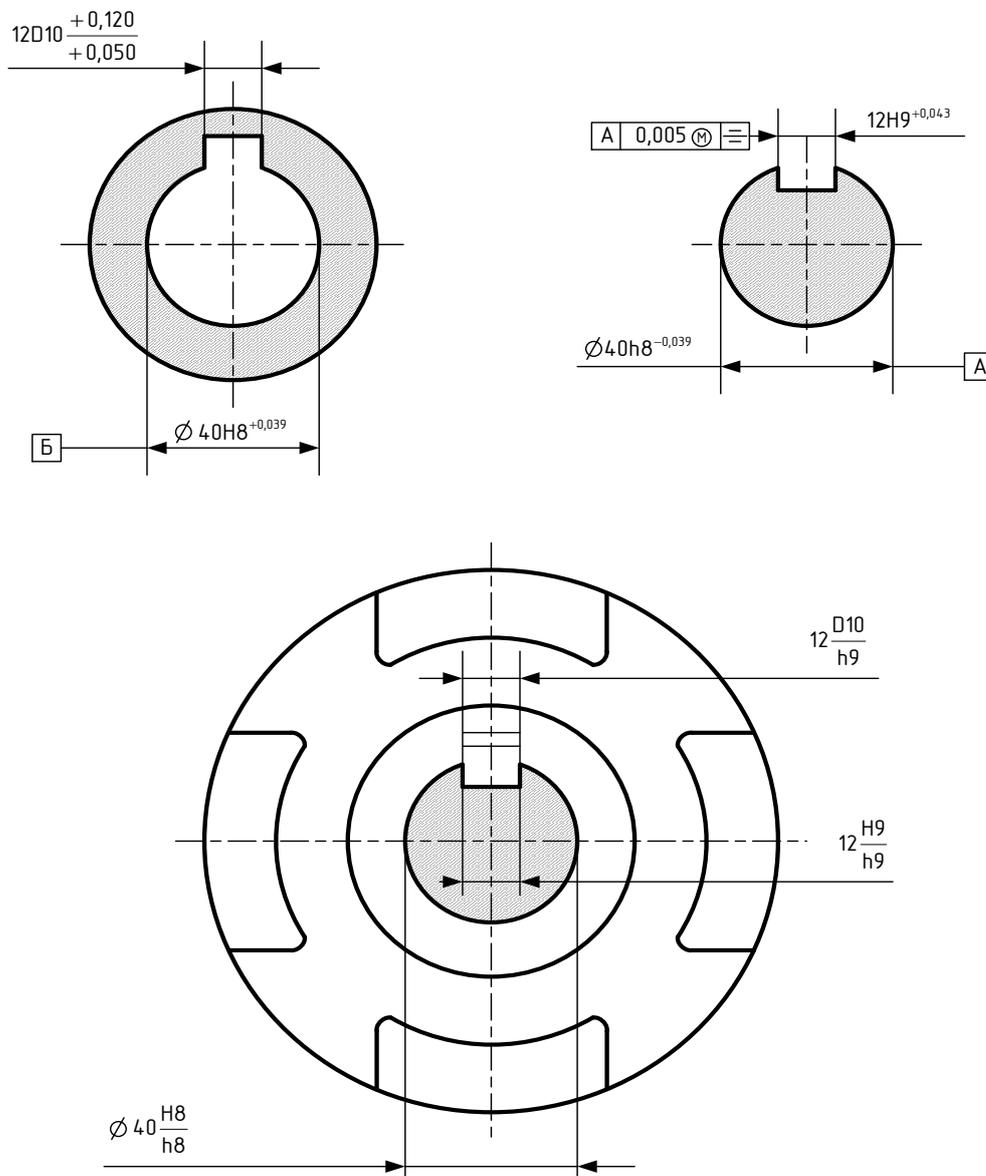


Рисунок 15.31 – Допуски и посадки шпоночных соединений

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебном пособии представлены структура и содержание выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 35.03.06 «Агроинженерия», профили «Технические системы в агробизнесе» и «Технический сервис в агропромышленном комплексе».

Используя материалы разделов 4 и 5, дипломники смогут правильно сформулировать тему работы, а также сориентироваться в выборе конструкторской разработки. В разделе 7 достаточно точно представлены объемы разделов расчетно-пояснительной записки и описана их примерная содержательная часть. Разделы 8 и 9 содержат все необходимые требования для правильного оформления ВКР.

Методика и примеры решения инженерных задач, представленные в разделе 11, охватывают большую часть вопросов, рассматриваемых в производственной эксплуатации. Использование этого материала поможет студентам при разработке технологической части работы. Методика разработки технологической части по технической эксплуатации представлена в разделах 12 и 13. Сведения, необходимые для оформления конструкторской разработки, в полном объеме имеются в разделах 14 и 15.

В целом, учебное пособие составлено на основе базовых дисциплин подготовки бакалавров инженерного профиля и содержит дополнительные методические и справочные материалы, необходимые для выполнения расчетных и графических работ. Точное структурирование расчетно-пояснительной записки и графической части, а также полное описание требований по оформлению поможет студентам сэкономить время и избежать ошибок при выполнении ВКР.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев, А.А. Практикум по техническому обслуживанию и диагностированию тракторов: учеб. пособие / А.А. Васильев, М.Л. Октябрьский; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2010. – 232 с.
2. Демина, Н.Ф. Экономическая оценка инженерных решений в дипломных проектах: учеб. пособие / Н.Ф. Демина. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2005. – 215 с.
3. Демина, Н.Ф. Аграрная экономика: учеб. пособие / Н.Ф. Демина, Д.В. Ходос, С.А. Булыгина; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2008. – 368 с.
4. Методика использования условных коэффициентов перевода тракторов, зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов в эталонные единицы при определении нормативов их потребности: инструктивно-методическое издание. – М.: Росинформагротех, 2009. – 56 с.
5. Новичихина, Л.И. Справочник по техническому черчению / Л.И. Новичихина. – Минск: Книжный Дом, 2004. – 320 с.
6. Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства: учеб. пособие. – М.: Информагротех, 1995. – 576 с.
7. Типовые нормы выработки и расхода топлива на сельскохозяйственные механизированные работы: В 2 т. / Отв. за вып. И.А. Шрамко. – М., 2002.
8. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: учеб. пособие / В.И. Черноиванов, В.В. Бледных, А.Э. Северный [и др.]. – М.: ГОСНИТИ, 2003. – 992 с.
9. Ушанов, В.А. Оптимизация технологических процессов: учеб. пособие / В.А. Ушанов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2006. – 155 с.
10. Ушанов, В.А. Оптимизация параметров, управляющих эффективностью работы МТА в полевых условиях: учеб. пособие / В.А. Ушанов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2012. – 68 с.
11. Ушанов, В.А. Обоснование состава машинно-тракторных агрегатов: метод. указания / В.А. Ушанов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2013. – 16 с.
12. Ушанов, В.А. Обоснование состава ремонтно-обслуживающих работ по фактическому техническому состоянию

машин: метод. указания / В.А. Ушанов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2013. – 44 с.

13. Ушанов, В.А. Методы оптимизации в системе использования и технического сервиса машин: учеб. пособие / В.А. Ушанов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – 251 с.

14. Ушанов, В.А. Сопротивление машин старению / В.А. Ушанов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2018. – 344 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Усредненные коэффициенты перевода в эталонные единицы сельскохозяйственных тракторов

Таблица А.1 – Колесные тракторы

Назначение	Общего назначения										Универсально-пропашные			Универсальные		
	8	6			5		4			3	2	1,4		0,9	0,6	
Тяговый класс	8	6			5		4			3	2	1,4		0,9	0,6	
Масса эксплуатационная, кг	18460–27690	13580–18460			11540–13580		9231–11540			6921–9230	4621–6920	3231–4620		2081–3230	1390–2080	
Мощность, кВт (л.с.)	320–397 (436–540)	320–397 (436–540)	244–320 (331–435)	201–243 (276–330)	201–243 (276–330)	151–200 (204–275)	201–243 (276–330)	151–200 (205–275)	120–150 (163–204)	120–150 (163–204)	121–150 (164–204)	95–120 (131–163)	59–94 (81–130)	41–58 (56–80)	33–40 (45–54)	22–32 (30–44)
К _{Э1}	3,10	3,10	2,71	2,19	2,19	1,99	2,19	1,99	1,61	1,61	1,61	1,31	0,78	0,58	0,47	0,29
К _{Э2}	2,31	2,31	2,02	1,63	1,63	1,49	1,63	1,49	1,20	1,20	1,20	0,98	0,51	0,43	0,35	0,22

Таблица А.2 – Гусеничные тракторы

Назначение	Общего назначения									Специальные
	8		6	5			4	3		
Тяговый класс	8		6	5			4	3		2
Масса эксплуатационная, кг	14690–22040		11020–14690	9180–11020			7350–9180	5510–7350		3670–5510
Мощность, кВт (л.с.)	320–397 (436–540)	250–300 (340–480)	180–250 (245–340)	171–200 (232–275)	131–170 (178–231)	100–130 (136–177)	100–130 (136–177)	101–130 (137–177)	70–95 (95–136)	50–90 (68–122)
К _{Э1}	3,61	3,45	2,45	23,0	1,79	1,52	1,52	1,34	1,16	0,95
К _{Э2}	2,69	2,57	1,83	1,72	1,33	1,13	1,13	1,0	0,95	0,71

**Коэффициенты перевода в эталонные единицы
сельскохозяйственных тракторов**

Таблица А.3 – Колесные тракторы

Марка фирмы (страна)	Экс- плуата- ционная мощ- ность двигате- ля, кВт	Эксплуа- ционная масса трактора, кг	Рабочая скорость пахотного агрегата, км/ч	Коэффи- цент ис- пользо- вания времени смены	Произво- дитель- ность в час смен- ного вре- мени, га	Коэффициент перевода в эталонные тракторы	
						ТЭ-100	ТЭ-150
1	2	3	4	5	6	7	8
«Эталон ТЭ-100»	73,5	6300	6,50	0,77	1,12		
«Эталон ТЭ-150»	110,3	6300	8,12	0,72	1,50		
ЗАО «Петербургский тракторный завод» (Россия)							
К-745	364,0	18800	11,00	0,51	3,27	2,92	2,18
К-744Р3	264,0	17500	9,72	0,58	2,76	2,46	1,84
К-744Р2	235,0	15680	9,25	0,61	2,51	2,24	1,67
К-701М	224,0	14600	9,04	0,63	2,37	2,12	1,58
К-744Р1	205,0	15060	8,02	0,64	2,29	2,04	1,53
К-744Р-05	205,0	14300	8,44	0,64	2,26	2,02	1,51
К-701	198,6	13600	8,60	0,65	2,20	1,96	1,47
К-744Р	172,0	15060	6,73	0,67	2,10	1,88	1,40
ЗАО «Агротехмаш» (Россия)							
К5220 АТМ	155,0*	9020	11,00	0,74	2,05	1,83	1,37
К5250 АТМ	165,0*	9020	11,00	0,71	2,25	2,01	1,50
К5280 АТМ	195,0*	9070	11,00	0,70	2,39	2,13	1,59
К3180 АТМ	130,0*	7000	11,00	0,77	1,77	1,58	1,18
К3160 АТМ	118,0*	7000	11,00	0,78	1,64	1,46	1,09
К3140 АТМ	103,0*	7000	9,70	0,80	1,52	1,36	1,01
ФГУП «Уралвагонзавод» (Россия)							
РТ-М-160	118,0	6300	11,00	0,79	1,49	1,33	0,99
ОАО «Камаз» (Россия)							
КамАЗ Т-215	135,0	7205	11,00	0,76	1,83	1,63	1,22
ОАО «Клаас» (Россия)							
«ATLES 946»	202,0	9026	11,00	0,69	2,43	2,17	1,62
ОАО «Липецкий тракторный завод» (Россия)							
ЛТЗ-55	36,8	2900	7,14	0,89	0,52	0,46	0,34
ЛТЗ-155	110,3	5600	11,00	0,80	1,33	1,19	0,89
ЛТЗ-60АВ	44,1	3380	7,15	0,87	0,66	0,59	0,44
ЛТЗ-55А	36,8	3075	6,56	0,89	0,56	0,50	0,37
ЛТЗ-55АН	36,8	3090	6,53	0,89	0,56	0,50	0,37

Продолжение табл. А.3

1	2	3	4	5	6	7	8
ООО «Завод Омсктрактор» (Россия)							
ЗТМ-60Л	45,6	3400	7,55	0,88	0,62	0,55	0,41
ЗТМ-62Л	45,6	3660	6,83	0,87	0,67	0,60	0,45
ООО «Владимирский моторо-тракторный завод» (Россия)							
ВТЗ-2048А	33,1	2750	6,82	0,89	0,51	0,46	0,34
Т-45А	33,1	2600	6,76	0,89	0,49	0,43	0,32
Т-30-69	22,1	2390	6,50	0,91	0,31	0,27	0,20
Т-30-70	22,1	2390	6,50	0,85	0,31	0,27	0,20
Т-30А-80	22,1	2490	6,50	0,91	0,32	0,29	0,22
ВТЗ-2032А	22,1	2440	6,50	0,91	0,32	0,29	0,22
ВТЗ-30СШ	22,1	2440	6,50	0,91	0,31	0,27	0,20
ВТЗ-2027	18,4	2020	6,50	0,92	0,26	0,23	0,17
ОАО «Сарэкс» (Россия)							
АЕС-804	59,0	3950	7,19	0,86	0,75	0,67	0,5
ОАО «Харьковский тракторный завод» (Украина)							
ХТЗ-21042	177,9	7900	11,00	0,66	2,00	1,79	1,33
ХТЗ-17421	136,0	9040	8,87	0,71	1,65	1,47	1,10
ХТЗ-17024	132,4	8700	9,93	0,70	1,69	1,51	1,13
ХТЗ-150К-09	121,3	8005	9,47	0,72	1,55	1,38	1,03
ХТЗ-17221	121,3	8980	8,44	0,72	1,60	1,43	1,07
ХТЗ-16131	118,0	8260	9,88	0,71	1,62	1,45	1,08
РУП «Минский тракторный завод» (Беларусь)							
«Беларус 3022ДВ»	199,1	11500	11,00	0,67	2,63	2,35	1,75
«Беларус 2522ДВ»	176,0	11100	11,00	0,69	2,43	2,17	1,62
«Беларус 2022»	148,6	9000	10,08	0,75	1,88	1,68	1,25
«Беларус 1523»	108,3	5500	11,00	0,79	1,34	1,20	0,89
«Беларус 1221»	90,4	4640	11,00	0,81	1,20	1,07	0,80
«Беларус 1222»	90,4	5000	11,00	0,79	1,32	1,18	0,88
«Беларус 1021»	74,0	4295	10,30	0,83	1,01	0,90	0,67
«Беларус 1025»	74,0	4295	10,30	0,83	1,01	0,90	0,67
«Беларус 952»	62,2	3920	9,55	0,85	0,89	0,80	0,60
«Беларус 950»	62,2	3720	10,06	0,85	0,88	0,79	0,59
«Беларус 923»	62,2	4500	8,32	0,842	0,93	0,83	0,62
РУП «Минский тракторный завод» (Беларусь)							
«Беларус 922»	62,2	4400	8,51	0,843	0,92	0,82	0,61
«Беларус 920»	57,4	3920	8,82	0,851	0,84	0,75	0,56
«Беларус 900»	57,4	3720	9,53	0,858	0,79	0,70	0,53
«Беларус 820»	57,4	3900	8,86	0,85	0,85	0,76	0,57
«Беларус 800»	57,4	3700	9,59	0,86	0,79	0,70	0,52

Продолжение табл. А.3

1	2	3	4	5	6	7	8
«Беларус 82Р»	57,4	3870	8,93	0,85	0,85	0,76	0,57
«Беларус 82.1»	57,4	3970	8,70	0,85	0,85	0,76	0,57
«Беларус 80Х»	57,4	3870	9,17	0,86	0,80	0,71	0,53
«Беларус 592»	44,0	3890	6,70	0,87	0,71	0,64	0,48
«Беларус 590»	44,0	3680	7,39	0,87	0,66	0,59	0,44
«Беларус 521»	44,0	3670	7,22	0,87	0,70	0,63	0,47
«Беларус 520»	44,0	3430	7,72	0,869	0,69	0,62	0,46
«Беларус 552»	40,3	3890	6,22	0,87	0,67	0,60	0,45
«Беларус 550»	40,3	3680	6,75	0,88	0,62	0,55	0,41
«Беларус 532»	40,3	3410	7,09	0,87	0,65	0,58	0,43
«Беларус 530»	40,3	3200	7,76	0,879	0,60	0,53	0,40
«Беларус 512»	40,3	3640	6,82	0,878	0,62	0,55	0,41
«Беларус 510»	40,3	3430	7,24	0,879	0,61	0,54	0,41
«Беларус 320Р»	24,6	1670	9,39	0,90	0,40	0,36	0,27
«Беларус 310»	24,6	1670	9,64	0,90	0,38	0,33	0,25
«Беларус 321»	24,6	1250	11,00	0,90	0,36	0,32	0,24
ГП «Южмаш» (Украина)							
ЮМЗ-10280	73,5	4914	8,20	0,84	0,99	0,89	0,66
ЮМЗ-8085	59,0	4130	8,04	0,86	0,78	0,69	0,52
ЮМЗ-8285	59,0	4370	7,40	0,85	0,84	0,75	0,56
ЮМЗ-60АКЛ	44,5	4000	6,50	0,88	0,63	0,56	0,42
ЮМЗ-62АКЛ	44,5	4200	6,50	0,87	0,66	0,59	0,44
Фирма «John Deere»							
JD 9520	331,0	16500	11,00	0,57	3,29	2,93	2,19
JD 9420	312,0	16500	11,00	0,58	3,20	2,86	2,13
JD 9320	276,0	16500	11,00	0,61	2,98	2,66	1,99
JD 8430	225,0	12950	11,00	0,67	2,75	2,46	1,83
JD 8330	206,0	12950	10,80	0,68	2,06	1,84	1,37
JD 7930	162,5	8730	11,00	0,73	2,09	1,87	1,39
JD 7830	150,7	8600	11,00	0,74	1,98	1,77	1,32
JD 6730	138,0	8550	11,00	0,76	1,85	1,65	1,23
JD 7810	110,3	6415	11,00	0,79	1,57	1,40	1,05
JD 6920	110,0	6460	11,00	0,79	1,57	1,40	1,05
JD 6120	59,0	4560	8,67	0,86	0,98	0,88	0,66
Фирма «Buhler»							
«Buhler 435»	324,0	149502	11,00	0,59	3,37	3,01	2,25
«Versotile 2375»	275,0	12860	11,00	0,62	3,02	2,70	2,01

Продолжение табл. А.3

1	2	3	4	5	6	7	8
Фирма «Case New Holland»							
«Case STX 530»	395,0	22045	11,00	0,53	3,84	3,43	2,56
«Case STX 430»	321,0	21065	10,37	0,60	3,59	3,21	2,39
«Case STX 380»	283,0	18615	10,34	0,60	3,20	2,86	2,13
«Case T8040»	223,0	10200	11,00	0,67	2,57	2,29	1,71
«Case NH MAG 305»	190,0	14770	8,75	0,70	2,62	2,34	1,75
«Case NH MAG 275»	168,0	147,7	8,48	0,72	2,45	2,19	1,63
«Case NH MAG 245»	149,0	12000	8,48	0,74	2,20	1,96	1,47
«Case IH 180 Puma»	134,0	7540	11,00	0,78	1,79	1,60	1,19
«Case NH MAG 215»	131,0	12000	7,43	0,76	2,05	1,83	1,37
Фирма «Fendt»							
«Fendt 930 Vario»	221,0	9840	11,00	0,67	2,61	2,33	1,74
«Fendt 926 Vario»	199,0	9680	11,00	0,69	2,46	2,20	1,64
«Fendt 924 Vario»	176,0	9680	11,00	0,71	2,28	2,04	1,52
«Fendt 920 Vario»	154,0	9620	10,88	0,73	2,08	1,86	1,39
«Fendt 916 Vario»	132,0	9620	9,33	0,75	1,92	1,71	1,28
Фирма «McCormick»							
«McCorm XTX 215»	143,0	8000	11,00	0,75	1,91	1,71	1,27
Фирма «Same Deut Fahr»							
«Deutz Agr Fahr 165»	125,0	7070	11,00	0,77	1,72	1,54	1,15
Фирма «Valtra»							
«Valtra T 190»	139,0	5950	11,00	0,76	1,84	1,64	1,23
«Valtra T 170»	125,0	5950	11,00	0,77	1,73	1,54	1,15
«Valtra T 161»	118,0	5950	11,00	0,78	1,67	1,49	1,11

Окончание табл. А.3

Марка фирмы (страна)	Эксплуатационная мощность двигателя, кВт	Эксплуатационная масса трактора, кг	Рабочая скорость пахотного агрегата, км/ч	Коэффициент использования времени смены	Производительность в час сменного времени, га	Коэффициент перевода в эталонные тракторы	
						ТЭ-100	ТЭ-150
ОАО ТК «ВгТЗ» (Россия)							
ВТ-150Д	110,0	7720	6,92	0,71	1,62	1,45	1,08
ВТ-100Д	88,0	7580	6,50	0,73	1,46	1,30	0,97
ДТ-75Н	70,0	6180	6,50	0,78	1,07	0,96	0,71
ДТ-75Д	70,0	6950	6,50	0,76	1,19	1,06	0,79
ОАО «АЛТРАК» (Россия)							
А 600	220,5	12500	8,76	0,66	2,92	2,61	1,95
Т-250	183,8	12700	7,00	0,68	2,57	2,29	1,71
Т-5.01	147,0	11400	6,77	0,70	2,33	2,08	1,55
Т-406	112,0	9300	6,50	0,70	1,71	1,53	1,14
Т-408	112,0	11000	6,50	0,82	1,69	1,51	1,13
Т-404	110,3	10950	6,50	0,70	1,72	1,54	1,15
ОАО «Харьковский тракторный завод» (Украина)							
ХТЗ-150-07	139,7	8700	7,43	0,68	1,84	1,64	1,23
ХТЗ-181	139,7	9050	6,82	0,68	1,88	1,68	1,25
ХТЗ-180-Б	132,3	8750	7,94	0,68	1,95	1,74	1,30
АО «Траком» (Молдова)							
Т-120	88,3	4900	8,76	0,74	1,28	1,14	0,85
Т-70С	61,8	4180	7,92	0,77	1,06	0,95	0,71
Фирма «AGCO Challenger»							
«Challenger МТ-865»	355,0	20000	9,32	0,56	4,12	3,68	2,75
«Challenger МТ-855»	321,0	20000	8,43	0,58	3,95	3,53	2,63
«Challenger МТ-735»	175,0	14410	6,38	0,69	2,77	2,47	1,85
Фирма «Case New Holland»							
«Case IH Qt 385»	287,0	23900	6,11	0,61	3,86	3,45	2,57

* Номинальные значения.

Коэффициенты перевода в эталонные единицы зерноуборочных комбайнов

Модель	Теоретическая пропускная способность, кг/с	Переводной коэффициент	
		«Нива-Эффект»	«Vector-410»
1	2	3	4
Фирма «Claas» (Германия)			
«Dominator 130»	4,7	0,84	0,61
«Dominator 140»	4,7	0,83	0,60
«Dominator 150»	4,9	0,88	0,64
«Mega 350»	7,7	1,38	1,00
«Mega 360»	9,2	1,64	1,19
«Medion 310»	7,9	1,42	1,03
«Medion 330»	8,6	1,54	1,12
«Medion 340»	10,1	1,81	1,32
«Lexion 510»	8,6	1,53	1,11
«Lexion 520»; «Lexion 520 Montana»	9,2	1,63	1,19
«Lexion 530»; «Lexion 530 Montana»	9,5	1,70	1,23
«Lexion 540»; «Lexion 540C»	10,5	1,88	1,37
«Lexion 550»	11,0	1,97	1,43
«Lexion 560»; «Lexion 560 TERRA TRAC»	11,3	2,02	1,47
«Lexion 570»; «Lexion 570 Montana»	11,1	1,98	1,44
«Lexion 580»; «Lexion 580 TERRA TRAC»	12,5	2,24	1,63
Фирма «Fendt» (Германия)			
5220 E	8,0	1,50	1,04
5250 E	8,5	1,58	1,10
6250 E	9,7	1,82	1,26
5270 C/5270 C-AL*	9,1	1,71	1,19
6300 C/6300 C-AL*	12,0	2,24	1,56
8300/8300 AL	10,3	1,91	1,33
8350/8350 AL	11,0	2,05	1,42
Фирма «Deutz-Fahr» (Германия)			
5435 H*	4,7	0,84	0,61
5445 H*	5,1	0,90	0,66
5465 H*	5,5	0,99	0,72
5485 HT*	5,9	1,06	0,77
«Ectron 5530 H»	7,0	1,25	0,91
5545 H	7,4	1,31	0,96

Продолжение табл.

1	2	3	4
5565 H	7,8	1,39	1,01
5585 HT	8,2	1,47	1,07
5670 H/HTS	10,1	1,80	1,31
5680	10,8	1,92	1,40
5690	11,3	2,03	1,47
Фирма «New Holland» (Голландия)			
TC 54	5,9	1,05	0,76
TC 56	7,3	1,30	0,94
AL 59 «Collina Plus»	7,8	1,39	1,01
CL 560	8,4	1,50	1,09
TX63	8,5	1,52	1,11
TX 65 «Plus»	9,0	1,60	1,16
TX66	10,4	1,85	1,34
TX68	10,3	1,84	1,34
CS520	7,5	1,34	0,97
CS540	8,1	1,44	1,05
CS660	9,2	1,64	1,19
CX 720	8,9	1,58	1,15
CX740	8,9	1,60	1,16
CX760	9,4	1,67	1,22
CX780	9,6	1,72	1,25
CX820	10,4	1,85	1,35
CX840	10,6	1,90	1,38
CX860	11,3	2,03	1,47
CX880	11,9	2,13	1,55
CR960	9,9	1,77	1,29
CR980	12,0	2,15	1,56
Фирма «Massey Ferguson» (США)			
MF 7242 «Activa»	6,8	1,22	0,89
MF 7244 «Activa»	8,4	1,49	1,09
MF 7245 «Activa»	8,7	1,56	1,14
MF 7246 «Activa»	10,0	1,78	1,30
MF 7260 «Beta»	9,4	1,68	1,22
MF 7260 «Beta»	11,2	1,99	1,45
MF 7256 «Cerea»	9,4	1,68	1,22
MF 7272 «Cerea»	11,0	1,96	1,43
MF 7274 «Cerea»	11,2	2,00	1,46
MF 7278 «Cerea»	12,1	2,15	1,57

Продолжение табл.

1	2	3	4
Фирма «John Deere» (США)			
1450 CWS	7,3	1,30	0,94
1550 CWS	9,1	1,63	1,19
9540i WTS	8,3	1,48	1,08
9560i WTS	9,3	1,66	1,21
9580i WTS	10,7	1,90	1,38
9640i WTS	11,0	1,96	1,42
9660i WTS	11,3	2,02	1,47
9680i WTS	12,2	2,18	1,58
9780i CTS	10,6	1,89	1,38
98801 STS	12,0	2,14	1,56
Фирма «Sampo Rosenlew» (Финляндия)			
SR2010	1,8	0,32	0,24
SR 2035 M	4,5	0,81	0,59
SR 2035 «Hydro»	4,7	0,85	0,61
SR 2045 «Hydro»	5,1	0,92	0,67
SR 2065 «Standart»	5,3	0,95	0,69
SR 2065 «Spezial»	5,6	1,00	0,73
SR 2085 TS	6,0	1,07	0,78
SR3085TS	8,2	1,46	1,06
SR 3045	7,3	1,30	0,95
SR 3065/ SR 3065 L	7,7	1,38	1,00
Фирма «Laverda» (Италия)			
184AL	6,5	1,16	0,84
255 AL 4WD	8,6	1,54	1,12
225 «Rew»	8,4	1,49	1,09
255 «Rew»	8,6	1,53	1,11
1950 LX	6,7	1,20	0,88
2050 LX; 2050 LX riso	6,8	1,22	0,89
2350 LX; 2350 LX/LS; 2350 LX riso	7,7	1,37	0,99
2560 LX	8,6	1,53	1,11
2760 LX; 2760 LX/LS; 2760 LX riso	9,1	1,62	1,18
21.50 LXЕ; 21.50 LXЕТ; 21.50 LXЕ riso; 21.50 LXЕТ riso	8,0	1,43	1,04
25.50 LXЕ; 25.50 LXЕ Т; 25.50 LXЕ Triso	8,6	1,54	1,12
M 303	8,8	1,57	1,14
M 304 LS; M 304 LS T	9,1	1,62	1,18
M305	9,9	1,77	1,29
M 306; M 306 T; M 306 Triso	10,4	1,85	1,35
M 306 LS T	10,4	1,85	1,35

Продолжение табл.

1	2	3	4
Фирма «Case IH» (Италия)			
CT 5050	8,3	1,48	1,07
CT 5060	8,9	1,59	1,16
CT 5070	10,4	1,85	1,34
CT 5080	10,5	1,87	1,36
2366 X-clusive*	8,5	1,52	1,10
2388 X-clusive*	9,6	1,71	1,25
AFX 8010*	10,3	1,85	1,34
Фирма «Challenger» (Германия)			
CH 640	6,5	1,16	0,84
CH 648/ CH 648 AL	8,6	1,54	1,12
CH 652/ CH 652 AL	9,6	1,72	1,25
CH 654	10,4	1,85	1,34
CH 658	11,0	1,96	1,43
CH 660	8,6	1,54	1,12
CH 670	10,2	1,81	1,32
ОАО «Ростсельмаш» (Россия)			
«Нива-Эффект»	5,6	1,00	0,72
«Vector 410»	7,7	1,38	1,00
«Vector 420»	7,8	1,39	1,43
«Дон-1500Б»	9,5	1,70	1,24
«Дон-2600»*	12,4	2,21	1,61
RSM 181*	12,6	2,25	1,64
«Acros 530»	9,7	1,74	1,26
«Acros 540»	9,9	1,77	1,29
«САМПО-Ростов» (Россия)			
SR-2065	6,4	1,14	0,83
SR-2085 TS	7,1	1,26	0,92
SR-3065 L	8,7	1,55	1,13
SR-3085 L TS	9,5	1,69	1,23
ОАО «Красноярский КЗ» (Россия)			
«Енисей 950»	6,6	1,18	0,86
«Енисей 954»	6,3	1,13	0,82
«Енисей 959»	6,3	1,13	0,82
«Енисей 960»	9,3	1,65	1,20
«Енисей 1200-1»	5,4	0,96	0,70
«Таганрогский КЗ» (Россия)			
КЗС-3 Русь	3,8	0,69	0,50

Окончание табл.

1	2	3	4
«Лида» (Беларусь)			
1300	7,0	1,25	0,91
«Полесье» (Беларусь)			
GS 14	12,2	2,18	1,58
GS 12	10,6	1,90	1,38
GS 10	10,3	1,84	1,34
GS 812	9,0	1,60	1,17
1280	11,3	2,02	1,47
КЗР-10*	10,9	1,94	1,41
«Брянксельмаш» (Россия)			
КЗС-1218	12,8	2,29	1,67
Фирма «Claas» Краснодар (Россия)			
«Mega 350»	7,7	1,38	1,00
«Mega 370»	9,7	1,72	1,25
ОАО «Херсонские комбайны» (Украина)			
КЗС-9 «Славутич»	9,0	1,60	1,16
КЗСР-9 «Славутич»*	9,2	1,65	1,20
АО «Аверс» (Украина)			
«Обрий»	9,1	1,62	1,18
Концерн «Лан» (Украина)			
«Лан»	9,7	1,73	1,26

* Аксиально-роторный.

Коэффициенты перевода в эталонные единицы кормоуборочных комбайнов

Кормоуборочный комбайн	Тяговый класс трактора, мощность двигателя, кВт*	Производительность в час основного времени, т	Удельная мощность на единицу пропускной способности, кВт/(т/ч)	КСК-100А-Б	«Дон-680»
КИР-1,5, КИН-1,5Ф	кл. 1,4	15–18	2,61	0,21	0,14–0,17
КСД-2, ККП-2	кл. 1,4	15–20	2,94	0,22	0,14–0,18
КПК-1400	кл. 1,4-2	25–28	3,16	0,33	0,23–0,26
«ПН-400 Простор»	кл. 1,4-2	24–30	2,72	0,34	0,22–0,28
КСС-2,6А	кл. 3	30–40	3,16	0,44	0,28–0,37
ФСТ -1050	кл. 3	30–40	3,31	0,44	0,28–0,37
ФСТ-1350	кл. 3	40–45	2,94	0,53	0,37–0,41
КДП-3000П	кл. 3-5	45–70	2,35	0,56–0,87	0,39–0,83
«Марал-125(Е-281)»	125	50–60	2,28	0,69	0,5
«ПН-450 Простор»	136	50–60	2,50	0,69	0,53
КСК-100А-Б	147	80	2,10	Эталон-1,0	0,73
«Амур-680»	154	30	5,55	0,375	0,28
КСГ-Ф-170А	158	25	6,32	0,31	0,23
КСК-600	173	90	1,91	1,125	0,83
«Марал -140»	176	90	1,98	1,125	0,83
КНК-420	206	110	1,87	1,375	1,0
КПК-3000(К-Г-6)	206	110	1,87	1,375	0,83
«Дон-680М»	213	110	1,94	1,38	1,0
«Енисей-324»	221	100	2,21	1,25	0,99
«Jaguar-830»	236	110	2,15	1,38	1,01
«Jaguar-850»	286	130	2,20	1,63	1,38
КВК-800	265, 294, 331	120–140	2,35	1,5–1,75	1,38–1,56
«John Deere 6750»	290	130	2,21	1,64	1,38
«John Deere 7300»	305	135	1,84	1,69	1,42
«Jaguar-870»	322	140	2,30	1,75	1,47
КНК-500	331	140	2,35	1,75	1,47
FX-40	338	140	2,41	1,75	1,47
«John Deere 7400»	368	150	2,46	1,87	1,65
«Jaguar-890»	370	150	2,47	1,88	1,88
«Jaguar-900»	445	180	2,47	2,25	2,02
«BIG X V8»	445	180	2,47	2,25	2,02

* Для прицепных машин указан тяговый класс трактора, для самоходных – мощность двигателя.

Коэффициенты сопротивления перекачиванию при движении
машины (сцепки) (рекомендуемое)

Условия движения по полю или дороге	На пневматических шинах	На стальных колесах
Асфальтированная дорога	0,03...0,04	0,20...0,30
Уплотненная полевая дорога	0,03...0,04	–
Полевая дорога	0,04...0,06	0,06...0,08
Укатанная снежная дорога	0,04...0,06	0,08...0,10
Сухая стерня клевера	0,05...0,06	0,08...0,10
Стерня клевера после дождя	0,12...0,14	0,18...0,20
Целина, полугустой луг, травостой высотой до 20 см	0,05...0,07	0,05...0,07
Клеверище, густой травостой высотой до 20 см	0,07...0,09	–
Клеверище, обработанное на глубину 5...6 см	0,08...0,09	
Стерня после зерновых	0,07...0,09	0,09...0,11
Стерня на супеси	0,09...0,10	–
Взлущенная стерня	0,10...0,12	0,16...0,18
Поле после уборки картофеля	0,09...0,11	–
Культивированное поле	0,11...0,13	0,22...0,24
Слежавшаяся пашня, прошлогодняя зябь, пар	0,12...0,15	–
Свежевспаханное поле	0,18...0,25	–
Глубокий снег	0,23...0,30	0,09...0,22

Примерные значения удельных сопротивлений машин-орудий
при $v_0 = 5$ км/ч (рекомендуемое)

Работа	Сельскохозяйственная машина	k_0 , кН/м
1	2	3
Обработка почв плоскорезами	Плоскорез	4,0...8,0
Глубокое рыхление	Глубокорыхлитель	8,0...13,0
Боронование	Борона:	
	зубовая тяжелая	0,4...0,7
	зубовая средняя	0,3...0,6
	зубовая посевная	0,25...0,4
	Борона:	
	сетчатая и шлейф-борона	0,4...0,6
	пружинная и лапчатая	1,0...1,8
	дисковая	1,6...2,2
	игольчатая	0,2...0,8
	БИГ	1,6...2,7
Сплошная культивация на глубину, см:	Культиватор:	
6...8	паровой	1,2...2,6
10...12	паровой	1,6...3,0
	штанговый	1,6...2,6
Лушение стерни на глубину, см:	Луцильник:	
8...10	дисковый	1,2...1,5
10...14	лемешный	2,5...6,0
14...18	лемешный	6,0...10,0
Рядовой посев зерновых культур	Сеялка:	
	дисковая с междурядьями 15 см	1,0...1,4
	узкорядная	1,5...2,5
	сеялка-луцильник	1,2...2,8
	зернопрессовая	1,2...1,8
	стерневая	2,7...3,0
Посев кукурузы	кукурузная	1,0...1,4
Посадка картофеля	Картофелесажалка	3,5...4,0
Прикатывание:	Каток:	
посевов	гладкий водоналивной	0,5...1,2
предпосевное	кольчато-шпоровый	0,6...0,8

Окончание табл.

1	2	3
Первая обработка междурядий пропашных культур	Культиватор со стрелчатыми лапами и бритвами	1,2...1,8
Рыхление междурядий картофеля с подкормкой	Культиватор-растениепитатель	1,4...1,8
Рыхление междурядий кукурузы и подсолнечника с подкормкой	То же	1,3...1,6
Окучивание картофеля	Культиватор-окучник	1,5...1,8
Опрыскивание	ПОУ	0,2...0,6
Кошение трав	Тракторная косилка:	
	с приводом от ВОМ	0,5...0,7
	с приводом от ходовых колес	0,9...1,4
Сгребание трав	Косилка-измельчитель	0,8...1,3
	Грабли:	
	тракторные поперечные	0,5...0,7
	боковые	0,7...0,9
Кошение:	Жатка:	
зерновых колосовых	рядовая прицепная	1,2...1,5
зернобобовых	бобовая безмотовильная	0,6...0,9
Подбор валков и прямое комбайнирование	Прицепные комбайны	1,7...1,9
Уборка кукурузы на зерно и силос	Кукурузоуборочный комбайн	1,5...1,7
	Силосоуборочный комбайн	1,6...2,3
Уборка картофеля	Транспортерный картофелекопатель	6,0...7,0
	Картофелекопатель элеваторного типа	5,8...6,5
	Картофелеуборочный комбайн	10,0...12,0
	Копатель-валкоукладчик	7,0...8,5
Уборка ботвы	Ботвоуборочная машина	2,5...3,5
Уборка корнеплодов	Свеклоподъемник	3,0...4,0
	Копатель корнеплодов	6,5...7,5
Дискование пашни	Дисковая борона	3,0...6,0
Дискование лугов и пастбищ	То же	4,0...8,0
Разбрасывание минеральных удобрений	Туковая сеялка	0,3...0,4

Примерные значения силы тяжести сельскохозяйственных машин, приходящейся на 1 м ширины захвата (справочное)

Сельскохозяйственные машины	g_m , кН/м	Сельскохозяйственные машины	g_m , кН/м
Плуги с семью и более корпусами	7,0...9,0	Зерновые сеялки	4,8...6,3
Плуги с шестью и менее корпусами	5,0...6,0	Зерновые стерневые сеялки	6,8...7,9
Лемешные луцильники	3,6...4,9	Сеялки для посева пропашных	2,2...4,4
Дисковые луцильники	2,1...2,7	Картофелесажалки	6,2...16,6
Зубовые, сетчатые бороны	0,3...0,7	Туковые сеялки	2,1...3,8
Дисковые бороны	3,0...5,0	Грабли	0,7...1,5
Игольчатые бороны	3,7	Косилки	0,8...2,0
Катки	2,5...5,8	Косилки-плющилки	4,8...5,3
Культиваторы-плоскорезы	2,8...5,0	Зерновые жатки	2,0...3,0
Культиваторы для сплошной обработки	1,2...2,7	Самоходные косилки	11,0...14,0
Культиваторы для междурядной обработки	2,5...4,2	Силосоуборочные комбайны	13,0...14,6
		Косилки-измельчители	8,0...12,0
		Картофелекопалки	5,5...8,3
		Картофелеуборочные комбайны	20,0...32,0

Краткие технические характеристики универсальных сцепок
(справочное)

Показатель	Марка сцепки				
	СП-16	СП-11	СН-75	СГ-21	С-11У
Максимальная ширина захвата агрегата, м	16,0	10,8	12,0	22,0	14,4
Фронт сцепки, м	13,5	7,0	8,0	21,0	11,0
Рабочая скорость, км/ч	10...13	до 15	до 10	до 15	до 10
Общая масса, кг	1 800	840	1 250	1 600	780
Тип колес	Пневматические			Металлические	
Число колес	2+4	3	2	2+4	4
Отношение силы тяжести сцепки к ширине захвата агрегата ($g_{сц}$), кН/м	1,20	0,80	1,0	0,75	0,55
Сопротивление сцепки ($R_{сц}$), кН:					
на стерне	1,2...1,8	0,6...0,8	0,9...1,2	1,4...1,7	0,7...0,9
на свежевспаханном поле	3...4,5	1,5...2,1	2,1...3,1	3,5...4,2	1,7...2,0
на лугу, целине	0,9...1,4	0,4...0,7	0,6...1,0	0,8...1,1	0,4...0,6

Увеличение тягового сопротивления машин-орудий
при повышении скорости движения на 1 км/ч
(справочное)

Работа	Машина-орудие	Рост тягового сопротивления (%)	
		при скорости от 5 до 9 км/ч	при скорости от 9 до 15 км/ч
Вспашка	Плуги:		
	серийные	4...5	5...8
	скоростные	2...4	4...5
Лушение, дискование	Дисковые лушильники, дисковые бороны	2...3	3...4
Сплошная культивация	Культиваторы:		
	серийные	4...5	5...8
	скоростные	2...4	4...6
Боронование	Бороны:		
	зубовые	2...4	4...6
	скоростные	1,5...3	3...4
Посев	Сеялки:		
	серийные	1,5...3	3...4
	скоростные	1...2	2...3
Уборка силосных культур	Силосные комбайны	1...2	2...4
Уборка кукурузы на зерно	Кукурузоуборочные комбайны	1,5...3	3...6
Кошение колосовых	Жатки:		
	рядковые	1,5...3	3...5
	скоростные	0,8...1,4	1,4...2

Примерные значения коэффициента использования времени смены
на различных полевых операциях в зависимости от длины гона
(справочное)

Вид работы	Тип трактора	Коэффициент τ_0 при длине гона, м						
		200	300	400	500	1000	1500	2000
Пахота	Колесный	0,64	0,70	0,76	0,80	0,86	0,88	0,90
	Гусеничный	0,61	0,68	0,75	0,78	0,81	0,84	0,85
Культивация, боронование	Колесный	0,67	0,72	0,77	0,81	0,84	0,87	0,89
Дискование, лушение	Гусеничный	0,71	0,73	0,76	0,80	0,82	0,84	0,86
Посев зерновых, внесение удобрений	Колесный	0,64	0,68	0,73	0,78	0,82	0,85	0,86
	Гусеничный	0,60	0,63	0,67	0,70	0,73	0,76	0,78
Посев пропашных	Колесный	0,62	0,66	0,71	0,76	0,80	0,82	0,84
Кошение трав	«	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88
Уборка зерновых жатками	«	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,81	0,82
Уборка зерновых комбайнами		0,45	0,47	0,50	0,52	0,55	0,60	0,65

Отливки из серого чугуна (ГОСТ 1412-85)
(справочное)

Марка	Применяемость
СЧ-12	Тонкостенные изделия: корпуса подшипников, блоки, барабаны, диски ходовых колес, грузы, стойки, подставки, корпуса электроаппаратуры, части вентиляей, задвижек, насосов и пр.
СЧ-15	Изделия со стенками средней толщины: зубчатые и червячные колеса, втулки, ролики, детали для электрических машин и приборов, корпуса, муфты, крышки подшипников и пр.
СЧ-18	Толстостенные изделия: кожухи, муфты, корпуса, крышки, втулки, тормозные шкивы, колодки тормозов и пр.
СЧ-20 СЧ-21	Изделия мягкой и средней твердости: станины, картеры, большие зубчатые и червячные колеса
СЧ-24	Особо ответственные изделия: гильзы и выхлопные трубы для авиационных двигателей, поршневые кольца, кожухи корпуса, крышки, втулки и пр.
СЧ-25	Изделия особо сложной конфигурации: порошковые кольца, муфты, зубчатые колеса, золотники, кулачки и пр.
СЧ-30	Изделия сложной конфигурации: цилиндры, барабаны, крышки, поршневые кольца, тормозные шкивы, зубчатые колеса и пр.

Отливки из ковкого чугуна (ГОСТ 1215-79)
(справочное)

	Марка	Применяемость
Ферритного класса	КЧ 37-12 КЧ 35-10 КЧ 33-8 КЧ 30-6	Изделия, работающие в условиях динамических нагрузок: кулачки, ножи, хомуты, муфты, шкивы, колодки, тормозные рычаги, рукоятки, пластинчатые цепи, гайки-барашки, контргайки, фитинги и пр.
Перлитного класса	КЧ 45-7 КЧ 50-5 КЧ 55-4 КЧ 60-3 КЧ 65-3 КЧ 70-2 КЧ-80-1,5	

Сталь углеродистая обыкновенного качества (ГОСТ 380-94)
(справочное)

Марка	Применяемость
Ст. 0	Кожухи, баки, шайбы, перила, ограждения, прокладки, настилы, будки и пр.
Ст. 1 кп Ст. 1 пс Ст. 1 сп	Трубы (водяные, паровые и газовые), анкеры в паровых котлах, прокладки, кожухи и пр.
Ст. 2 кп Ст. 2 пс Ст. 2 сп	Заклепки, трубы (дымогарные и жаровые), барабаны паровых котлов, цепи сварные и пластинчатые, валики, оси, кулачки, зубчатые колеса, шайбы, шплинты, ключи плоские для кранов и пр.
Ст. 3 пс Ст. 3 кп Ст. 3 сп Ст. 3 Гпс	Баки, резервуары, котлы, болты откидные, гайки, шайбы, шплинты, установочные винты, крюки, серьги, ушки, петли, двутавровые балки, швеллеры, угольники, тавры, валики, оси, стяжки, рычаги, скобы, муфты, зубчатые колеса и пр.
Ст. 4 кп Ст. 4 пс Ст. 4 сп	Тяги, стрелы крановые, болты откидные, валы и оси передач, гайки-барашки и пр.
Ст. 5 пс Ст. 5 сп Ст. 5 Гпс	Валы и оси приводов и грузоподъемных механизмов, вагонные оси, муфты, дышла, пальцы кривошипов, оси (ходовых колес, блоков, барабанов), рельсы для кранов, траверсы крюков, болты ответственные и пр.
Ст. 6 пс Ст. 6 сп	Муфты (кулачковые и фрикционные), буксы, валы, установочные винты, шпонки, тормозные ленты, червяки, зубчатые колеса и пр.

Приложение П

Сталь углеродистая качественная конструкционная
(ГОСТ 1050-88) (справочное)

Марка	Применяемость
0,8 10 15	Зубовые колеса коробок скоростей, грузоподъемные кованые крюки, серьги, барабаны грузоподъемных механизмов, болты, гайки, винты, заклепки, кулачки, подвижные шпонки, планки направляющих, втулки, пальцы, оси, упоры
20	Оси и рычаги коробок скоростей и тормозов, валики, ролики, зубчатые колеса, поршневые и шатунные пальцы, болты-шурупы, грузоподъемные крюки, гайки для крюков, упоры, кулачки и пр.
25 30	Зубчатые колеса, поршни, шпонки, оси, валы, шатуны, муфты, фланцы, серьги, втулки, рычаги и пр.
35 40	Оси, тяги, валы, шатуны, штоки, рычаги, зубчатые колеса, рукоятки, ступицы, гаечные ключи, фланцы, диски, гайки, винты, болты, плунжеры, втулки, кольца, упоры, штифты и пр.
45 50 55 58 60	Коленчатые и карданные валы, шлицевые валы, шатуны, зубчатые колеса и рейки, диски сцепления, поршни, шпонки, клинья и планки направляющих, рукоятки, ступицы, фиксаторы, втулки, вилки и пр.

Приложение Р

Сталь легированная конструкционная
(ГОСТ 4543-71) (справочное)

	Марка	Применяемость
	Хромистые	15 Х
20 Х		Конические зубчатые колеса, коленчатые валы, кулачковые муфты, втулки, плунжеры, направляющие планки, копиры
30Х 35 Х 38 ХА		Валики коробок скоростей, оси, зубчатые колеса дифференциалов, шатуны, катки, ответственные болты, шпильки, гайки
40 Х 45 Х 50 Х		Зубчатые колеса коробок скоростей, рессоры червячные и шлицевые валы, промежуточные оси, шпиндели, упорные кольца, штоки, дышла
Хромо- никелевые		20 ХН 40 ХН 45 ХН 50 ХН

Сталь инструментальная углеродистая (ГОСТ 1435-90)
(справочное)

Марка	Применяемость
У7; У8; У8Г; У9; У9А; У10; У12; У7А; У8А; У8ГА; У10А; У12А	Инструменты, пуансоны, центры к станкам, втулки, прутки, полосы

Бронзы безоловянистые (ГОСТ 493-79)
и оловянистые (ГОСТ 613-79) (справочное)

Марка	Применяемость	
ГОСТ 493-79	Бр А9Мц2Л Бр А10Мц2Л	Антифрикционные детали; арматуры, работающие в пресной воде, жидком топливе и в паре при температуре до 250° С
	Бр А9Ж3Л Бр А10Ж3Мц 2 Бр А11Ж6Н6	Арматура, антифрикционные детали
	Бр А 10Ж4Н4Л	Детали химической и пищевой промышленности, а также детали, работающие при повышенной температуре
	Бр А9 Ж4Н4Мц1	Арматура для морской воды
	Бр С30 Бр Су3Н3Ц3С20Ф Бр А7Мц15Ж3Н2Ц2	Антифрикционные детали
ГОСТ 613-79	Бр 03Ц12С5	Арматура общего назначения
	Бр 03Ц7С5Н1	Детали, работающие в масле, паре и пресной воде
	Бр 04Ц7С5	Арматура, антифрикционные детали
	Бр ОЧЦ4С17	Антифрикционные детали
	Бр 05Ц5С5 Бр 06Ц6С3	Арматура, антифрикционные детали, вкладыши подшипников
	Бр 05С25	Биметаллические подшипники скольжения
	Бр 08Ц4	Арматура, фасонные части трубопровода, насосы, работающие в морской воде
	Бр 010Ф1	Углы трения арматуры, высоконагруженные детали шнековых приводов, нажимные и шпиндельные гайки, венцы червячных шестерен
	Бр 010Ц2	Арматуры, антифрикционные детали, вкладыши подшипников, детали трения и облицовки гребных валов
	Бр 010С10	Подшипники скольжения, работающие в условиях высоких удельных давлений

Перечень общепринятых кодов документов
(справочное)

ВО	Чертеж общего вида	И	Инструкции
СБ	Сборочный чертеж	Д	Прочие документы
ТЧ	Теоретический чертеж	АИ	Интерьеры
ГЧ	Габаритный чертеж	ЭС	Электроснабжение
МЭ	Электромонтажный чертеж	ТО	Техническое описание
МЧ	Монтажный чертеж	ТУ	Технические условия
АР	Архитектурное решение	ПЗ	Пояснительная записка
ГП	Генеральный план	ТБ	Таблица
КЖ	Конструкции железобетонные	ПМ	Программа и методика испытаний
КМ	Конструкции металлические	РР	Расчеты
ОВ	Отопление и вентиляция	ПФ	Патентный формулятор
ВК	Внутренний водопровод и канализация	АЗ	Антикоррозионная защита конструкций
НВК	Наружные сети водоснабжения и канализации	ТХ	Технология производства

При обозначении схем следует руководствоваться их классификацией по виду и назначению (ГОСТ 2.701-81).

Вид схем		Тип схем	
Э	Электрические	1	Структурные
Г	Гидравлические	2	Функциональные
П	Пневматические	3	Принципиальные (полные)
Х	Газовые (кроме пневматических)	4	Соединений (монтажные)
К	Кинематические	5	Подключения
В	Вакуумные	6	Общие
Л	Оптические	7	Расположения
Р	Энергетические	0	Объединенные
Е	Деления		
С	Комбинированные		

**ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО
ПАРКА**

Учебное пособие

Ушанов Владимир Анисимович

Васильев Александр Александрович

Электронное издание

Редактор М.М. Ионина

Подписано в свет 14.02.2020. Регистрационный номер 212
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117
e-mail: rio@kgau.ru