

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра эксплуатации машинно-тракторного парка

Т.А. Непарко, В.Д. Лабодаев, А.В. Новиков

ОПЕРАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

*Учебно-методическое пособие
к практическим занятиям для студентов специальности
1-74 06 01 «Техническое обеспечение процессов
сельскохозяйственного производства»*

Минск
БГАТУ
2010

УДК 631.171:633/635(07)
ББК 40.7:41я7
Н 53

*Рекомендовано научно-методическим советом
агромеханического факультета БГАТУ
Протокол № 2 от 18 октября 2010 г.*

Рецензенты:

первый заместитель генерального директора
РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
кандидат технических наук, доцент *В. П. Чеботарев*;
кандидат технических наук, профессор кафедры
сельскохозяйственных машин БГАТУ *В. И. Ходасевич*

Непарко, Т.А.

Н 53 Операционные технологии : учеб.-метод. пособие / Т. А. Непарко,
В. Д. Лабодаев, А. В. Новиков. – Минск : БГАТУ, 2010. – 64 с.
ISBN 978-985-519-307-5.

Учебно-методическое пособие содержит общие требования по выполнению расчетной работы, методические рекомендации и пример проектирования операционных технологических карт на выполнение сельскохозяйственных работ в растениеводстве.

Предназначено для студентов вузов, обучающихся по специальности 1-74 06 01 «Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства».

УДК 631.171:633/635(07)
ББК 40.7:41я7

ISBN 978-985-519-307-5

© БГАТУ, 2010

1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОПЕРАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

Цель проектирования операционно-технологических карт — закрепление и углубление теоретических и практических знаний, овладение методикой и навыками самостоятельного решения инженерных задач по проектированию операционных технологий в растениеводстве.

В процессе проектирования студент должен:

- научиться обобщать и систематизировать материалы нормативной документации, справочной, научно-производственной и другой литературы;

- владеть методикой научного исследования, уметь анализировать возможные варианты решений с точки зрения их технической целесообразности;

- решать вопросы совершенствования сельскохозяйственного производства на базе использования новой техники, прогрессивных операционных технологий и современных форм организации труда.

Требования к содержанию и выполнению расчетной работы

Общими требованиями к проектированию операционных технологических карт являются: четкость и логическая последовательность изложения материала, убедительность аргументации, краткость и ясность формулировок, исключающих неоднозначность толкования, конкретность изложения результатов, доказательность выводов.

Расчетная работа включает расчетно-пояснительную записку и графическую часть.

Расчетно-пояснительная записка оформляется в соответствии с действующими стандартами на оформление текстовых документов [10] и должна последовательно включать: титульный лист; задание по проектированию операционно-технологической карты; содержание; основной текст разделов; список использованной литературы.

Пояснительная записка должна быть выполнена на листах белой нелинованной бумаги формата А4 (210×297 мм) и написана четким почерком чернилами (пастой) одного цвета, либо отпечатана с помощью компьютерных средств на одной стороне листа с расстоянием между строками в 1,5 интервала. Расстояние между строками рукописного текста — 10 мм. Шрифт должен быть чет-

ким: основной текст и формулы — 14 пт; дополнительный (приложения, подрисуночные подписи, название и содержание таблиц) — 12 пт. При использовании стандартных текстовых редакторов формулы оформлять с использованием средств этого редактора. В противном случае, формулы в отпечатанный текст вписывать черными чернилами (пастой).

Каждый лист пояснительной записки, кроме титульного и задания на проектирование, оформлять рамкой (карандашом или черными чернилами), отстоящей на 20 мм от левой стороны листа и на 5 мм от трех остальных сторон.

Первый лист должен иметь на поле рамки основную надпись по форме 2 (рисунок 1.1) ГОСТ 2. 104-68, последующие листы записки оформлять основной надписью по форме 2а (рисунок 1.2).

(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(2)			
Изм	Дата	№ докум	Подпись	Дата	15	15	20	
Разраб.					5	Лист	Лист	Листов
Консульт.					5	5	(4)	(5)
Руковод.					15	(9)		
Н. контр.								
Зав. каф.								
(10)	(11)	(12)	(13)					

Рисунок 1.1 — Основная надпись для первого (заглавного) листа текстового документа (форма 2)

(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(2)		Лист
Изм	Дата	№ докум	Подпись	Дата			(7)

Рисунок 1.2 — Основная надпись для последующих листов текстового документа (форма 2а)

Порядок заполнения основных надписей:

1 — наименование (тема расчетной работы);

2 — обозначение документа включает пять цифровых и один буквенный разделы, отделенные точкой: 00.00.000.00.000 АБ. В первом разделе указывается шифр расчетной работы — 03. Второй раздел — шифр кафедры, на которой выполнен проект. Кафедре эксплуатации машинно-тракторного парка (ЭМТП) соответствует шифр 59. В третьем разделе — последние три цифры номера зачетной книжки студента. Четвертый и пятый разделы не заполняются.

В последнем разделе указывается буквенный шифр документа: ПЗ — расчетно-пояснительная записка.

Например: запись шифра документа 03.59.102.00.000 ПЗ означает, что это расчетно-пояснительная записка (ПЗ) расчетной работы (03) по проектированию операционно-технологической карты, выполненной на кафедре ЭМТП (59) студентом, последние три цифры номера зачетной книжки которого 102.

3–6 — не заполняются (форма 1 и 2);

7 — порядковый номер листа;

8 — общее количество листов (форма 1);

9 — наименование вуза и группы (*например:* БГАТУ, гр. 6 м);

10 — разработчик, руководитель и др.;

11, 12 — фамилии (без инициалов) и подписи разработчика (студента), руководителя и др.;

13 — дата;

14–18 — не заполняются.

Все страницы (листы) пояснительной записки должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами, считая титульный лист — 1 страницей, задание по проектированию операционной технологической карты — 2 страницей и т.д.

Титульный лист выполняется рукописным чертежным шрифтом или машинописным способом. Рамка, основная надпись и номер страницы на титульном листе не проставляются. Форма титульного листа приведена в приложении 1.

Задание по проектированию операционной технологической карты оформляет руководитель на бланках установленного образца (приложение 2) с указанием срока сдачи студентом законченной работы. Задание должно быть утверждено заведующим кафедрой, подписано студентом, принявшим задание, и руководителем с указанием даты подписания.

Содержание расчетно-пояснительной записки должно включать весь перечень заголовков разделов и подразделов записки с указанием номера страницы (листа), где начинается этот раздел.

Содержание.

1 Исходные данные для проектирования.

2 Агротехнические нормативы и показатели качества.

3 Определение состава и подготовка агрегата к работе.

4 Показатели организации процесса работы основного агрегата.

5 Расчет дополнительных операций.

Список использованной литературы.

Исходные данные для проектирования содержат основные показатели условий работы для конкретной операции (длина гона, размер поля, уклон местности, каменистость и др. в соответствии с заданием на проектирование) и технические характеристики энергетических средств и сельскохозяйственных машин, входящих в состав основного и вспомогательного агрегатов.

Основная часть расчетно-пояснительной записки состоит из разделов. Наименования разделов записывать в виде заголовков симметрично тексту прописными буквами. Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставить. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделять точкой.

Расстояние между заголовками раздела и первой строкой при выполнении машинописным способом должно быть равно 2 интервала, при выполнении рукописным способом — 10 мм. Расстояние между последней строкой текста подраздела, пункта или подпункта предыдущего раздела и заголовком следующего подраздела — 3 интервала (15 мм).

Расстояние от рамки формы до границ текста в начале строк — не менее 5 мм, в конце строк — не менее 3 мм. Расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней внутренней рамки листа должно быть не менее 10 мм.

Абзацы в тексте начинать отступом (15–17 мм).

Формулы, нормативно-справочные сведения и другие материалы приводят в тексте с обязательной ссылкой на литературные источники, с указанием в квадратных скобках номера соответствующей литературы по списку, приведенному в расчетно-пояснительной записке, *например* [4].

Если в пояснительной записке приведены формулы, то их нумеровать арабскими цифрами по разделам, номер ставить с правой стороны листа, на уровне формулы, в круглых скобках, *например:*

$$W_{л} = W_1 \cdot n_{a_1} \cdot T_1 = W_2 \cdot n_{a_2} \cdot T_2 = \dots = W_n \cdot n_{a_n} \cdot T_n \quad (1.1)$$

Ссылки в тексте на порядковый номер формулы приводить в скобках: *например*, «... в формуле (1.1)».

Графическая часть расчетной работы выполняется на миллиметровой бумаге формата А1 (841×594 мм) карандашом (или в графическом редакторе) и включает операционно-технологическую карту (таблица 2.1).

Графическая часть по оформлению должна строго соответствовать действующим стандартам [10].

Лист оформлять рамкой, отстоящей на 20 мм от левой стороны листа и на 5 мм от трех остальных сторон, на поле рамки должна быть основная надпись (ГОСТ 2. 104–68) по форме 1 (рисунок 1.4).

Порядок заполнения основных надписей аналогичен приведенному выше. Исключение составляет обозначение документа — в последнем разделе указывают буквенный шифр документа Д — прочие документы.

Например: запись шифра документа 03.59.102.00.000 Д1 означает, что это документ (Д1) графической части расчетной работы (03), выполненной на кафедре эксплуатации машинно-тракторного парка (59) студентом, последние три цифры номера зачетной книжки которого 102.

7	10	23	15	10	120			
					(2)			
(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	15	17	18	
Изм	Дата	№ докум	Подпись	Дата	5	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.					15	(4)	(5)	(6)
Консульт.								
Руковод.					5	Лист (7)	Листов (8)	
Н. контр.						20		
Зав. каф.				5	15	(9)		
(10)	(11)	(12)	(13)					

Рисунок 1.4 — Основная надпись для графических документов (форма 1)

2 РАЗРАБОТКА ОПЕРАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ НА ВЫПОЛНЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ РАБОТЫ

Технологию и организацию выполнения конкретной сельскохозяйственной работы представляют в виде операционной технологической карты на производство заданной работы.

Операционно-технологическая карта (таблица 2.1) для соответствующих видов полевых механизированных работ в заданных условиях содержит следующие основные сведения:

- условия работы (исходные данные);
- агротехнические нормативы и показатели качества;
- состав и подготовка агрегата;

- скорость движения (режим работы агрегата);
- подготовка поля, отбивка контрольных линий, поворотных полос;
- способ движения агрегата;
- показатели организации процесса;
- контроль качества;
- основные мероприятия по охране труда и экологической безопасности.

В карте приводят схемы наиболее важных технологических регулировок машин, движения агрегатов на рабочем участке, размещения техники на стационарном пункте первичной обработки продукции, проведения замеров при контроле качества работы.

Если на рабочем участке одновременно выполняются 2–3 работы (например, погрузка, транспортировка и внесение минеральных удобрений), то составляют график цикличности (согласованности работы) основного и вспомогательного агрегатов.

Условия работы (исходная информация). В операционно-технологической карте, а также в пояснительной записке (раздел 1) указать основные показатели условий работы для конкретной операции: длину гона, размер поля, уклон местности, каменистость и др.

Агротехнические нормативы и показатели качества работы в операционно-технологической карте, а также в пояснительной записке (раздел 2) задать в виде технологических показателей и нормативов (временные, количественные и качественные). Они служат критерием для наладки машин и контроля за качеством выполнения операции.

В агротехнических требованиях отразить номинальные значения и допустимые отклонения показателей качества, дополнительные условия и рекомендации по выполнению заданной операции в конкретных условиях с учетом следующих факторов: внешних условий работы (физико-механический состав почвы, состояние обрабатываемого материала), технических возможностей машин и их состояния и факторов, связанных с организацией использования техники.

Агротехнические нормативы установить по литературным источникам [3–5] с учетом особенностей условий в задании на проектирование.

Например: для уборки зерновых культур прямым комбайнированием необходимо отразить следующие агронормативы: сроки и продолжительность уборки, урожайность зерна, отношение зерна к соломе (соломистость), влажность зерна, высоту среза, потери зерна жаткой, потери зерна молотилкой, дробление зерна, засоренность зерна в бункере и др.

Состав и подготовка агрегата к работе (раздел 3). Если задание на проектирование операционной технологической карты включает состав основного и вспомогательного агрегатов, то необходимо привести технические характеристики всех средств, входящих в составы машинно-тракторных агрегатов (МТА).

Если задание на проектирование операционной технологической карты не содержит состав машинно-тракторных агрегатов, то необходимо определить состав МТА с учетом обобщения исходных данных об условиях использования агрегата при выполнении заданной сельскохозяйственной работы, подбора трактора и рабочих машин, выбора основной и резервных рабочих передач трактора, определения количества машин и фронта сцепки (при необходимости), оценки правильности расчета состава агрегата по загрузке двигателя.

К исходным данным для этих расчетов относят агротехнические показатели качества выполняемой работы, характеристики обрабатываемого материала и рабочего участка, агрофон и тип почвы, интервал технологически допустимых рабочих скоростей, удельное тяговое сопротивление машин и эксплуатационные показатели тракторов применительно к конкретным условиям.

Выбранные для агрегатирования средства механизации должны входить в состав рациональных технологических комплексов, рекомендованных системой машин для механизации растениеводства в зоне деятельности предприятия [2, 6, 7, 11, 12].

После выбора основного агрегата определить состав вспомогательных (транспортных, погрузочных и др.) агрегатов, руководствуясь следующими принципами: непрерывностью работы машин (поточностью производства), пропорциональностью, согласованностью и ритмичностью процессов, достижением наиболее рациональной загрузки машин при минимуме перемещений обслуживающего персонала, техники и обрабатываемого материала по рабочим местам и участкам.

Подготовка агрегата к работе включает: основные регулировки машин (установка на глубину пахоты, высоту среза, норму высева, глубину заделки семян и т. д.); составление агрегата (направление силы тяги в горизонтальной и вертикальной плоскости плуга, размещение машины вдоль бруса сцепки, составление комбинированного агрегата и т. д.); дооборудование агрегатов дополнительными устройствами (маркерами, следоуказателями, подборщиками или измельчителями соломы и т. д.); выбор способа движения и маршрута движения транспортного агрегата.

Таблица 2.1 — Операционно-технологическая карта на выполнение

(наименование сельскохозяйственной работы)

Наименование показателей и параметров	Значения показателей	Схемы	Исполнители
1	2	3	4
<p>1 Условия работы (исходные данные):</p> <ul style="list-style-type: none"> - площадь поля, га - длина гона, м - тип почвы - удельное сопротивление, кН/м (кН/м²) - средний уклон местности, % - засоренность полей камнями - агрофон - урожайность, т/га - дальность транспортировки грузов, км и т.д. <p>2 Агротехнические нормативы и показатели качества:</p> <ul style="list-style-type: none"> - сроки и продолжительность работы - технологические параметры, характеризующие качество сельскохозяйственных операций (глубина пахоты (м), высота среза (м), влажность почвы (%) и т.д.) - показатели, определяющие расход материалов (норма высева (т/га), норма внесения удобрений (т/га), соотношение зерна и соломы в продукте урожая и т.п.) и потери продукта (допустимые потери зерна (%), дробление зерна (%) и т.п.) и т.д. 		<p>Схема комплектования агрегатов</p>	

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
<p>3 Состав и подготовка агрегата:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основного - вспомогательного - ширина захвата, м - длина выезда, м - радиус поворота, м - грузоподъемность, т - теоретическая <p>производительность, т/ч</p> <ul style="list-style-type: none"> - подготовка сельскохозяйственной машины к работе — основные регулировки - составление агрегата в натуре для устойчивой и качественной работы его в поле <p>4 Скорость движения (режим работы агрегата):</p> <ul style="list-style-type: none"> - агротехнически допустимая, м/с - предельная скорость по пропускной способности, м/с (км/ч) - максимально возможная скорость по нагрузке двигателя, м/с (км/ч) - рабочая скорость движения основного агрегата, м/с (км/ч) - рабочая скорость движения транспортного агрегата (скорость движения с грузом), м/с (км/ч) - скорость холостого хода транспортного агрегата (скорость движения без груза), м/с (км/ч) - рабочая передача основного скоростного режима работы агрегата: <li style="padding-left: 20px;">технологического транспортного - коэффициент загрузки двигателя: <ul style="list-style-type: none"> при рабочем ходе агрегата при холостом ходе агрегата 			

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
<p>5 Подготовка поля, отбивка контрольных линий, поворотных полос:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оптимальная ширина загона, м - ширина поворотной полосы, м - количество загонов на поле - выбор направления движения <p>6 Способ движения агрегата:</p> <ul style="list-style-type: none"> - коэффициент рабочих ходов <p>7 Показатели организации процесса:</p> <p>7.1 Показатели работы на поле:</p> <p><i>основного агрегата</i></p> <ul style="list-style-type: none"> продолжительность цикла, ч количество циклов за смену выработка за цикл, га/цикл <p><i>вспомогательного агрегата</i></p> <ul style="list-style-type: none"> продолжительность рейса, ч количество рейсов за смену выработка за рейс, т <p>7.2 Итоговые показатели работы:</p> <p><i>основного агрегата</i></p> <ul style="list-style-type: none"> составляющие баланса времени смены, ч коэффициент использования времени смены выработка за час времени смены, га/ч расход топлива при различных режимах работы, кг/ч гектарный расход топлива, кг/га <p><i>вспомогательного агрегата</i></p> <ul style="list-style-type: none"> коэффициент использования времени смены выработка за час времени смены, га/ч расход топлива, кг/т 		<p>Схема подготовки поля к работе и обработки поворотных полос</p> <p>Схема движения агрегата на поле</p> <p>Схема поточной технологической линии</p> <p>Схема поточной организации работы основного и вспомогательного агрегатов (график цикличности и взаимодействия основного и вспомогательного агрегатов)</p>	

Окончание таблицы 2.1

1	2	3	4
8 Контроль качества: - методика контроля качества - применяемые приборы - объем измерений (количество контрольных проверок) 9 Основные мероприятия по охране труда и экологической безопасности		Схема проведения замеров при контроле качества на поле	

2.1 Показатели организации процесса работы основного агрегата (раздел 4)

Скоростной режим основного агрегата устанавливают с учетом загрузки двигателя, пропускной способности машины и качества выполняемой работы (агротехнически допустимой скорости). При необходимости, выбирая рабочие передачи, дополнительно учитывают ограничения на скорость, например, по сцеплению и опрокидыванию.

Наиболее экономичный режим работы трактора обычно соответствует тем передачам, для которых тяговая мощность имеет наибольшее значение. Эти передачи целесообразно принимать в качестве рабочих.

Однако при выборе передач трактора учитывают не только эффективность использования его тяговых возможностей, но и интервал агротехнически допустимых скоростей ($v_{pmin}^{arp} - v_{pmax}^{arp}$) рабочей машины (приложение 3).

При выборе передачи для уборочных и ряда других машин учитывают пропускную способность агрегата (основных рабочих органов), а также агротехнические требования.

Таким образом, рабочую скорость движения агрегата выбрать на основании следующих условий:

$$v_{pmax}^q \geq v_p \leq v_{pmax}^{Ne}, \quad v_{pmin}^{arp} \leq v_p \leq v_{pmax}^{arp} \quad (2.1)$$

где v_{pmax}^q — скорость движения машины, ограниченная пропускной способностью, м/с;

v_{pmax}^{Ne} — максимально возможная скорость по загрузке двигателя, м/с.

Максимальную скорость, ограниченную пропускной способностью рабочих органов сельскохозяйственной машины определить по формуле

$$v_{pmax}^q = \frac{10q_d}{B_p H} \quad (2.2)$$

где q_d — допустимая пропускная способность основного рабочего органа агрегата, кг/с [8, 11, 12];

B_p — рабочая ширина захвата агрегата, м;

H — биологическая урожайность культуры, норма внесения материала и т. д., т/га.

Допустимую пропускную способность q_d указывают, как правило, в технической характеристике машины [5-7, 11, 12].

Рабочая ширина захвата агрегата

$$B_p = B_k \beta, \quad (2.3)$$

где B_k — конструктивная ширина захвата машины, м;

β — коэффициент использования конструктивной ширины захвата (таблица 2.2).

Биологическая урожайность культуры (т/га)

$$H = h(1 + \delta_2), \quad (2.4)$$

где h — урожайность основной продукции (зерна, клубней и т. д.), т/га;

δ_2 — доля побочной продукции.

При расчете *самоходных зерноуборочных комбайнов* допустимую пропускную способность молотилки (кг/с) определить в зависимости от урожайности, соломистости и влажности убираемой культуры

$$q_d = 0,6a_1 q_H \left(1 + b_1 \frac{h_3 - 4}{4}\right) \left(1 + \frac{1}{\delta_2}\right) [1 - 0,03(W_\phi - 15)], \quad (2.5)$$

где a_1 — коэффициент, учитывающий обмолачиваемость культур;
 $a_1 = 1$ — для безостых легкообмолачиваемых культур;
 $a_1 = 0,7$ — для труднообмолачиваемых культур (остистых и др.) при обмолоте однобарабанными комбайнами;
 $a_1 = 75$ — при обмолоте двухбарабанными комбайнами,
 q_H — номинальная (паспортная) пропускная способность молотилки, кг/с [2, 8, 11, 12];
 b_1 — коэффициент, учитывающий тип молотильного аппарата. Для однобарабанных комбайнов $b_1 = 0,3$, для двухбарабанных комбайнов $b_1 = 0,27$.
 h_3 — урожайность зерна, т/га;
 W_ϕ — фактическая влажность хлебной массы, %.

Таблица 2.2 — Предельно допустимые значения коэффициента β использования конструктивной ширины захвата агрегата

Сельскохозяйственные машины	β
Плуги:	
10-корпусные (2 пятикорпусных)	1,02
8-корпусные	1,05
5-корпусные	1,09
4-корпусные	1,10
Бороны:	
зубовые прицепные	0,98
дисковые	0,96
Культиваторы:	
паровые	0,96
пропашные	1,00
Культиваторы-плоскорезы	0,96
Лушительники:	
дисковые	0,96
лемешные	1,10
Сеялки зерновые	1,00
Катки	0,96–0,98
Комбайны:	
зерновые	0,96
свекло- и картофелеуборочные	1,00
кукурузно- и силосоуборочные	1,00–1,16

Окончание таблицы 2.2

Сельскохозяйственные машины	β
Жатки, косилки	0,93–0,95
Ботвоуборочные машины	1,00
Льнотеребилки	0,96
Грабли	0,96–0,97

Для *картофелеуборочных комбайнов* скорость движения (м/с), ограниченная пропускной способностью

$$v_{P_{\max}}^q = \frac{q_d}{k_{гр} a B_p \gamma}, \quad (2.6)$$

где q_d — допустимая подача вороха на рабочие органы комбайна ($q_d = 220–250$ кг/с), кг/с;
 $k_{гр}$ — коэффициент гребнистости поверхности поля ($k_{гр} \approx 0,5$ при гребневой посадке), м;
 γ — плотность вороха ($\gamma = 1400–1800$ кг/м³), кг/м³.

Для *льноуборочных комбайнов* скорость движения (м/с), ограниченная пропускной способностью

$$v_{P_{\max}}^q = \frac{q_H}{A B_p}, \quad (2.7)$$

где q_H — пропускная способность вязального аппарата (4000–4500 стеблей в секунду), стеблей/с;
 A — густота стеблестоя льна ($A \approx 1500–2200$ стеблей/м²), стеблей/м².

Максимальную скорость (м/с), исходя из мощности двигателя, для тягово-приводного агрегата определить по формуле

$$v_{P_{\max}}^{Ne} = \frac{\left(N_{eH} \eta_{N_e} - \frac{N_{BOM}}{\eta_{BOM}} \right)}{R_m + G_T \left(f_T \pm \frac{i}{100} \right)} \eta_{MГ} \eta_{\delta}, \quad (2.8)$$

где N_{eH} — номинальная мощность двигателя, кВт;
 η_N — допустимый коэффициент загрузки двигателя

$(\eta_N \approx 0,80-0,95)$;

$N_{\text{ВОМ}}$ — мощность, затрачиваемая двигателем на привод механизмов рабочих машин, кВт;

$\eta_{\text{ВОМ}}$ — КПД ВОМ ($\eta_{\text{ВОМ}} \approx 0,94-0,96$);

$\eta_{\text{МГ}}$ — КПД, учитывающий механические потери в трансмиссии энергетического средства (для энергонасыщенных тракторов ориентировочно принимают в пределах 0,75–0,80, для старых марок тракторов — 0,80–0,85);

η_{δ} — КПД, учитывающий потери мощности на буксование движителей;

R_M — тяговое сопротивление машины (агрегата), кН;

$G_{\text{ТР}}$ — эксплуатационный вес энергетического средства, кН;

f_T — коэффициент сопротивления качению энергетического средства (приложение 4);

i — уклон местности, %.

Для самоходного агрегата

$$v_{\text{Рmax}}^{\text{Ne}} = \frac{\left(N_{\text{еН}} \eta_{N_e} - \frac{N_{\text{ВОМ}}}{\eta_{\text{ВОМ}}} \right)}{R_M} \eta_{\text{МГ}} \eta_{\delta} \eta_{\text{РП}} \eta_{\text{П}}, \quad (2.9)$$

где $\eta_{\text{РП}}$ — КПД клиноременной передачи от ведущего шкива на валу двигателя ($\eta_{\text{РП}} \approx 0,90-0,98$);

$\eta_{\text{П}}$ — КПД гидропривода ($\eta_{\text{П}} \approx 0,78-0,80$).

Значения передаваемой через ВОМ трактора мощности для различных машин определить из справочной литературы или использовать средние значения $N_{\text{ВОМ}}$, устанавливаемые в ходе испытаний машин (приложение 5).

Общее сопротивление тяговых агрегатов (кН), рабочие органы которых взаимодействуют с почвой (культиваторы, бороны и др.), определить по формуле

$$R_M = k_0 b n_M + G_c f_c \pm G_a i / 100, \quad (2.10)$$

где k_0 — удельное тяговое сопротивление машины (приложение 6), кН/м;

b — конструктивная ширина захвата машины, м;

n_M — количество машин в агрегате;

G_c — вес сцепки, кН;

f_c — коэффициент сопротивления перекачиванию сцепки (приложение 7);

$G_a = G_M n_M + G_c$ — вес агрегата, кН;

G_M — вес одной рабочей машины, кН.

Удельное тяговое сопротивление машины зависит от вида и состояния обрабатываемого сельскохозяйственного материала, от технологических параметров обработки и от рабочей скорости движения агрегата v_p . Зная темп нарастания удельного тягового сопротивления Δ_c в зависимости от скорости агрегата и значение k_0 , соответствующее скорости v_0 (обычно принимают равным 1,4 м/с), рассчитать k_0 для заданного агротехнического значения скорости v_p

$$k_{0_v} = k_0 \left[1 + (v_p - v_0) \frac{\Delta_c}{100} \right]. \quad (2.11)$$

Примерное значение удельных тяговых сопротивлений k_0 для основных полевых машин приведено в приложении 6, средние значения удельных тяговых сопротивлений плугов при скорости до 1,38–1,66 м/с — в таблице 2.4, значения темпа нарастания удельного тягового сопротивления Δ_c — в таблице 2.3, а v_p принять равной $v_{\text{Рmax}}^{\text{агр}}$.

Таблица 2.3 — Темп нарастания удельного тягового сопротивления

Работа	Сельскохозяйственные машины	Δ_c , %
Вспашка целины, залежи, пласта многолетних трав, стерни озимых (последнее при $k_{\text{пл}} > 60$ кН/м ²)	Тракторный плуг	5–7
Вспашка стерни озимых, кукурузы, подсолнечника при $k_{\text{пл}} = 45-60$ кН/м ²	Тракторный плуг	3–5
Вспашка легких и рыхлых (песчаных и супесчаных) почв при $k_{\text{пл}} < 45$ кН/м ²	Тракторный плуг	2–3
Посев зерновых	Сеялка рядовая или узкорядная	1,5–3,0
Лущение стерни озимых	Луцильники: – лемешный – дисковый	2,5–3,5 2–3

Окончание таблицы 2.3

Работа	Сельскохозяйственные машины	Δ_c , %
Разделка пласта Прикатывание Боронование Сплошная культивация	Дисковая борона	2,5–4
	Тракторный каток	1–2
	Зубовая борона	1,5–2,5
	Культиваторы: – паровой – пропашной	2–5 2,5–3,5
Уборка кукурузы на зерно или силос	Кукурузо- или силосоуборочный комбайн	1,5–2
Уборка сахарной свеклы или картофеля	Свекло- или картофелеуборочный комбайн	3–6

Таблица 2.4 — Средние сопротивления различных типов почв при вспашке

Почва	Агрофон	Значение $k_{пл}$ для почв, кН/м^2 (кПа)			
		глинистых	тяжелосуглинистых	среднесуглинистых	супесей и легкосуглинистых
Чернозем	Стерня озимых	68	49	35	25
	Пласт многолетних трав	86	57	45	31
	Целина, залеж	90	71	52	39
Дерново-подзолистая	Стерня озимых	6	47	34	26
	Пласт многолетних трав	74	56	43	30
	Целина, залеж	92	71	50	40
Каштановая	Стерня озимых	69	47	36	22
	Целина, залеж	98	68	55	29
Засоленная	Стерня озимых	–	82	73	65

Общее сопротивление тягово-приводных агрегатов (кН), у которых часть мощности тратится на привод ВОМ (сажалки, прицепные комбайны и др.), определить по формуле

$$R_{M_{пр}} = R_M + R_{ВОМ}, \quad (2.12)$$

где $R_{ВОМ} = 0,159 N_{ВОМ} \eta_{МГ} i_{тр} / (r_k n_H \eta_{ВОМ})$ — дополнительное условное сопротивление, эквивалентное мощности, передаваемой через ВОМ, кН;
 $N_{ВОМ}$ — мощность, затрачиваемая на привод ВОМ, кВт;
 $i_{тр}$ — передаточное отношение трансмиссии от коленчатого вала двигателя к оси ведущих колес трактора [8, 11, 12];
 r_k — радиус качения ведущего колеса трактора, м;
 n_H — номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя [8, 11, 12], с^{-1} ;
 $\eta_{ВОМ}$ — КПД ВОМ.

Для колесных тракторов на пневматических шинах радиус качения рассчитать по формуле

$$r_k = r_0 + k_{ш} h_{ш}, \quad (2.13)$$

где r_0 — радиус посадочной окружности стального обода [8, 11, 12], м;
 $h_{ш}$ — высота поперечного профиля шины, м;
 $k_{ш}$ — коэффициент усадки (деформации) шины (таблица 2.5).

Таблица 2.5 — Значения коэффициента усадки пневматических шин

Тип опорного основания	Значение коэффициента $k_{ш}$
Твердый грунт	0,70
Стерня (залежь)	0,75
Вспаханное поле	0,80

Радиус качения r_k для гусеничных тракторов равен радиусу начальной окружности r_0 ведущих зубчатых звездочек [8, 11, 12].

Сопротивление (кН) тяговых транспортных агрегатов (прицепов) определить по формуле

$$R_M^{TP} = (G_{пр} + G_{гр}) (f_{пр} \pm i/100), \quad (2.14)$$

где $G_{пр}$ — конструктивный вес прицепа (машины), кН;
 $G_{гр} = 10V\gamma\lambda$ — вес груза, кН;
 V — объем кузова, м³;
 γ — объемная масса груза (приложение 13), т/м³;
 λ — коэффициент использования объема технологической емкости (таблица 2.6);
 $f_{пр}$ — коэффициент сопротивления перекачиванию прицепа (машины) (таблица 2.7).

Таблица 2.6 — Нормативные значения коэффициентов λ использования объема технологических емкостей

Сельскохозяйственные машины	λ
Зерноуборочные комбайны	0,95
Сеялки	0,75–0,85
Картофелесажалки	0,75

Таблица 2.7 — Значения коэффициента сопротивления качению $f_{пр}$ в различных условиях движения

Группа дорог	$f_{пр}$
I	0,05
II	0,08
III	0,15

Для транспортных тягово–приводных агрегатов (машины для внесения удобрений и др.) общее сопротивление (кН)

$$R_{M_{пр}}^{TP} = R_M^{TP} + R_{ВОМ} \quad (2.15)$$

Тяговое сопротивление (кН) пахотных агрегатов (плугов) рассчитать по формуле

$$R_M^{ПЛ} = k_{пл} a b_k n_k + C G_{пл} i/100, \quad (2.16)$$

где $k_{пл}$ — удельное сопротивление почв при вспашке (таблица 2.4), кН/м²;
 a — глубина вспашки, м;
 b_k — ширина захвата одного корпуса плуга, м;
 n_k — количество корпусов;
 C — коэффициент, учитывающий вес почвы на корпусах плуга;
 $G_{пл}$ — эксплуатационный вес плуга, кН.

В зависимости от глубины вспашки коэффициент C изменяется от 1,1 до 1,4 (при $a = 0,22–0,25$ м — примерно равен 1,2).

При движении прицепных машин без выполнения технологических операций, например на поворотах, или при переезде с одного участка на другой, тяговое сопротивление складывается только из сопротивления качению ходовых колес машины по почве, т.е.

$$R_{M_x}^{II} = G_M (f_M + i/100), \quad (2.17)$$

где f_M — коэффициент сопротивления качению ходовых колес машины (приложение 7).

При движении навесной машины в транспортном положении ее вес полностью передается на ходовые колеса трактора, и тяговое сопротивление на холостом ходу определить по формуле

$$R_{M_x}^H = G_M (f_T + i/100). \quad (2.18)$$

При работе зерноуборочных комбайнов, машин для внесения удобрений и ядохимикатов, т.е. машин, имеющих технологические емкости, их эксплуатационный вес будет изменяться с наполнением (опорожнением) бункера или емкости. Поэтому тяговое сопротивление (кН) на рабочем ходу можно определить по формуле:

$$R_M^{tex} = (G_M + G_{гр}) (f_M \pm i/100). \quad (2.19)$$

Среднее сопротивление (кН) таких машин на холостом ходу (поворотах) определить по формуле

$$R_{M_x}^{tex} = \left(G_M + \frac{1}{2} G_{гр} \right) \left(f_M \pm \frac{i}{100} \right). \quad (2.20)$$

После определения рабочей скорости v_p выбрать основную и резервные передачи с обязательным учетом значений интервала агро-

технически допустимых скоростей для машины. За основную принять ту передачу, для которой фактическое значение коэффициента использования номинальной мощности двигателя равно или немного меньше допустимого значения.

Коэффициент загрузки двигателя по мощности на рабочем режиме работы агрегата определить по формуле

$$\eta_{N_e}^p = \frac{N_{e_p}}{N_{e_H}} \quad (2.21)$$

Коэффициент загрузки двигателя по мощности на холостом режиме работы

$$\eta_{N_e}^x = \frac{N_{e_x}}{N_{e_H}} \quad (2.22)$$

Мощность, на которую загружен двигатель на рабочем режиме, определить по выражению

$$N_{e_p} = \frac{(R_a + P_f + P_a)v_p}{\eta_{мг}\eta_{\delta}} + \frac{N_{вОМ}}{\eta_{вОМ}} \quad (2.23)$$

Мощность, на которую загружен двигатель на холостом режиме работы

$$N_{e_x} = \frac{(R_{a_x} + P_f + P_a)v_x}{\eta_{мг}\eta_{\delta}}, \quad (2.24)$$

где $P_f + P_a = G_{тр} \left(f_{тр} \pm \frac{i}{100} \right)$ — сила сопротивления передвижению и преодолению подъема трактора, кН;
 v_x — скорость холостого хода агрегата ($v_p \approx v_x$), м/с.

Способ движения агрегата выбирать из рекомендуемых, исходя из требований агротехники, состояния поля и применяемого агрегата, обеспечивая наибольший коэффициент рабочих ходов ϕ при высоком качестве работы.

В соответствии с выбранным способом движения и составом агрегата определить радиус поворота агрегата R_o , длину выезда агре-

гата e , ширину поворотной полосы $E_{опт}$, рабочую длину гона L_p , оптимальную ширину загона $C_{опт}$ и коэффициент рабочих ходов ϕ .

Радиус поворота агрегата R_o для навесных агрегатов определяют радиусом поворота трактора, но он не должен быть менее 5–6 м. Для широкозахватных агрегатов ($B_p > 6$ м) радиус поворота $R_o \approx B_p$. При определении R_o для прицепных агрегатов с приводом от ВОМ трактора следует учесть допустимый угол поворота карданной передачи. Значение R_o при заданной скорости v_p определяют с учетом коэффициента изменения R_o в зависимости от скорости движения (приложение 8).

Длина выезда:

– для прицепных агрегатов $e \approx (0,25-0,75)l_k$;

– для навесных $e \approx (0-0,1)l_k$;

– для агрегатов с передней фронтальной навеской $e \approx -l_k$.

Значение кинематической длины агрегата l_k определить по формуле

$$l_k = l_{тр} + l_m + l_{сц}, \quad (2.25)$$

где $l_{тр}$, l_m , $l_{сц}$ — кинематическая длина соответственно трактора, машины и сцепки, м.

Ориентировочно l_m принять по габаритной длине машины, учитывая расположение ее рабочих органов.

В соответствии с выбранным способом движения по формулам приложения 9 определить ширину поворотной полосы E_{min} . Действительную ширину поворотной полосы $E_{опт}$ выбрать таким образом, чтобы она была не менее E_{min} и кратна рабочей ширине захвата B_p агрегата, который будет осуществлять работу (заделку, уборку и др.) на поворотной полосе.

Рабочая длина гона (м)

$$L_p = L - 2E_{опт}, \quad (2.26)$$

где L — общая длина гона, м.

Ширину загона C_{min} определить по формулам приложения 10. Действительную ширину загона $C_{опт}$ выбрать таким образом, чтобы она была не менее C_{min} и кратна двойной рабочей ширине захвата B_p агрегата.

Коэффициент рабочих ходов ϕ определить по формулам приложения 10.

Подготовка поля заключается в определении количества загонов на участке, разбивке участка на загоны, отбивке поворотных полос, установлении мест заезда и линии первого прохода агрегата (при необходимости), указании мест технологического обслуживания агрегатов (загрузки семян, выгрузки зерна из бункера и т. д.), проведении обкосов и прокосов, других подготовительных мероприятий, изложенных в технологии тракторных работ [3, 4, 9].

При внесении удобрений, посеве и посадке сельскохозяйственных культур необходимо согласование длины гона с вместимостью технологической емкости. На уборочных работах при больших размерах полей целесообразна прокладка разгрузочных магистралей, чтобы сократить потери времени, связанные с технологическим обслуживанием агрегатов.

Для согласования длины гона с вместимостью технологической емкости используют равенство

$$\frac{l_{\text{ост}} B_p h}{10^4} = V \gamma \lambda, \quad (2.27)$$

где $l_{\text{ост}}$ — путь между технологическими остановками (наполнение бункера зерноуборочного комбайна, освобождение емкости разбрасывателя и т. п.), м;
 h — норма внесения удобрений (высева семян), урожайность и т. д., т/га.

На основании равенства (2.27) путь между двумя технологическими остановками определить по формуле

$$l_{\text{ост}} = \frac{10^4 V \gamma \lambda}{B_p h}. \quad (2.28)$$

Соответствующее количество рабочих ходов агрегата в зависимости от длины гона равно

$$n_p = \frac{l_{\text{ост}}}{L_p}. \quad (2.29)$$

Длину $l_{\text{ост}}$ в соответствии с этим равенством выбрать такой, чтобы n_p было целым числом: четным, если технологическое обслуживание агрегата осуществляется на одной поворотной полосе, т. е. с одной стороны загона, и нечетным — при двустороннем технологи-

ческом обслуживании. Более эффективно с практической точки зрения одностороннее технологическое обслуживание при меньших потерях времени смены, уменьшается также потребность в загрузочных средствах.

Если работа агрегата возможна без разбивки поля на загоны (например, при челночном и круговом способе движения), то соответствующим образом подготавливают края обрабатываемого участка и поворотные полосы.

Показатели организации процесса.

Время цикла работы агрегата. Движение машинных агрегатов на загоне в большинстве случаев характеризуется определенной цикличностью. Время цикла включает продолжительность рабочего и холостого движения агрегата, а также технологических остановок.

Время *кинематического цикла* (время на выполнение одного круга для таких операций как пахота, культивация, скашивание хлебов или трав в валки и т. д.) определить по формуле

$$t_{\text{цк}} = \frac{10^{-3}}{3,6} \left(\frac{2L_p}{v_p} + \frac{2l_x}{v_x} + 60t_{\text{оп}} \right). \quad (2.30)$$

Время *технологического цикла* (время от одного технологического обслуживания до другого, связанного с опорожнением или наполнением емкостей, при выполнении работ по внесению удобрений, посеву или уборке сельскохозяйственных культур) определить по формуле

$$t_{\text{цт}} = \frac{10^{-3}}{3,6} \left(\frac{l_{\text{ост}}}{v_p \phi} + 60t_{\text{от}} \right), \quad (2.31)$$

где l_x — длина поворота, м;
 v_p, v_x — скорость движения агрегата соответственно на рабочем и холостом ходу (принимают $v_p \approx v_x$), м/с;
 $t_{\text{оп}}, t_{\text{от}}$ — время остановок на технологические отказы (очистка рабочих органов и т. п.) и технологическое обслуживание агрегата (засыпка семян, погрузка удобрений, разгрузка бункера и т. п.), приходящееся на один круг, мин.

Количество циклов работы агрегата за смену

$$n_{\text{ц}} = \frac{(T_{\text{см}} - t_2 - t_5 - t_6)}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.32)$$

где $T_{см}$ — продолжительность смены ($T_{см} = 7$ ч), ч.

Время на техническое обслуживание агрегата в течение смены t_2 составляет 0,17–0,5 ч (в зависимости от сложности агрегата). Время регламентированных перерывов на отдых и личные надобности обслуживающего персонала t_5 принять 0,42–0,64 ч.

Подготовительно-заключительное время t_6 определить по формуле

$$t_6 = T_{ЕТО} + T_{пп} + T_{пнк} + T_{пн}, \quad (2.33)$$

где $T_{ЕТО}$ — время на проведение ежемесячного технического обслуживания машинно-тракторного агрегата (приложения 11, 12, 14), ч;

$T_{пп}$ — время на подготовку агрегата к переезду, ч;

$T_{пн}$ — время на получение наряда и сдачу работы, ч;

$T_{пнк}$ — время на переезды в начале и в конце смены, ч.

Время $T_{пп} \approx 0,06–0,8$ ч, $T_{пн} \approx 0,07–0,11$ ч, $T_{пнк}$ при нормировании принять 0,2–0,5 ч. Для конкретного случая, зная расстояние переезда, $T_{пнк}$ рассчитать.

Действительное время смены (ч)

$$T_d = t_{ц} n_{ц} + t_2 + t_5 + t_6 \quad (2.34)$$

или по элементам

$$T_d = T_p + t_x + t_1 + t_2 + t_5 + t_6, \quad (2.35)$$

где $T_p = 2L_p n_{ц} / (3600v_p)$ — время основной работы для кинематического цикла, ч;

$T_p = l_{ост} n_{ц} / (3600v_p)$ — то же для технологического цикла, ч;

$t_x = 2l_x n_{ц} / (3600v_x)$ — время холостых поворотов за смену для кинематического цикла, ч;

$t_x = l_x n_{ц} / (3600v_x)$ — то же для технологического цикла, ч.

Длину холостого хода l_x для кинематического цикла (длина поворота) определить по приложению 9 или по формуле

$$l_x = \frac{L_p}{\varphi} - L_p, \quad (2.36)$$

для технологического цикла

$$l_x = \frac{l_{ост}(1-\varphi)}{\varphi}. \quad (2.37)$$

Время остановок за смену для технологического обслуживания соответственно для кинематического и технологического цикла равно (ч)

$$t_1 = t_{оп} n_{ц}; \quad (2.38)$$

$$t_1 = t_{о1} n_{ц}. \quad (2.39)$$

Коэффициент использования времени смены

$$\tau = \frac{T_p}{T_d}. \quad (2.40)$$

Производительность агрегата за кинематический и технологический циклы равна (га/цикл):

$$W_{цк} = \frac{2B_p L_p}{10^4}, \quad (2.41)$$

$$W_{цт} = \frac{l_{ост} B_p}{10^4}, \quad (2.42)$$

за час

$$W_{ч} = 0,36 B_p v_p \tau, \quad (2.43)$$

за действительное время смены

$$W_{см}^д = W_{ч} n_{ц} = 0,36 B_p v_p T_p, \quad (2.44)$$

за смену

$$W_{см} = W_{ч} T_{см}. \quad (2.45)$$

Расход топлива основным агрегатом на единицу выполненной работы (кг/га) рассчитать по формуле

$$\Theta = \frac{Q}{W_{\text{см}}^{\text{д}}} = \frac{G_{\text{т.р}} T_{\text{р}} + G_{\text{т.х}} t_{\text{х}} + G_{\text{т.о}} T_{\text{о}}}{W_{\text{см}}^{\text{д}}}, \quad (2.46)$$

где $G_{\text{т.р}}, G_{\text{т.х}}, G_{\text{т.о}}$ – часовой расход топлива соответственно при рабочем ходе агрегата, холостом ходе и на остановках, кг/ч;
 $T_{\text{р}}, t_{\text{х}}, T_{\text{о}}$ – соответственно основное время работы, время холостых поворотов и заездов, время остановок с работающим двигателем в течение смены, ч.

Часовой расход топлива (кг/ч) при различных режимах работы двигателя определить по формулам:

$$G_{\text{т.р}} = G_{\text{х.д.}} + (G_{\text{т.н}} - G_{\text{х.д.}}) \frac{N_{\text{е.р}}}{N_{\text{е.н}}} = G_{\text{х.д.}} + (G_{\text{т.н}} - G_{\text{х.д.}}) \eta_{N_{\text{е.р}}}, \quad (2.47)$$

$$G_{\text{т.х}} = G_{\text{х.д.}} + (G_{\text{т.н}} - G_{\text{х.д.}}) \frac{N_{\text{е.х}}}{N_{\text{е.н}}} = G_{\text{х.д.}} + (G_{\text{т.н}} - G_{\text{х.д.}}) \eta_{N_{\text{е.х}}}, \quad (2.48)$$

$$G_{\text{т.о}} = (0,12 - 0,15) G_{\text{т.н}}, \quad (2.49)$$

где $G_{\text{х.д.}}, G_{\text{т.н}}$ — максимальный часовой расход топлива на холостом ходу двигателя и при номинальном режиме, г/кВтч;
 $N_{\text{е.н}}, N_{\text{е.р}}, N_{\text{е.х}}$ — загрузка двигателя на номинальном, рабочем и холостом ходах агрегата, кВт;
 $\eta_{N_{\text{е.р}}}, \eta_{N_{\text{е.х}}}$ — коэффициенты загрузки двигателя по мощности на рабочем и холостом ходах агрегата.

Расход топлива $G_{\text{т.н}}$ и $G_{\text{х.д.}}$ принять из характеристик (разделы 1 и 7 [8, 11, 12]) соответственно при $N_{\text{е}} = N_{\text{е.макс}}$ и $N_{\text{е}} = 0$ или определить по формулам:

$$G_{\text{т.н}} = g_{\text{е.н}} N_{\text{е.н}} / 1000, \quad (2.50)$$

$$G_{\text{х.д.}} = (0,27 - 0,3) G_{\text{т.н}}, \quad (2.51)$$

где $g_{\text{е.н}}$ — удельный эффективный расход топлива при номинальном режиме (по технической характеристике двигателя), г/(кВт·ч).

Продолжительность остановок в течение смены, ч.

$$T_{\text{о}} = t_1 + t_5 + 0,5t_6. \quad (2.52)$$

Затраты труда на единицу выполненной работы определяют так:

$$z = \frac{m+n}{W_{\text{ч}}}, \quad (2.53)$$

где m, n — количество механизаторов и вспомогательных рабочих, обслуживающих один агрегат, чел.

2.2 Расчет дополнительных операций

Производственный процесс, как правило, состоит из нескольких операций. Режим работы основного агрегата определяет режим работы вспомогательных агрегатов. Например, при уборке кукурузы на силос количество транспортных средств и режим их работы обусловлены условиями и режимом работы силосоуборочных агрегатов. При внесении органических удобрений работа погрузчика зависит от организации и режима работы навозоразбрасывателей.

В большинстве случаев дополнительные операции являются транспортными и погрузочно-разгрузочными. Расчет дополнительных операций заключается в выборе агрегатов для выполнения этих операций и определении их количества.

Транспортный агрегат. Необходимое количество транспортных средств для обслуживания основного агрегата (зерноуборочного, силосоуборочного, картофелеуборочного комбайнов и других агрегатов) определить по формуле

$$m_{\text{х}} = \frac{t_{\text{ц.тр}}}{t_{\text{ост}}}, \quad (2.54)$$

где $t_{\text{ост}}$ — период времени между двумя технологическими обслуживаниями основного агрегата, ч.

Например, для силосоуборочного комбайна, это будет время заполнения кузова (прицепа) транспортного средства, для зерноуборочного комбайна — время заполнения бункера, для посевного агрегата — время опорожнения семенных или туковых ящиков и т. д. Его определить по формуле

$$t_{\text{ост}} = \frac{10^{-3} l_{\text{ост}}}{3,6 v_{\text{п}} \varphi} \quad (2.55)$$

Время цикла работы транспортного средства (время рейса), ч

$$t_{\text{ц.р}} = t_{\text{р}} = t_{\text{гр}} + t_{\text{хх}} + t_{\text{погр}} + t_{\text{разгр}} + t_{\text{доп}} \quad (2.56)$$

где $t_{\text{гр}}$ — время движения с грузом на расстояние $l_{\text{гр}}$ при скорости $v_{\text{гр}}$, ч;
 $t_{\text{хх}}$ — время движения без груза на расстояние $l_{\text{хх}}$ при скорости $v_{\text{хгр}}$, ч;
 $t_{\text{разгр}}$ — время на разгрузку, ч;
 $t_{\text{погр}}$ — время на погрузку, ч;
 $t_{\text{доп}}$ — дополнительное время (взвешивание груза, маневрирование при погрузке-разгрузке, ожидание загрузки) (таблицы 2.8 и 2.9), ч.

Таблица 2.8 — Нормы времени при выполнении дополнительных работ в процессе погрузки и выгрузки

Наименование работ	Нормы времени простоя, мин
Взвешивание груза на автомобильных весах или пересчет груза	4,0
Взвешивание или перевешивание груза на десятичных или сотенных весах на автомобиль (автотопед) грузоподъемностью:	
– до 4 т (включительно)	9,0
– от 4 до 7 т (включительно)	13,0
– свыше 7 т	18,0
Заезд в промежуточный пункт погрузки и разгрузки	9,0

Время движения транспортного агрегата

$$t_{\text{дв}} = t_{\text{гр}} + t_{\text{хх}} = \frac{l_{\text{гр}}}{v_{\text{гр}}} + \frac{l_{\text{хх}}}{v_{\text{хгр}}} \quad (2.57)$$

Среднюю скорость движения на внутрихозяйственных перевозках для транспортных тракторных агрегатов с тракторами класса 1,4 принять 14–16 км/ч, класса 3 — 16–17, автомобилей — 20–22 км/ч.

Количество рейсов за смену

$$n_{\text{р}} = \frac{T_{\text{см}} - t_6}{t_{\text{р}}} \quad (2.58)$$

где t_6 — подготовительно-заключительное время (2,5 мин на 1 час работы).

Таблица 2.9 — Нормы времени при выполнении дополнительных работ в процессе погрузки и выгрузки

Операции	Время на дополнительную работу, мин							
	1 прицепа				2 прицепа			
	Классы груза							
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Взвешивание груза	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0
Очистка кузова	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5
Открытие бортов	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	0,8	0,8
Закрытие бортов	1,0	1,0	1,0	1,0	1,6	1,6	1,6	1,6
Увязывание и распаковывание груза	–	–	–	6,0	–	–	–	10
Оформление документов	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Маневрирование агрегата	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Присоединение прицепа	4,0	4,0	4,0	4,0	–	–	–	–
Отцепление прицепа	3,0	3,0	3,0	3,0	–	–	–	–
Ожидание	0,5	0,6	0,7	0,8	0,5	0,6	0,7	0,8

Коэффициент использования времени смены

$$\tau = \frac{t_{\text{гр}} n_{\text{р}}}{T_{\text{см}}} \quad (2.59)$$

Производительность транспортного агрегата (т):
за рейс

$$W_p = q_n \gamma_c, \quad (2.60)$$

за час

$$W_{\text{ч}} = \frac{q_n \gamma_c}{t_p} = \frac{V \gamma \lambda}{t_p}, \quad (2.61)$$

за смену

$$W_{\text{см}} = q_n \gamma_c n_p, \quad (2.62)$$

где q_n — номинальная грузоподъемность транспортного средства, т;
 γ_c — коэффициент статического использования грузоподъемности.

Погрузочный агрегат. Производительность погрузочного агрегата определить по уравнению (т/ч)

$$W_{\text{пог.ч}} = W_{\text{рпн}} K_{\Gamma} \tau_n, \quad (2.63)$$

где $W_{\text{рпн}}$ — расчетная производительность погрузчика (по технической характеристике), т/ч;

$K_{\Gamma} = \frac{\gamma}{\gamma_p}$ — коэффициент использования грузоподъемности погрузчика;

γ — объемная масса груза (приложение 13), т/м³;

$\gamma_p = 1 \text{ т/м}^3$ — расчетная плотность груза, т/м³;

$\tau_n = \frac{n_{\text{дн}}}{n_{\text{рпн}}}$ — коэффициент использования времени смены.

Количество действительных погрузок равно:

$$n_{\text{дн}} = \frac{T_{\text{см}} - t_2 - t_5 - t_6}{t_{\text{ц.гр}}} m_x, \quad (2.64)$$

расчетных погрузок

$$n_{\text{рпн}} = \frac{T_{\text{см}} - t_2 - t_5 - t_6}{t_{\text{п}}}, \quad (2.65)$$

где $t_n = q_{\phi} / W_{\text{рпн}} + 0,01$ — время на погрузку и замену транспорта, ч;
 $q_{\phi} = V \gamma \lambda$ — количество груза, перевозимого транспортным средством за один рейс, т.

Количество транспортных агрегатов, необходимых для полной загрузки погрузчика (при $\tau_n = 1$)

$$m_x = \frac{t_{\text{ц.гр}}}{t_n}. \quad (2.66)$$

Количество транспортных средств m_x для звена из n_a комбайнов определить по формуле (с округлением до целого большего числа)

$$m_x = \frac{n_a t_{\text{ц.гр}}}{n_6 t_{\text{ц.т}}}, \quad (2.67)$$

где n_6 — количество бункеров комбайнов, загружаемых в кузов одного автомобиля.

Наработка на агрегат в звеньях почти всегда значительно выше, чем у агрегатов, работающих по одному. Повышается качество выполняемых технологических операций, а также выработка вспомогательных агрегатов.

Согласованность в работе основных и вспомогательных агрегатов может быть отражена на графике, который показывает, как протекает во времени чередование основных элементов рабочего цикла машинных агрегатов входящих в звено (рисунок 2.1).

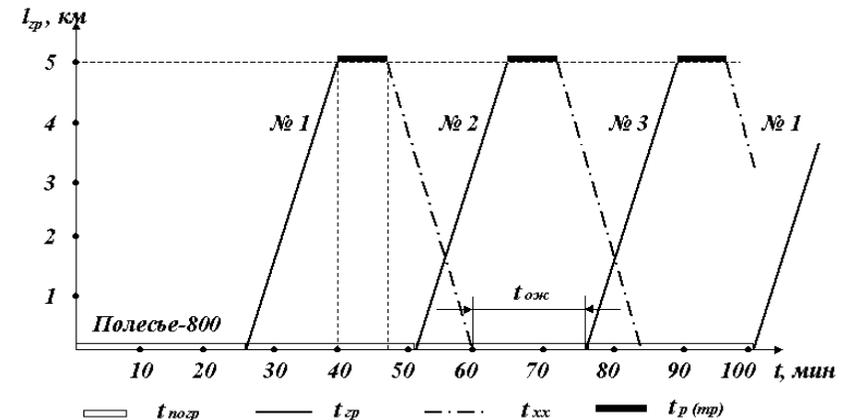


Рисунок 2.1 — График цикличности и взаимодействия основного и вспомогательного агрегатов

При построении графиков цикличности по оси абсцисс отложить время работы агрегата в минутах, а по оси ординат — длину гона или расстояние транспортировки груза (зерна, зеленой массы и т. п.) $l_{тр}$ в километрах. На графике отметить элементы цикла работы агрегатов. При этом график составить таким образом, чтобы к моменту наполнения очередной емкости основного агрегата имелся бы транспортный агрегат, готовый принять от него убираемую продукцию (например, зерно из бункера комбайна). При внесении (разбрасывании) органических удобрений после заполнения первой емкости навозоразбрасывателя к погрузчику подается очередной (2-й, 3-й и т. д.) до тех пор, пока снова не станет на погрузку первый агрегат после выполнения технологического процесса — разбрасывания удобрений по полю.

Поточный метод работы машинных агрегатов предполагает разделение производственного процесса на отдельные составные работы, закрепление за ними определенных исполнителей и техники, расположение рабочих мест по ходу технологического процесса, обеспечение непрерывности трудовых процессов. Для обеспечения непрерывности потока необходимо равенство производительности стационарных, транспортных средств механизации и полевых машинных агрегатов.

Контроль качества. Все показатели качества технологических операций в растениеводстве подразделяются на две группы. Показатели первой группы оценивают своевременность начала и продолжительность изменения и выполнения операций. Показатели второй группы характеризуют: изменения в обрабатываемом материале (глубину и равномерность обработки почвы или заделки семян, высоту среза и длину резки стеблей, полноту подрезания сорняков и т.п.); соблюдение норм внесения и равномерности распределения материалов (семян, удобрений) по поверхности и глубине почвы и по длине рядка; полноту охвата обработанной поверхности поля и сбора продукции, количественные и качественные потери материала, повреждение семян, растений и продуктов урожая, засоренность продукции посторонними примесями, пропуски и огрехи при обработке.

Для контроля качества необходимо знать номинальные значения показателей. Для измерений используют различные простейшие средства: складной метр, деревянную или металлическую линейку, рулетку, рамку и специальные приспособления.

Контроль качества выполняемой сельскохозяйственной операции осуществляется трактористом-машинистом в процессе работы и приемщиком работы (агроном, бригадир) в процессе и по ее окончании. В случае низкого качества работу переделывают. В карте привести схему способа проверки показателей и количество измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа возрождения и развития села на 2005–2010 годы. — Минск, 2005. — 86 с.
2. Система машин на 2006–2010 гг. для реализации научно обоснованных технологий производства продукции основных сельскохозяйственных культур. — Минск, 2005. — 75 с.
3. Новиков, А.В. Техническое обеспечение процессов в земледелии. Проектирование механизированных процессов в растениеводстве : нормативно-справочные материалы / А.В. Новиков [и др.]. — Минск : БГАТУ, 2005. — 116 с.
4. Будько, Ю.В. Эксплуатация сельскохозяйственной техники : учебник / Ю.В. Будько [и др.] ; под ред. Ю.В. Будько. — Минск : Беларусь, 2006. — 510 с.
5. Шило, И.Н. Эксплуатация сельскохозяйственной техники. Практикум : учеб. пособие / И.Н. Шило [и др.] ; под ред. И.Н. Шило. — Минск : Беларусь, 2008. — 252 с.
6. Сельскохозяйственная техника (каталог) / Минсельхозпрод Республики Беларусь. — Минск, 1996. — 227 с.
7. Сельскохозяйственная техника, выпускаемая в Республике Беларусь (каталог). — Минск : УП «СКТБ БелНИИМСХ», 2002. — 88 с.
8. Техническое обеспечение процессов в растениеводстве. справочные материалы. Новиков А.В. [и др.]. — Минск : БГАТУ, 2009. — 100 с.
9. Энергосберегающие технологии возделывания зерновых культур в Республике Беларусь : пособие / И.Н. Шило [и др.]. — Минск : БГАТУ, 2008. — 160 с.
10. Янцов, Н.Д. Общие требования к оформлению курсовых и дипломных проектов : справочное пособие / сост. Н.Д. Янцов, В.С. Бушейко, А.А. Гончарко. — Минск : БГАТУ, 2008. — 144 с.
11. Эксплуатация сельскохозяйственной техники: справочные материалы /А.В. Новиков [и др.]. Ч. 1. — Мн.: Государственное учреждение «Учебно-методический центр Минсельхозпрода», 2008. — 107 с.
12. Эксплуатация сельскохозяйственной техники: справочные материалы /А.В. Новиков [и др.]. Ч. 2. — Мн.: Государственное учреждение «Учебно-методический центр Минсельхозпрода», 2009. — 129 с.

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Агромеханический факультет

**Кафедра эксплуатации
машинно-тракторного парка**

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ПРИЛОЖЕНИЯ

на тему: **«ОПЕРАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ
КАРТА НА ВЫПОЛНЕНИЕ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ РАБОТЫ»**

Студент _____ (подпись) _____ (Ф.И.О. полностью)

Курс _____ Группа _____

Руководитель _____ (подпись) _____ (ученая степень, звание, должность, Ф.И.О.)

МИНСК 20____

Приложение 2

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой ЭМТП
_____ А.В. Новиков
«___» _____ 20__ г.

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № _____

Студент _____ Группа _____

Разработать операционно-технологическую карту на выполнение сельскохозяйственной работы: _____

Размеры рабочего участка, м:
длина _____; ширина _____.

Норма внесения (сбора) материала _____ т/га.

Уклон местности _____ %; расстояние перевозки _____ км.

Основной агрегат _____.

Вспомогательный агрегат _____.

Дополнительные данные _____

Срок сдачи студентом законченной работы _____

Дата выдачи задания _____ Руководитель _____
(подпись)

Задание принял к исполнению (дата) _____

Подпись студента _____

Примечание — Это задание прилагается к пояснительной записке

Приложение 3

Рекомендуемые скорости движения МТА на основных работах

Вид работ	км/ч	м/с
Вспашка	4,5–12	1,3–3,3
Лущение:		
дисковыми лущильниками	8–12	2,2–3,3
лемешными орудиями	6–12	1,7–3,3
Дискование	6–12	1,7–3,3
Боронование:		
зубовыми боронами	5–12	1,4–3,3
всходов зерновых культур зубовыми боронами	6–10	1,7–2,8
всходов сетчатыми боронами	3,6–8	1,0–2,2
Шлейфование	5–7	1,4–1,9
Культивация:		
подрезающими лапами	6–12	1,7–3,3
пружинными лапами	6–7	1,7–1,9
Обработка почвы:		
штанговыми культиваторами	5–11	1,4–3,1
комбинированными агрегатами	4,5–8	1,3–2,2
Прикатывание почвы	6–12	1,7–3,3
Внесение твердых органических удобрений	6–12	1,7–3,3
Внесение жидких органических удобрений	6–10	1,7–2,8
Внесение минеральных удобрений:		
туковыми сеялками	6–12	1,7–3,3
разбрасывателями	8–12	2,2–3,3
Посев:		
зерновых культур	7–12	1,9–3,3
кукурузы	5–12	1,4–3,3
сахарной свеклы	6–8	1,7–2,2
Посадка картофеля	6–9	1,7–2,5
Междурядная обработка культур	6–10	1,7–2,8
Шаровка, вдольрядное прореживание и букетирование сахарной свеклы	5–9	1,4–2,5
Рыхление междурядий свеклы	6–10	1,7–2,8
Окучивание картофеля	5–9	1,4–2,5
Кошение трав на сено	6–12	1,7–3,3

Вид работ	км/ч	м/с
Уборка трав косилками-измельчителями	6–8	1,7–2,2
Уборка зерновых в валки:		
рядовыми жатками	6–12	1,7–3,3
комбайнами	6–8	1,7–2,2
Подбор валков комбайнами	4,5–8	1,3–2,2
Прямое комбайнирование	3–8	0,8–2,2
Уборка:		
силосных культур	5–12	1,4–3,3
сахарной свеклы комбайнами	3–9	0,8–2,5
картофеля копателями	2–8	0,6–2,2
картофеля комбайнами	1–5	0,3–1,4
Теребление льна	5–10	1,4–2,8

Значение коэффициентов сцепления μ и сопротивления качению f_T в различных условиях работы

Условия движения	Колесные тракторы		Гусеничные тракторы	
	μ	f_T	μ	f_T
Шоссейная дорога:				
цементно-бетонное или асфальто-бетонное покрытие	0,7–0,8	0,018–0,022	1,0	–
щебенчатое или гравийное покрытие	0,7–0,8	0,030–0,040	1,0	–
булыжное покрытие	0,6–,7	0,035–0,045	–	–
Сухая укатанная дорога:				
глинистый грунт	0,8–0,9	0,03–0,05	1,0	0,05–0,07
песчаный грунт	0,7–0,8	0,03–0,05	0,9–1,0	0,05–0,07
Чернозем	0,6–,7	0,03–0,05	0,9	0,05–0,07
Снежная укатанная дорога	0,3	0,03–0,05	1,0	0,06–0,07
Целина, залежь, плотная дернина, сильно уплотненная стерня (суглинок)	0,8–0,9	0,03–0,06	1,0	0,05–0,07
Стерня нормальной влажности	0,7–,8	0,06–0,08	0,9–1,0	0,07–0,09
Влажная стерня	0,6–,7	0,08–0,10	0,9	0,08–0,11
Слежавшаяся пашня	0,5–,6	0,10–0,12	0,7	0,07–0,08
Подготовленное под посев поле, вспаханное поле (суглинок), чистый пар, свежееубранное из-под картофеля поле	0,5–0,7	0,16–0,20	0,6–0,7	0,10–0,12
Свежевспаханное поле (супесь)	0,4–0,5	0,18–0,22	0,6	0,12–0,14
Влажный луг:				
скошенный	0,7	0,08	0,8	0,09
нескошенный	0,5–0,6	0,10	0,6–0,7	0,11
Песок:				
влажный	0,4	0,08–0,10	0,5	–
сухой	0,3	0,15–0,20	0,4	0,10–0,12
Глубокая грязь	0,1	–	0,3–0,5	0,10–0,25
Глубокий снег	–	0,24–0,28	–	0,09– 0,12
Торфяно-болотная осушенная целина	–	–	0,4–0,6	0,11–0,14

Приложение 5

Мощность, затрачиваемая на привод рабочих органов сельскохозяйственных машин

Сельскохозяйственная машина	Марка машины	N вом, кВт
Картофелесажалки	КСМ-6	64
	СКС-4	3,7–5,5
	КСМГ-4	32,8–41,2
	КСМ-4	33,7–42,3
	СКМ-6	7,2
	КСМ-8	112,5
Культиваторы	ФПУ-4,2	25,8–36,8
	КФ-5,4	29,4–36,8
Комбинированный агрегат для обработки солонцовых почв	АЛС-2,5	73,6
Комбайны силосоуборочные	КС-1,8	25,8–40,5
	КСС-2,6	58,9–73,6
	КС-2,6	15,5
	КПКУ-75	58,9–73,6
	КПИ-2,4	35–50
Косилки-измельчители	КИР-1,5Б	15,8
	КУФ-1,8	25,8–40,5
Косилки	КТП-6	22,1–25,8
	КДП-4,0	7
	КС-2,1	3,7
	КРН-2,1	4,5
Косилка-валкователь	КПВ-3,0	11,0
Косилка-измельчитель	Е-281	60–70
Жатка	ЖРС-4,9	22,1–25,8
	ЖВС-6	7,8–10,2
Машина ботвоуборочная	БМ-6	22,1–29,4
Машина корнеуборочная	РКС-6	40,6–47,9

Продолжение приложения 5

Сельскохозяйственная машина	Марка машины	N вом, кВт
Картофелекопатели	КСТ-1,4	11,0–14,7
	УКВ-2	18,4–22,1
	КТН-2Б	7–9
Картофелеуборочный комбайн	Z-609	18,4
	ККУ-2А	26,7–29,8
	Е-684	44,1
	КПК-3	28,96
	Е-686	32,1–36,7
	КПК-3-1	47,28
	Е-667/2	22,1–25,1
Разбрасыватели минеральных удобрений и извести, опрыскиватели	1РМГ-4	7,4–11,0
	РУМ-16	25,8–37,5
	ОМ-630-2	5
Разбрасыватели органических удобрений	РУП-8	29,4–36,8
	РУМ-8	18,4–22,1
	РПН-4	11,0–14,7
	РЖТ-4	14,7–18,4
	РОУ-5	20,2–23,0
	ПРТ-10	29,8–40,4
	МЖТ-10	20,8–25,2
	РЖТ-8	29,4–36,8
МТТ-19	31,5–43,3	
	РУН-15Б	58,9–73,6
	МЖТ-23	34,9–43,5
	МЖТ-16	35,3–42,6

Сельскохозяйственная машина	Марка машины	$N_{\text{в.ом}}$, кВт
	ПРТ-16	36,8–51,5
	РЖТ-16	34,1–43,2
	МТТ-23	34,0–72,2
Льнотеребилка	ТЛН-1,5А	4–6
Льнокомбайн	ЛКВ-4Т	11–14
	ЛК-4А	11–14
Комбайн кормоуборочный	КСК-100	90–113
	ЯСК-170	65–80
Пресс-подборщик	ПС-1,6	8–11
Машины для уборки кормовой свеклы	МКК-6	45–52

**Средние значения удельного сопротивления
сельскохозяйственных машин**

Работа	Сельскохозяйственная машина	k_o , кН/м	
Боронование	Бороны:		
	зубовая тяжелая	0,40–0,70	
	зубовая средняя	0,30–0,60	
	зубовая посевная	0,25–0,45	
	сетчатая и шлейф-борона	0,45–0,65	
	пружинная и лапчатая	1,00–1,80	
	дисковая	1,60–2,20	
	игольчатая	0,45–0,80	
	Сплошная культивация на глубину, см:	Культиваторы:	
		паровой	1,20–2,60
5–8	паровой	1,60–3,00	
	штанговый	1,60–2,60	
10–12	Глубокорыхлитель	8,00–13,00	
	Плоскорез	4,00–6,00	
Глубокое рыхление			
Обработка почвы плоскорезами			
Лушение стерни на глубину, см:	Луцильники:		
8–10	дисковый	1,20–2,60	
10–14	лемешный	2,50–6,00	
14–18		6,00–10,00	
Рядовой посев зерновых культур	Сеялки:		
	дисковая с междурядьями 0,15 м	1,10–1,60	
	узкорядная	1,50–2,50	
	сеялки-луцильник	1,20–2,80	
	зернопрессовая	1,20–1,80	
Посев сахарной свеклы	Свекловичная сеялка	0,60–1,00	
Посев кукурузы	Кукурузная сеялка	1,00–1,40	
Посадка картофеля	Картофелесажалка	2,50–3,50	
Прикатывание:	Катки:		
	посевов	гладкий водоналивной	0,55 – 1,20
	предпосевное	кольчато-шпоровый	0,60 – 1,00

Продолжение приложения 6

Работа	Сельскохозяйственная машина	k_o , кН/м
Первая обработка между- рядий пропашных культур	Культиватор со стрель- чатыми лапами и брит- вами	1,20 – 1,80
Мотыжение	Вращающаяся мотыга	0,40–0,75
Шаровка и букетировка сахарной свеклы	Свекловичный	0,50– ,80
Рыхление междурядий сахарной свеклы	культиватор	
Рыхление междурядий картофеля с подкормкой	То же	1,20–2,00
Рыхление междурядий кукурузы и подсолнечника с подкормкой	Культиватор- растениепитатель	1,40–1,80
Окучивание картофеля	То же	1,30–1,60
Кошение трав	Культиватор-окучник	1,50–2,50
	Тракторная косилка: с приводом от ВОМ	0,70–1,10
	с приводом от ходовых колес	0,90–1,40
Сгребание трав	Косилка-измельчитель	0,80–1,30
	Грабли: тракторные поперечные валкообразователи	0,50–0,75 0,70–0,90
Кошение:	Жатка:	
зерновых колосовых	рядковая прицепная	1,20–1,50
зернобобовых	бобовая безмотовильная	0,60–0,90
Уборка кукурузы на зерно и силос	Кукурузоуборочный комбайн	2,80–3,50
	Силосоуборочный комбайн	2,60–3,30
Уборка сахарной свеклы	Свеклоуборочный комбайн	6,00–12,00
Уборка картофеля	Транспортерный картофелекопатель	5,00–7,00
	Картофелеуборочный комбайн	10,00– 12,00
	Копатель-валкоукладчик	7,00–8,50

Окончание приложения 6

Работа	Сельскохозяйственная машина	k_o , кН/м
Теребление льна	Прицепная льнотеребилка	3,00–4,00
	Льноуборочный комбайн	4,00–5,00
Уборка ботвы	Ботвоуборочная машина	2,50–3,50
Уборка корнеплодов	Свеклоподъемник	3,00–4,00
	Копатель корнеплодов	6,50–7,50
Дискование пашни	Дисковая борона	3,00–6,00
Дискование лугов и пастбищ	То же	4,00–8,00
Разбрасывание минеральных удобрений	Туковая сеялка	0,30–0,40

Коэффициент сопротивления качению ходовых колес сельскохозяйственных машин f_m и сцепок f_c

Условия движения	На пневматических шинах			На стальных колесах
	весной	в конце весны, летом, в начале осени	осенью	
Асфальтированная дорога	–	0,03–0,04	–	0,2–,3
Уплотненная полевая дорога	0,14–0,06	0,04–0,03	0,05–0,08	–
Сухая стерня клевера	0,17–0,07	0,06–0,05	0,08–0,09	0,06–0,10
Стерня клевера после дождя	–	0,12–0,14	–	0,18–0,20
Полевая дорога	0,15–0,07	0,06–0,04	0,06–0,09	0,06–0,03
Целина, луг полугустой, травостой высотой до 10 см	0,15–0,07	0,07–0,05	0,08–0,09	0,05–0,07
Клеверище, густой травостой высотой до 20 см	0,10–0,09	0,09–0,07	0,08–0,10	–
Клеверище, обработанное на глубину 5–6 см	0,20–0,11	0,09–0,08	0,09–0,14	–
Стерня после озимых	0,24–0,09	0,09–0,07	0,09–0,15	0,09–0,11
Стерня на супеси	0,25–0,11	0,10–0,09	0,10–0,16	–
Стерня взлущенная	–	–	0,10–0,12	0,16–0,18
Поле из-под картофеля	0,27–0,13	0,11–0,09	0,12–0,18	–
Культивированное поле	0,33–0,15	0,13–0,11	0,14–0,20	0,22–0,24
Слежавшаяся пашня, прошлогодняя зябь	0,40–0,20	0,15–0,12	0,15–0,19	–
Свежевспаханное поле	0,44–0,24	0,25–0,18	0,20–0,30	–
Укатанная снежная дорога	–	0,04–0,06	–	0,08–0,10

49

Зависимость радиуса поворота R_p от ширины захвата агрегата B и коэффициента увеличения радиуса от скорости движения v_p

Агрегаты	Радиус поворота при скорости движения 5 км/ч		Коэффициент увеличения радиуса от скорости движения, км/ч					
			7		8		9	
	навесных	прицепных	навесных	прицепных	навесных	прицепных	навесных	прицепных
Пахотные	3	4,5	1,05	1,15	1,20	1,42	1,35	1,60
Культиваторные (для сплошной обработки) и бороновальные	0,9 B	(1–1,5) B	1,06	1,25	1,32	1,55	1,46	1,75
Посевные:								
одно- и двухсеялочные	1,1 B	1,6 B	1,08	1,32	1,41	1,57	1,58	1,80
трех- и пятисеялочные	0,9 B	(1,1–1,3) B	1,08	1,32	1,41	1,57	1,58	1,80
Пропашные (культиваторные)	0,8 B	(1,1–1,2) B	1,06	1,35	1,34	1,68	1,48	1,85
Жатвенные	0,9 B	(1,2–1,4) B	1,09	1,30	1,46	1,62	1,52	1,82

50

Приложение 9

Длина холостого хода агрегата и ширина поворотной полосы

Вид поворота		Длина холостого хода, м	Ширина поворотной полосы
На 90°	беспетлевой	$l_x = (1,6 - 1,8) \cdot R_0 + 2e$	$E = 1,1 \cdot R_0 + 0,5 \cdot d_K + e$
	Петлевой с открытой петлей	$l_x = (6 - 8,5) \cdot R_0 + 2e$	$E = 2,8 \cdot R_0 + 0,5 \cdot d_K + e$
	петлевой с закрытой петлей	$l_x = (5 - 6,5) \cdot R_0 + 2e$	$E = 2 \cdot R_0 + 0,5 \cdot d_K + e$
На 180°	беспетлевой дугообразный	$l_x = (3,2 - 4) \cdot R_0 + 2e$	$E = 1,1 \cdot R_0 + 0,5 \cdot d_K + e$
	беспетлевой с прямолинейным участком	$l_x = (1,4 - 2) \cdot R_0 + x + 2e$	$E = 1,1 \cdot R_0 + 0,5 \cdot d_K + e$
	петлевой грушевидный	$l_x = (6,6 - 8) \cdot R_0 + 2e$	$E = 2,8 \cdot R_0 + 0,5 \cdot d_K + e$
	петлевой восьмеркообразный	$l_x = (8 - 9) \cdot R_0 + 2e$	$E = 3 \cdot R_0 + 0,5 \cdot d_K + e$
	грибовидный с открытой петлей	$l_x = (4,1 - 5) \cdot R_0 + 2e$	$E = 1,1 \cdot R_0 + 0,5 \cdot d_K + e$
	грибовидный с закрытой петлей	$l_x = (5 - 5,5) \cdot R_0 + 2e$	$E = 1,1 \cdot R_0 + 0,5 \cdot d_K + e$

Зависимости для определения коэффициента φ и ширины загона $C_{онм}$

Способ движения	Коэффициент рабочих ходов	Ширина загона, м
Челночный	$\varphi = L_p / (L_p + 6R_0 + 2e)$	–
Всвал	$\varphi = L_p / (L_p + 0,5C + 4R_0 / C(2R_0 - B_p) + R_0 + 2e)$	$C_{онм} = \sqrt{2(L_p B_p + 8R_0^2)}$
Вразвал	$\varphi = L_p / (L_p + 0,5C + R_0(1 + 4B_p / C) + B_p + 2e)$	То же
Комбинированный	$\varphi = L_p / (L_p + 0,5C + R_0 + 2e)$	$C_{мин} = 8R_0$
Диагонально-перекрестный	$\varphi = L_p C / (L_p C + 6R_0 B_p)$	$C = (0,75 - 1,0)L$
Двухзагонный	$\varphi = L_p / (L_p + 0,5C + 3R_0 + 2(e - R_0^2 / C))$	$C_{онм} = \sqrt{2(L_p B_p - 2R_0^2)}$
Четырехзагонный (уборка сахарной свеклы и картофеля)	$\varphi = L_p / (L_p + 0,5C + 1,14R_0 + 2e)$	Для двухрядных машин: C = 144 рядка при m = 45 см – для свеклы C = 64 рядка при m = 70 см – для картофеля

52

Окончание приложения 10

Способ движения	Коэффициент рабочих ходов	Ширина загона, м
С перекрытием, с расширением прокосов	$\varphi = L_p / (L_p + 0,5C + 1,14R_0 + 2e)$	$C_{онм} = \sqrt{3L_p B_p}$
Круговой: для симметричных агрегатов	$\varphi = LC / (L(C + 0,5B_p) + (6R_0 + 2e)(2R_0 - B_p))$	$C = L : (5 - 8)$
для несимметричных агрегатов	$\varphi = LC / \left(\begin{array}{l} L(C + 0,5B_p) + \pi(0,5B_p + \alpha^*)(C - 2R_0) + \\ + (6R_0 + 2e)(2R_0 - B_p) \end{array} \right)$	То же

53

* α – расстояние от продольной оси агрегата до крайней точки по ширине захвата

Приложение 11

Трудоемкость технического обслуживания и текущего ремонта сельскохозяйственных машин**

Наименование сельскохозяйственной машины	Суммарная трудоемкость ежесменного технического обслуживания, ч	Суммарная годовая трудоемкость, ч	
		номерного технического обслуживания	текущего ремонта
Плуги	0,12–0,25	–	17–50
Плуги-луцильники	0,10–0,20	–	20–29
Глубококорыхлители	0,18–0,25	–	10–45
Дисковые луцильники	0,10–0,25	–	17–81
Бороны дисковые	0,10–0,25	–	12–67
Бороны зубовые	–	–	4
Бороны игольчатые	0,22	–	39
Катки	0,10	–	20
Сцепки	0,10	–	11–34
Культиваторы	0,10–0,50	–	7–64
Сеялки:			
зерновые	0,15	–	43–83
зернольные	0,30	–	45
свекловичные	0,25	–	56–69
кукурузные	0,25–0,40	–	26–57
овощные	0,15–0,20	–	13–37
Рассадопосадочные машины	0,40	–	58
Картофелесажалки	0,30	–	98
Опрыскиватели	0,30	4,2	26–38
Протравливатели	0,18	1,8	50–56

Продолжение приложения 11

Наименование сельскохозяйственной машины	Суммарная трудоемкость ежесменного технического обслуживания, ч	Суммарная годовая трудоемкость, ч	
		номерного технического обслуживания	текущего ремонта
Опыливатели	0,18	3,0	18
Косилки	0,10	–	10–22
Косилки-измельчители	0,14	–	38
Косилки-плющилки	0,20	1,5	35
Грабли тракторные	0,13	–	30
Волокуши	0,06	–	15
Погрузчики-стогометатели	0,14	1,0	23
Пресс-подборщики	0,65	2,0	45–60
Жатки	0,20	0,55	60
Копновозы	0,10	–	32
Подборщики-копнителы	0,32	–	42
Стоговозы	0,15	0,4	55
Льномолотилки	0,30	–	58
Машины первичной очистки зерна	0,32	–	48
Машины вторичной очистки зерна	0,23	–	60
Бункеры вентилируемые	0,15	–	55
Сушилки	2,4	7,5	58–62
Зернопогрузчики передвижные	0,14	–	2,7

Наименование сельскохозяйственной машины	Суммарная трудоемкость ежесменного технического обслуживания, ч	Суммарная годовая трудоемкость, ч	
		номерного технического обслуживания	текущего ремонта
Льномолотилки	0,30	–	58
Льнотеребилки	0,30	–	24
Коноплемялки	0,30	–	40
Молотилки для обмолота кукурузных початков	0,30	–	24
Горки семяочистительные	0,10	–	32
Буртоукрывщики	0,10	–	8
Зерноочистительные машины	0,23	–	62
Картофелекопатели	0,20–0,30	–	12–70
Картофелесортировальные пункты	0,56	–	60
Транспортеры-загрузчики	0,30	–	64

**Для учебных целей

Трудоемкость технического обслуживания и текущего ремонта комбайнов и других сложных уборочных машин **

Марка комбайна	Суммарная трудоемкость технического обслуживания, ч			Суммарная годовая трудоемкость текущего ремонта, ч	
	ЕТО	ТО-1	ТО-2	для ПРОП	для СХП
Зерноуборочные комбайны	0,7–0,8	5,1–5,2	6,0–6,6	106–125	150–165
Кормоуборочные комбайны	0,5	2,7	7,2	32–162	40–200
Картофелеуборочные комбайны	0,5	3,6	–	55	69
Свеклоуборочные комбайны	0,5–0,6	3,6	7,2	67–90	112–200
Льноуборочные комбайны	0,5	2,7	–	37	46
Самоходные косилки	0,3	3,6	7,2	99–139	124–173

**Для учебных целей

Приложение 13

Объемные массы сельскохозяйственных грузов

Наименование груза	Объемная масса, т/м ³	Вид упаковки	Класс груза
Аммофос гранулированный	1,10	Насыпью	1
Асфальт	1,10	Навалом	1
Барда	1,10		1
Береза (бревна)	0,75	Навалом	1
Ботва картофеля	0,15	Навалом	3
Ботва свеклы	0,27	Навалом	3
Вика-овес (сено)	0,20	Навалом	4
Вика (зерно)	0,85	Навалом	1
Гипс	0,80	Мешки, бочки	1
Горох	0,80	Навалом	1
Гравий гранитный	1,64	Навалом	1
Груши	0,50	Ящики	1
Дерн	1,40	Навалом	1
Доломитовая мука	1,50	Мешки	1
Дрова березовые и хвойные	0,55	Навалом	1
Жижа навозная	1,00		1
Жом сухой	0,22	Навалом	2
Жом свекольный	1,00	Навалом	1
Зелень огородная (укроп, петрушка, салат)	0,25	Решета, корзины, ящики	2
Земля рыхлая, влажная	1,70	Навалом	1
Земля рыхлая, сухая	1,30	Навалом	1
Зерновая смесь	0,59	Насыпью	1
Зола	0,50	Навалом	2
Известь гашенная	0,60	Мешки, бочки	2
Известь негашенная	1,20	Навалом	1
Калий хлористый	0,84	Мешки	1
Капуста свежая	0,35	Корзины	2
	0,24	Навалом	2
Картофель	0,50	Мешки	1
Комбикорм	0,68	Навалом	1
	0,60	Мешки	2
	0,45	Навалом	2

Продолжение приложения 13

Наименование груза	Объемная масса, т/м ³	Вид упаковки	Класс груза
Кукуруза:			
зерно	0,74	Насыпью	1
початки	0,39	Навалом	2
Лен прессованный	0,27	Навалом	2
Лен непрессованный	0,15	Тюки	2
	0,15	Кипы	3
Лес круглый хвойный:			
полусухой	0,60	Навалом	1
сырой	0,75	Навалом	1
Лесоматериалы пиленые			
Хвойные	0,60	Навалом	1
Лук репчатый	0,60	Мешки, кули	2
Люцерна (семя)	0,80	Навалом	1
Молоко натуральное и молочные изделия	0,64	Бочки	2
	0,35	Бидоны, фляги	3
Морковь	0,40	Кули, корзины, ящики	2
	0,50	Навалом	2
Мука	0,50	Мешки	1
Мука сенная	0,17	Мешки	1
Мякина	0,20	Навалом	3
Навоз конский:			
свежий	0,40	Навалом	2
уплотненный	0,70	Навалом	2
Навоз коровий:			
свежий	0,70	Навалом	1
полуперепревший	0,80	Навалом	1
перепревший	0,90	Навалом	1
Навозная жижа	1,00	Навалом	1
Овес	0,46	Мешки	1
	0,45	Насыпью	2
Огурцы свежие	0,40	Ящики, корзины	2
	0,58	навалом	2
Отруби	0,40	Мешки	2
	0,25	Насыпью	2

Наименование груза	Объемная масса, т/м ³	Вид упаковки	Класс груза
Полова и сбоина	0,12	Насыпью	3
Помет птичий	0,30	Навалом	2
Помидоры (томаты)	0,53	Ящики	2
Пшеница озимая	0,78	Насыпью	1
Растворы известковые и цементные	1,90	Бочки	1
Рожь (зерно)	0,70	Мешки	1
	0,72	Насыпью	1
Свекла	0,62	Навалом	1
Селитра аммиачная	0,95	Навалом	1
Сено:	0,05	Навалом	4
прессованное	0,29	Кипы	2
непрессованное	0,11	Навалом	4
Силос из траншеи и башен	0,72	Навалом	2
Силосная масса свежесрезанная	0,25	Навалом	3
Силос комбинированный	0,45	Навалом	2
Солома просяная	0,45	Тюки, кипы	4
Солома злаковых	0,15	Навалом	4
Солома:			
прессованная	0,30	Навалом	2
непрессованная	0,14	Навалом	4
Сульфат аммония	0,84	Мешки	1
Суперфосфат	0,98	Насыпью	1
Торфяная крошка	0,28	Навалом	3
Травяная мука	0,19	Мешки	3
Трава (клевер)	0,35	Навалом	4
свежескошенная			
Удобрения минеральные	0,82	Насыпью	1
	0,70	Мешки	1
Фосфорная мука	1,70	Мешки	1
Хлопок непрессованный	0,10	Навалом	2
Цемент	1,30	Мешки	1
Щебень	1,60	Навалом	1
Яблоки свежие	0,37	Ящики	1
Ячмень	0,64	Навалом	1

Нормативы трудоемкости технического обслуживания тракторов

Марка трактора	Трудоемкость одного технического обслуживания, ч				
	ЕТО	ТО-1	ТО-2	ТО-3	СТО
К-701	0,6	2,2	11,6 (10,3)	25,2 (21,8)	18,3 (16,1)
К-700А	1,0	2,5	10,6	43,2	29,3
Т-150К	0,2	<u>1,9</u> 2,3	<u>6,8 (5,7)</u> 8,1 (6,8)	42,3 (23,0)	5,3 (4,6)
Т-150	0,5	<u>2,1</u> 2,5	<u>7,5 (6,3)</u> 8,9 (7,5)	46,5 (25,0)	5,8 (5,1)
Т-4А	0,5	<u>1,7</u> 2,0	<u>5,6</u> 6,8	29,1	16,3
ДТ-75М	0,5	2,7	6,4	21,4	17,1
ДТ-75МВ	0,5	<u>2,5</u> 3,0	<u>6,2</u> 7,4	20,7	11,3
Т-70С	0,2	2,3	6,9	14,0	6,8
МТЗ-80 МТЗ-82	0,4	<u>2,7</u> 3,2	<u>6,9 (4,3)</u> 8,3 (5,2)	19,8 (11,2)	3,5 (3,1)
ЮМЗ-6М ЮМЗ-6Л	0,4	<u>2,2</u> 2,5	<u>5,9</u> 7,3	26,1	14,9
Т-40М Т-40АМ	0,4	2,0	6,8	18,0	19,8
Т-25А Т-25АІ	0,5	<u>2,1</u> 2,4	<u>2,8</u> 3,8	10,8	0,9
Т-16М	0,5	<u>0,9</u> 1,1	<u>2,7</u> 3,2	7,7	1,8

Примечания

1 Значения, указанные в знаменателе, соответствуют трудоемкости обслуживания с увеличенной периодичностью (ТО-1 – 125, ТО-2 – 500, ТО-3 – 1000 моточасов).

2 Значения, указанные в скобках, соответствуют трудоемкости обслуживания на типовых СТОТ с использованием механизированных средств ТО.

3 Трудоемкость СТО включает СТО-ВЛ и СТО-ОЗ

СОДЕРЖАНИЕ

ДЛЯ ЗАМЕТОК

1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОПЕРАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ	4
2 РАЗРАБОТКА ОПЕРАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ НА ВЫПОЛНЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ РАБОТЫ	8
2.1 Показатели организации процесса работы основного агрегата	14
2.2 Расчет дополнительных операций	32
ЛИТЕРАТУРА	38
ПРИЛОЖЕНИЯ	39

Учебное издание

Непарко Татьяна Анатольевна, **Лабодаев** Валерий Дмитриевич,
Новиков Анатолий Васильевич

ОПЕРАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск *А. В. Новиков*
Корректурa, компьютерная верстка *А. И. Стебуля*

Подписано в печать 12.11.2010 г. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 2,9. Тираж 50 экз. Заказ 1044.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет».

ЛИ № 02330/0552984 от 14.04.2010.

ЛП № 02330/0552743 от 02.02.2010.

Пр. Независимости, 99–2, 220023, г. Минск.

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра эксплуатации машинно-тракторного парка

Т.А. Непарко, В.Д. Лабодаев, А.В. Новиков

ОПЕРАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



**Минск
БГАТУ
2010**