

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Барановичский государственный университет»

И. М. Дыдышко, А. Н. Новик

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНОЛОГИИ
И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ
РАСТЕНИЕВОДСТВА»**

Барановичи
БарГУ
2017

УДК 631.3
ББК 40.7

Авторы:
И. М. Дыдышко, А. Н. Новик

Рецензенты:
старший преподаватель кафедры механизации и энергообеспечения производства учреждения образования «Барановичский государственный университет» В. А. Бурдейко;
главный инженер ОАО «Барановичский агросервис» А. Е. Якимович

Дыдышко, И. М.
Д87 Методические рекомендации по выполнению курсового проекта по дисциплине «Технологии и техническое обеспечение производства продукции растениеводства» /

I
СИ

Рассматриваются общие положения и требования по выполнению расчетов и оформлению графической части курсового проекта. Приведены методические рекомендации и материалы для его выполнения. Даны технические характеристики современных сельскохозяйственных машин, справочные данные по их эксплуатации.

Предназначено для студентов инженерных специальностей, может быть использовано преподавателями, осуществляющими руководство выполнением курсовых проектов.

УДК 631.3
ББК 40.7

Учебное издание

Дыдышко Иван Михайлович
Новик Александр Николаевич

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНОЛОГИИ
И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ
РАСТЕНИЕВОДСТВА»

Ответственный за выпуск С. А. Березнюк
Технический редактор А. Ю. Сидоренко
Компьютерная вёрстка С. М. Глушак
Корректор Н. Н. Колодко

Подписано в печать 22.06.2017. Формат 60 × 84 ¹/₁₆. Бумага газетная. Ризография.
Усл. печ. л. 2,40. Уч.-изд. л. 1,60. Тираж 50 экз. Заказ 441.

Учреждение образования «Барановичский государственный университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/424 от 09.09.2016. Ул. Войкова, 21, 225404 г. Барановичи. Тел. 8 (0163) 45 46 28, e-mail: rio@barsu.by

I
с

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Предисловие</i>	4
1 Общие требования по выполнению и защите курсового проекта	5
1.1 Цель и задачи курсового проектирования	5
1.2 Требования к содержанию и выполнению курсового проекта	5
2 Методические рекомендации по выполнению курсового проекта	7
2.1 Разработка годового плана механизированных работ	7
2.2 Построение графиков загрузки техники и потребности в рабочей силе	11
2.3 Планирование и организация технического обслуживания машинно-тракторного парка сельскохозяйственного предприятия	13
2.3.1 Построение интегральных кривых расхода топлива	13
2.3.2 Разработка годового плана технического обслуживания тракторов	15
2.3.3 Расчет трудоемкости технического обслуживания машинно-тракторного парка	16
3 Индивидуальное задание. Разработка операционно-технологической карты на выполнение сельскохозяйственной работы	17
3.1 Показатели организации процесса	31
<i>Приложение А</i>	38
<i>Список использованных источников</i>	39

ПРЕДИСЛОВИЕ

Методические рекомендации содержат материал для выполнения курсового проекта по расчету следующих показателей: определение объема механизированных работ, исходя из технологических карт по возделыванию сельскохозяйственных культур, обоснование состава машинно-тракторного парка (МТП), расчет потребности в топливе и смазочных материалах, разработка плана и обоснование организационных форм проведения технического обслуживания МТП, определение показателей использования спроектированного машинно-тракторного парка, разработка операционно-технологической карты выполнения сельскохозяйственных работ.

В издании представлены справочные материалы для проведения расчетов, а также приводятся примеры по выполнению расчетов и графической части. Содержатся общие требования по оформлению курсового проекта, в приложении А представлен образец технологической карты на возделывание сельскохозяйственной культуры.

При использовании данных методических рекомендаций студенты смогут систематизировать свои углублённые и расширенные знания, умения и навыки по расчётам.

1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ЗАЩИТЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1.1 Цель и задачи курсового проектирования

Цель курсового проектирования — закрепление и углубление теоретических и практических знаний, овладение методикой и навыками самостоятельного решения инженерных задач по проектированию комплексной механизации производственных процессов в растениеводстве, планированию и организации технической эксплуатации средств механизации.

В процессе проектирования студент должен:

- научиться обобщать и систематизировать материалы нормативной, плановой и отчетной документации сельскохозяйственных предприятий, стандартов, 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 технологий и современных форм организации труда, применения нетрадиционных источников энергии, новых материалов [1].

1.2 Требования к содержанию и выполнению курсового проекта

Курсовой проект должен базироваться на передовых достижениях в аграрном секторе экономики, отражать достижения научно-технического прогресса в сельскохозяйственном производстве, ресурсосберегающие технологии производства сельскохозяйственной продукции, современные методы организации производственных процессов, достижения науки и передовой опыт в области эксплуатации машинно-тракторного парка (далее — МТП).

В курсовом проекте необходимо:

- определить объем механизированных работ, исходя из технологических карт по возделыванию сельскохозяйственных культур;
- обосновать состав МТП;
- определить потребность в топливе и смазочных материалах;

- разработать план и обосновать организационные формы проведения технического обслуживания (далее — ТО) МТП;
- определить и проанализировать показатели использования спроектированного МТП;
- разработать операционно-технологическую карту выполнения сельскохозяйственной работы (заочная форма получения образования);
- разработать рекомендации по реализации разработок курсового проекта [1].

Курсовой проект состоит из двух частей: расчетно-пояснительной записки и комплекта графической документации.

Расчетно-пояснительная записка оформляется в соответствии с действующими стандартами на оформление текстовых документов и должна последовательно включать: титульный лист, задание по курсовому проекту, реферат, содержание, введение, основной текст разделов, выводы и рекомендации, список использованных источников, приложения [1].

Объем пояснительной записки курсового проекта не должен превышать 35—40 страниц машинописного текста формата А4. При определении объема пояснительной записки приложения не учитываются.

Содержание курсового проекта.

Введение.

1 Расчет состава и планирование использования машинно-тракторного парка подразделения и рабочей силы.

1.1 Определение состава машинно-тракторного парка и количества рабочей силы.

1.2 Расчет технологических карт.

1.3 Определение потребности в энергетических средствах.

1.4 Определение потребности в сельскохозяйственных машинах.

1.5 Определение потребности в рабочей силе.

1.6 Разработка структурной схемы механизированных работ.

2. Планирование и организация технического обслуживания машинно-тракторного парка подразделения.

2.1 Виды и периодичность технического обслуживания и ремонтов автомобилей.

2.2 Справочные материалы для расчета технического обслуживания машинно-тракторного парка.

2.3 Расчет трудоемкости технического обслуживания машинно-тракторного парка.

2.4 Хранение машин.

3 Разработка операционно-технологической карты.

Выводы и рекомендации.

Список использованных источников.

Приложения.

Графическая часть курсового проекта выполняется на бумаге формата А1 (841 × 594 мм) и включает: графики загрузки тракторов и автомобилей (дневная и заочная форма получения образования); план-график использования сельскохозяйственных машин, в том числе самоходных, и график потребности в рабочей силе; операционно-технологическую карту; план-график ТО тракторов; план-график ТО сельскохозяйственных машин; план производства механизированных работ; технологическую карту на возделывание и уборку (две культуры).

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

2.1 Разработка годового плана механизированных работ

Машинно-тракторный парк сельскохозяйственного предприятия обеспечивает выполнение всех механизированных работ высокого качества и в оптимальные сроки, с наименьшими затратами на его эксплуатацию, с высокой годовой наработкой на каждый трактор, сложную сельскохозяйственную машину и равномерной занятостью механизаторов в период полевых работ.

Годовой план полевых механизированных работ включает в себя расчет состава и планирование использования МТП на перспективу. При этом выбирают такие средства механизации производственных процессов, которые обеспечивают высокую производительность, снижение затрат труда и средств на выполнение полевых работ, позволяют возделывать сельскохозяйственные культуры по ресурсосберегающим технологиям.

Для расчета состава МТП предприятия определяют планируемый годовой объем механизированных полевых работ по возделываемым сельскохозяйственным культурам в соответствии с индивидуальным заданием на проектирование.

Исходя из производственного задания, планируют работу МТП на основе разработанных технологических схем возделывания сельскохозяйственных культур, процентного содержания действующего вещества в минеральных удобрениях, коэффициентов пересчета элементов питания в физический вес и системы машин, рекомендуемой для выполнения операций возделывания сельскохозяйственных культур.

С этой целью составляют сводную таблицу производственных операций (дневная форма получения образования) и технологические карты (заочная форма).

Все операции по возделыванию и уборке культур, включая транспортные, стационарные, погрузочно-разгрузочные, работы по обслуживанию животноводческих ферм, культуртехнические и другие работы, выполняемые машинно-тракторными агрегатами, заносят в сводную таблицу в календарной последовательности с 1 января по 31 декабря планируемого года.

Операции, имеющие одинаковые наименования, но отличающиеся агротехническими требованиями, влияющими на состав агрегата или его производительность, рассматривают как различные, каждую из которых вносят в перечень операций, отражая в наименовании операций их отличие. Операции по разным культурам, но совпадающие по срокам работ, агротребованиям и используемым машинно-тракторным агрегатам, вносят в таблицу один раз, а объемы работ суммируют.

Заполнение граф сводной таблицы производственных операций производят в соответствии с методикой расчета технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур на предприятии.

Расчет технологической карты для группы взаимосвязанных сельскохозяйственных операций начинают с основной технологической операции (уборка, внесение удобрений и др.) (Приложение А).

В перечень операций включают все операции, выполняемые в данный период, с указанием агротехнических требований на их выполнение.

Календарный срок выполнения работ определяют многолетней практикой производства данной культуры в сельскохозяйственном предприятии или принимают на основании разработанных технологических схем.

Количество рабочих дней не должно превышать сроков проведения полевых работ в днях, установленных научными исследованиями.

Продолжительность рабочего дня. Расчетная продолжительность смены в сельском хозяйстве — 7 ч, а при работе с ядохимикатами — не более 6 ч. В зависимости от вида работ и конкретных условий количество часов работы выбирают с таким расчетом, чтобы в дневное и

ночное время можно было выполнять основную и предпосевную обработку почвы, а посев и уход за посевами, уборку, внесение удобрений — в течение светового дня.

Обычно в расчетах принимают 7; 10,5; 14 и 21 ч, тогда коэффициент сменности будет 1; 1,5; 2 и 3 соответственно.

Продолжительность работ вспомогательных агрегатов (погрузчика, заправщика, технологического транспорта и др.) устанавливают исходя из продолжительности рабочего дня основного агрегата.

В *состав агрегата* включают машины, руководствуясь существующей и перспективной системами машин, отдавая предпочтение наиболее производительным машинно-тракторным агрегатам, обеспечивающим высокое качество и минимальные затраты ресурсов на выполнение механизированных работ.

Выбирают состав машинно-тракторных агрегатов с учетом размеров полей, объема работ, рельефа местности, длины гона. Необходимо стремиться выполнять технологические операции наименьшим количеством машин разных типов и конструкций. Это позволит улучшить ТО, ремонт и подбор кадров механизаторов для управления агрегатами.

При выборе агрегатов для выполнения вспомогательных операций учитывают их производительность, которая бы обеспечивала поточность работы и полную загрузку агрегата.

При возделывании пропашных культур посевные и посадочные машины должны быть согласованы по рядности с машинами по уходу и уборке соответствующих сельскохозяйственных культур.

Нормы выработки и расход топлива на единицу объема работы устанавливают на основе технически обоснованных норм выработки и расхода топлива, используемых на предприятии или по типовым нормам.

Объем работы (Ω , т), выполняемой МТА, определяется по каждой технологической операции и каждого агрегата отдельно, исходя из площади возделывания культуры, планируемых норм высева семян, удобрений, сбора основной и побочной продукции по зависимости

$$\Omega = SU,$$

где S — площадь под культуру, га;

U — норма высева семян, удобрений, сбора основной и побочной продукции, ц / га.

Если работу планируется выполнять разными агрегатами, тогда общий объем работ расписывается для каждого вида агрегатов отдельно.

Сменная производительность ($W_{\text{см}}$, га / см) рассчитывается по формуле

$$W_{\text{см}} = W_{\text{ч}} T_{\text{см}},$$

где $W_{\text{ч}}$ — часовая производительность агрегата, га / ч; т / ч; м³ / ч; ткм / ч;
 $T_{\text{см}}$ — длительность смены, ч.

Количество нормо-смен ($N_{\text{см}}$, н/см) на выполнение заданной работы определяется по формуле $N_{\text{см}} = \frac{\Omega}{W_{\text{см}}}$.

Потребное количество агрегатов ($n_{\text{а}}$, шт.) определяем по зависимости

$$n_{\text{а}} = \frac{\Omega}{D_{\text{р}} W_{\text{см}} K_{\text{см}}},$$

где $D_{\text{р}}$ — количество рабочих дней по агросроку, дн.;

$K_{\text{см}}$ — коэффициент сменности.

Коэффициент сменности определяется по формуле

$$K_{\text{см}} = \frac{T_{\text{сут}}}{T_{\text{см}}} = \frac{T_{\text{сут}}}{7},$$

где $T_{\text{сут}}$ — длительность рабочего дня, дн.;

$T_{\text{см}}$ — время смены, ч.

Полученное значение округляем до ближайшего большого целого числа и корректируем число рабочих дней (дней) ($D_{\text{р}}^{\Phi}$) по зависимости

$$D_{\text{р}}^{\Phi} = \frac{\Omega}{n_{\text{а}}^{\Phi} W_{\text{см}} K_{\text{см}}}.$$

Фактическое количество календарных дней (дней) ($D_{\text{к}}^{\Phi}$) находим по формуле

$$D_{\text{к}}^{\Phi} = \frac{D_{\text{р}}^{\Phi}}{\alpha},$$

где $\alpha = 0,7 \dots 0,9$ — коэффициент использования календарного времени, учитывающий непогожие, праздничные и выходные дни.

Полученное значение округляем до ближайшего большего целого числа.

Расход топлива (Q , кг) на весь объем работы округляем по зависимости

$$Q = \theta \Omega,$$

где θ — расход топлива на единицу работы, кг / га (т, ткм).

Затраты труда определяем по каждой операции отдельно:

– для механизаторов — $Z_M = 7 N_{CM} n$, чел.-ч;

– для вспомогательных рабочих — $Z_B = 7 N_{CM} m$, чел.-ч, где n, m — число людей, обслуживающих один агрегат.

Потребное число людей по работам (человек) рассчитываем по формулам

$$\Sigma n = n_a^\phi K_{CM} n; \quad \Sigma m = n_a^\phi K_{CM} m.$$

Затраты на оплату труда ($S_{з.пл}$, р.) определяем по формуле

$$S_{з.пл} = \Omega C_{ед},$$

где $C_{ед}$ — тарифная ставка обслуживающего персонала за выполнение единицы объема работы, тыс. р.

Объем выполненной работы в условных эталонных гектарах ($U_{эт.га}$) находим по формуле

$$U_{эт.га} = 7 N_{CM} \lambda_i,$$

где λ_i — часовая эталонная выработка i -го трактора, усл. эт. га / ч.

2.2 Построение графиков загрузки техники и потребности в рабочей силе

Для определения количества тракторов, автомобилей и сложных сельскохозяйственных машин (комбайнов), необходимого для выполнения всего объема работ, и их загрузки по периодам, строят графики машиноиспользования параллельно с расчетом и заполнением сводной таблицы или технологических карт.

При построении графиков по горизонтальной оси (ось абсцисс) откладывают календарный период выполнения работ, а по оси ординат в масштабе откладывают необходимое количество тракторов данной марки. Пользуясь данными расчетов, последовательно по номерам (шифрам) сельскохозяйственных работ строят прямоугольники со сторонами: по оси абсцисс — календарные дни выполнения работ для тракторов данной марки, по оси ординат — количество тракторов данной марки. Каждый прямоугольник представляет собой в определенном масштабе количество тракторо-дней, необходимое для выполнения работы. Прямоугольники отдельных работ, совпадающие по срокам выполнения, строят один над другим. Общая высота прямоугольника определяет количество тракторов, необходимое в каждый период работы. Каждая операция на графике (в виде прямоугольника) получает свой номер, соответствующий порядковому номеру (цифру) по сводной таблице или технологической карте. Кроме указания номера работы, на прямоугольниках вводят обозначения (цветные цифры, значки или др.) сменности работы агрегата, а также отмечают соответствующим методом (флажки, звездочки и т. д.) агрегаты, образующие поточную линию при выполнении сложных сельскохозяйственных процессов.

При построении графиков обычно обнаруживается некоторое количество пиков, провалов или периодов, когда тракторы не заняты. Это указывает на неравномерность использования тракторов. Поэтому проводят сглаживание (корректировку) графиков следующими способами:

- передачей части или полного объема отдельных работ для выполнения другими агрегатами, менее загруженными в этот период;
- изменением начала или продолжительности работы агрегата в пределах агротехнических сроков;
- передачей части работ на тракторы других марок, если они менее загружены и это допускается агротехническими требованиями;
- изменением продолжительности работы агрегатов в течение суток, если имеется достаточное количество механизаторов для многосменной работы;
- изменением интенсивности работы внутри календарного срока проведения работ [1, с. 47].

При уменьшении количества тракторов данной марки в пределах календарного срока проведения работ соблюдают условие $F_A = F_B + F_C$.

В этом случае для выполнения операции 1 привлекают в начале и конце календарного срока не два, а три трактора. В середине срока

на выполнении операции 1 работает один трактор, на операции 2 — два трактора.

В результате для выполнения работ 1 и 2 в календарные сроки проведения работ необходимо не четыре, а только три трактора данной марки.

После корректировки графика необходимо внести изменения в расчеты.

По скорректированному графику загрузки определяют необходимое количество тракторов, автомобилей и самоходных машин по максимумам.

Количество сельскохозяйственных машин выбирают из сводной таблицы и технологических карт по напряженному периоду.

Аналогичным способом строят графики потребности в рабочей силе (механизаторы и вспомогательные рабочие). По оси ординат откладывают количество рабочих, занятых на данной операции, а по оси абсцисс — фактические дни работы. На основании этого графика устанавливают постоянный состав тракторной бригады и периоды, в которые следует привлекать дополнительное количество рабочих.

2.3 Планирование и организация технического обслуживания машинно-тракторного парка сельскохозяйственного предприятия

В этом разделе необходимо определить виды и количество ТО и ремонтов тракторов по месяцам планируемого года; рассчитать затраты труда на проведение периодических ТО тракторов за год; обосновать общую схему организации выполнения работ по ТО МТП предприятия; рассчитать необходимое количество средств для проведения ТО и звеньев по ТО и хранению МТП предприятия.

2.3.1 Построение интегральных кривых расхода топлива

Для определения расхода топлива по периодам работы и планирования ТО на графиках загрузки тракторов строят интегральные кривые суммарного расхода топлива и наработки тракторов в условных эталонных гектарах. Такие кривые показывают в нарастающем порядке расход топлива и наработку всеми тракторами данной марки в течение года.

Интегральные кривые (рис. 2.1) строят для тракторов каждой марки, совмещая их с графиками использования тракторов. С правой стороны графика по вертикальной оси в выбранном масштабе наносят шкалу годового расхода топлива (или наработки в усл. эт. га) тракторами данной марки.

Исходной информацией для построения интегральных кривых служат данные сводной таблицы и технологических карт.

Годовой расход топлива определяют путем суммирования расхода топлива на выполнение отдельных работ тракторами данной марки за год (период). По годовой сумме ориентируются при выборе масштаба шкалы расхода топлива.

Построение кривой начинают на оси абсцисс из точки, соответствующей началу выполнения сельскохозяйственных работ. На вертикали, соответствующей завершению выполнения сельскохозяйственных работ, в масштабе откладывают отрезок, равный расходу топлива при выполнении всех работ в этот период. Конечную точку этого отрезка и точку в начале графика, где расход топлива равен нулю, соединяют прямой. Если после первого периода выполнения работ выполняют следующие работы без разрыва во времени, на вертикали, соответствующей завершению второго периода работ, откладывают отрезок, равный суммарному расходу топлива на выполнение первого и второго периодов работ. Конечную точку второго периода работ соединяют с конечной точкой первого периода работ прямой линией. Аналогично строят отрезки интегральной кривой для всех последующих периодов работ.

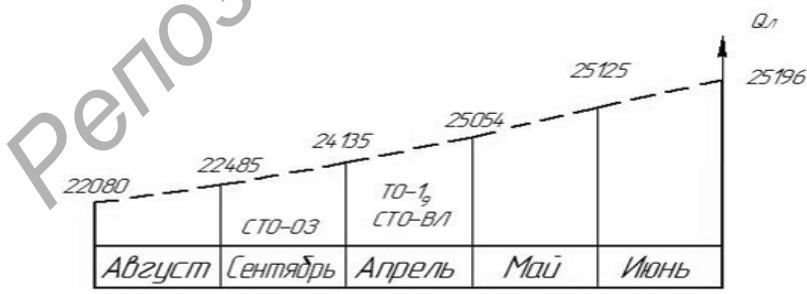


Рисунок 2.1 — Интегральная кривая расхода топлива для трактора Беларусь-152312

Если имеется период времени, когда работы не выполняются, то на этом промежутке линию проводят параллельно оси абсцисс.

Если сельскохозяйственные работы выполняются частично в предыдущем и последующем месяцах, то расход топлива на выполнение работ в каждом месяце распределяют пропорционально количеству рабочих дней на их выполнение в предыдущем и последующем месяцах.

Угол наклона участков интегральной кривой указывает на интенсивность производства механизированных работ. Чем больше угол наклона, тем интенсивнее выполняются работы и используются тракторы.

2.3.2 Разработка годового плана технического обслуживания тракторов

Исходными данными для планирования ТО МТП являются: техническое состояние каждого проектного трактора на начало планируемого года (периода), расход топлива тракторами в течение планируемого года в виде интегральных кривых расхода топлива, периодичность ТО тракторов каждой марки.

Годовой план-график ТО МТП предприятия разрабатывают и оформляют на листе графической части проекта.

Вид последнего ТО или ремонта принимают условно, так как сведений о техническом состоянии принятого состава МТП на начало планируемого года не имеется. Для этих целей используют данные таблицы.

Расход топлива за каждый месяц, указанный на интегральной кривой, делят на количество тракторов, используемых в этот период, и заносят в числитель. В знаменателе дроби указывают вид проводимого ТО в данный месяц. Остаток топлива после проведенного ТО в первом месяце переносят на второй месяц и т. д. [11; 12].

Так как в разные периоды года количество используемых тракторов неодинаково, то стремятся к более равномерному распределению расхода топлива по всем номерам тракторов каждой марки.

Для упрощения расчетов при определении количества и видов ТО расход топлива за данный месяц делят на периодичность ТО-1, выраженную в килограммах топлива. Затем устанавливают вид проводимых в данном месяце обслуживании.

Например, трактор в январе израсходовал 2 300 кг топлива. Периодичность проведения ТО-1 составляет 1 000 кг топлива. Следовательно, в январе необходимо выполнить два ТО трактора, а 300 кг топлива перенести на февраль. Если на начало планируемого

года было проведено ТО-1, трактора, то в январе следует провести ТО-2 и ТО-1₁₀.

Проведение сезонных ТО тракторов следует совмещать с проведением очередного ТО-1, ТО-2 или ТО-3. Сезонное ТО тракторов проводят два раза в год: при переходе к весенне-летнему периоду эксплуатации (ТО-ВЛ), когда температура воздуха устанавливается выше +5°C, и при переходе к осенне-зимнему периоду (ТО-ОЗ), когда температура ниже +5°C.

Учитывая, что срок проведения некоторых ТО совпадает с периодом выполнения полевых работ, допускается отклонение от установленной периодичности до ±10%.

2.3.3 Расчет трудоемкости технического обслуживания машинно-тракторного парка

Суммарные затраты на выполнение ТО определяют по всем тракторам каждой марки как по месяцам, так и в целом за год. Эти данные необходимы в дальнейшем для планирования работ специализированного звена мастеров-наладчиков. Их определяют на основании годового плана ТО и примерной трудоемкости их проведения.

Затраты труда на ТО ($H_{ТО}$) тракторов каждой марки за год по каждой марке и инвентарному номеру трактора составляют:

$$H_{ТО} = h_{ТО-1}n_{ТО-1} + h_{ТО-2}n_{ТО-2} + h_{ТО-3}n_{ТО-3} + h_{СО}n_{СО},$$

где $h_{ТО-1}$, $h_{ТО-2}$, $h_{ТО-3}$, $h_{СО}$ — трудоемкость одного обслуживания ТО-1, ТО-2, ТО-3 соответственно и сезонного обслуживания, ч;

$n_{ТО-1}$, $n_{ТО-2}$, $n_{ТО-3}$, $n_{СО}$ — количество ТО-1, ТО-2, ТО-3 соответственно и сезонных обслуживаний за год.

Результаты расчета трудоемкости ТО МТП сводим в план-график ТО и ремонта тракторов.

Общую трудоемкость ТО сельскохозяйственных машин для приближенных расчетов при планировании принимают ориентировочно равной 30—35% от трудоемкости обслуживания тракторов.

Результаты расчетов сводим в план-график ТО и ремонта сельскохозяйственных машин и комбайнов аналогично плану-графику ТО и ремонта тракторов.

В связи с тем, что работы по ТО МТП выполняют совместно механизаторы и работники специализированного звена, из общих затрат труда выделяют ту часть, которая планируется на выполнение работ специализированным звеном. Обычно оно выполняет около 60% всех запланированных работ по ТО МТП.

3 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ. РАЗРАБОТКА ОПЕРАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ НА ВЫПОЛНЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ РАБОТЫ

Технологию и организацию выполнения конкретной сельскохозяйственной работы представляют в виде операционно-технологической карты (рис. 3.1) для соответствующих видов полевых механизированных работ в заданных условиях (длина гона, площадь поля, урожайность и др.), которая содержит следующие основные сведения: условия работы; агротехнические требования к выполнению данной операции; рациональное комплектование и подготовка агрегатов к работе; подготовка поля; работа агрегата на загоне; контроль качества выполняемой работы; указания по охране труда, технике безопасности; противопожарные мероприятия. 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 указывают основные показатели условий работы для конкретной операции: длину гона, размер поля, уклон местности, каменистость и др.

Агротехнические нормативы и показатели качества работы задают в виде технологических показателей и нормативов (временные, количественные и качественные). Они служат критерием для наладки машин и контроля качества выполнения операции [13; 14].

Т а б л и ц а — Операционно-технологическая карта на выполнение _____
(наименование сельскохозяйственной работы)

Наименование показателя и параметров	Значение показателя	Схемы	Исполнители
<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; – урожайность, т / га; – дальность транспортировки грузов, км; <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>3. Состав и подготовка агрегата:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основного; – вспомогательного; – ширина захвата, м; – длина выезда, м; 		<p>Схемы комплектования агрегатов</p>	

Рисунок 3.1 — Образец оформления операционно-технологической карты

Продолжение табл.			
Наименование показателя и параметров	Значение показателя	Схемы	Исполнители
<ul style="list-style-type: none"> – радиус поворота, м; – грузоподъемность, т; – теоретическая производительность, т / ч; – подготовка сельскохозяйственной машины к работе (основные регулировки); 4. Скорость движения (режим работы агрегата): <ul style="list-style-type: none"> – агротехнически допустимая, м / с; – предельная скорость по пропускной способности, м / с (км / ч); – максимально возможная скорость по загрузке 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 (технологического, транспортного); – коэффициент загрузки двигателя (при рабочем ходе агрегата, при холостом ходе агрегата); 5. Подготовка поля, отбивка контрольных линий, поворотных полос: <ul style="list-style-type: none"> – оптимальная ширина загона, м; – ширина поворотной полосы, м; – количество загонов на поле; – выбор направления движения; 6. Способ движения агрегата: <ul style="list-style-type: none"> – коэффициент рабочих ходов; 			

Рисунок 3.1 — Продолжение

<p>7. Показатели организации процесса:</p> <p>7.1 Показатели работы на поле основного агрегата:</p> <ul style="list-style-type: none"> – продолжительность цикла, ч; – количество циклов за смену; – выработка за цикл, га / цикл; <p>вспомогательного агрегата:</p> <ul style="list-style-type: none"> – продолжительность рейса, ч; – количество рейсов за смену; – выработка за рейс, т; <p>7.2 Итоговые показатели работы основного агрегата:</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 разных режимах работы, кг / ч; – гектарный расход топлива, кг / га; <p>вспомогательного агрегата:</p> <ul style="list-style-type: none"> – коэффициент использования времени смены; – выработка за час времени смены, га / ч; – расход топлива, кг / т; <p>8. Контроль качества:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методика контроля качества; – применяемые приборы; – объем измерений (количество контрольных проверок); <p>9. Основные мероприятия по охране труда и экологической безопасности</p>		<p>Схема подготовки поля к работе и обработке 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> <p>Схема проведения замеров при контроле качества на поле</p>	
--	--	--	--

Рисунок 3.1 — Окончание

В агротехнических требованиях отражают 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, а также факторов, связанных с организацией использования техники.

Агротехнические нормативы устанавливаются по нормативам, принятым в данном сельскохозяйственном предприятии, или по литературным источникам [3—7] с учетом особенностей условий предприятия.

Например, для уборки зерновых культур прямым комбайнированием необходимо отразить следующие агрономативы: 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.

Определение состава и подготовка агрегата к работе. Определение состава агрегата предусматривает: сбор и обобщение исходных данных об условиях использования агрегата при выполнении заданной сельскохозяйственной работы, подбор трактора и рабочих машин, выбор основной и резервных рабочих передач трактора, определение количества машин и фронта сцепки (при необходимости), оценку правильности расчета состава агрегата по нагрузке двигателя.

К исходным данным 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.

Подбор трактора и машин в состав агрегата зависит от вида выполняемой работы, особенностей зоны расположения сельскохозяйственного предприятия и применяемой технологии.

Выбранные для агрегатирования средства механизации должны входить в состав рациональных технологических комплексов, рекомендованных системой машин для механизации растениеводства в зоне деятельности предприятия.

После выбора основного агрегата определяют 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 транспортногo агрегата.

Скоростной режим агрегата устанавливают с учетом загрузки двигателя, пропускной способности машины и качества выполняемой работы (агротехнически допустимой скорости). Выбирая рабочие передачи, при необходимости дополнительно учитывают ограничения на скорость, например, по сцеплению и опрокидыванию [16; 17].

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 ($v_{p\min}^{\text{arp}} - v_{p\max}^{\text{arp}}$) рабочей машины. 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 выбирают на основании условий

$$v_{p\max}^q \geq v_p \leq v_{p\max}^{Ne}, \quad v_{p\min}^{\text{arp}} \leq v_p \leq v_{p\max}^{\text{arp}},$$

где $v_{p\max}^q$ — скорость движения машины, ограниченная пропускной способностью, м / с;

$v_{p\max}^{Ne}$ — максимально возможная скорость по загрузке двигателя, м / с;

v_p — рабочая скорость машины, м / с (км / ч).

Максимальную скорость, ограниченную пропускной способностью рабочих органов машины (v_{Pmax}^q), определяют по формуле

$$v_{\text{Pmax}}^q = \frac{10q_d}{b_p H},$$

где q_d — допустимая пропускная способность основного рабочего органа агрегата, кг / с [10];

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 [7—9].

Рабочая ширина захвата агрегата (b_p):

$$b_p = b\beta,$$

где b — конструктивная ширина захвата машины, м;

β — коэффициент использования конструктивной ширины захвата (табл. 3.1).

Биологическую урожайность культуры (H , т / га) определяют по формуле

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

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

δ_2 — доля побочной продукции.

Допустимая пропускная способность молотилки (q_d , кг / с) самоходных зерноуборочных комбайнов определяется следующим образом:

$$q_d = 0,6\alpha_1 q_n \left(+ b_1 \frac{h_3 - 4}{4} \right) \left(+ \frac{1}{\delta_2} \right) [-0,03(W_\Phi - 15)],$$

где α_1 — коэффициент, учитывающий обмолачиваемость культур, для безостых легкообмолачиваемых культур $\alpha_1 = 0,7$; 0,9 — для труднообмолачиваемых культур (остистых и др.), при обмолоте однобаранными комбайнами $\alpha_1 = 0,9$; при обмолоте двухбаранными $\alpha_1 = 0,75$;

Т а б л и ц а 3.1 — Предельно допустимые значения коэффициента β использования конструктивной ширины захвата агрегата

Сельскохозяйственные машины	Значение 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
Луцильники:	
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
Жатки, косилки	0,93—0,95
Ботвоуборочные машины	1,00
Льнотеребилки	0,96
Грабли	0,96—0,97

q_n — номинальная (паспортная) пропускная способность молотилки, кг / с [2; 10];

b_1 — коэффициент, учитывающий тип молотильного аппарата (для однобарабанных комбайнов $b_1 = 0,3$, для двухбарабанных $b_1 = 0,27$);

h_3 — урожайность зерна, т / га;

W_ϕ — фактическая влажность хлебной массы, %.

Для картофелеуборочных комбайнов скорость движения ($v_{p_{\max}}^q$, м / с), ограниченная пропускной способностью:

$$v_{p_{\max}}^q = \frac{q_d}{k_{гр} \alpha b_p \gamma'}$$

где q_d — допустимая подача вороха на рабочие органы комбайна ($q_d = 220—250$, кг / с);

$k_{гр}$ — коэффициент гребнистости поверхности поля ($k_{гр} \approx 0,5$ при гребневой посадке);

γ — объемная масса вороха ($\gamma = 1\,400—1\,800$, кг / м³).

Для льноуборочных комбайнов скорость движения (v_{pmax}^q , м / с), ограниченная пропускной способностью:

$$v_{pmax}^q = \frac{q_n}{A b_p},$$

где q_n — пропускная способность вязального аппарата (4 000—4 500), стеблей / с;

A — густота стеблестоя льна ($A \approx 1\,500—2\,200$), стеблей / м².

Максимальную скорость (v_{pmax}^{Ne} , м / с), исходя из мощности двигателя, для тягового-приводного агрегата определяют по формуле

$$v_{pmax}^{Ne} = \frac{(N_{eH} \eta_{Ne} - \frac{N_{BOM}}{\eta_{BOM}})}{R_M + G_{тр} (f_{тр} \pm \frac{i}{100})} \eta_{мг} \eta_{\delta},$$

где N_{eH} — номинальная мощность двигателя, кВт;

η_{Ne} — допустимый коэффициент загрузки двигателя ($\eta_{Ne} \approx 0,80—0,95$);

η_{BOM} — КПД вала отбора мощности (ВОМ) ($\eta_{BOM} \approx 0,94—0,96$);

N_{BOM} — мощность, затрачиваемая двигателем на привод активных рабочих органов, кВт;

R_M — тяговое сопротивление машины (агрегата), кН;

$G_{тр}$ — эксплуатационный вес трактора, кН;

$f_{тр}$ — коэффициент сопротивления качению энергетического средства;

i — уклон местности, %;

$\eta_{мг}$ — КПД, учитывающий механические потери в трансмиссии ($\eta_{мг} \approx 0,80—0,85$);

η_{δ} — КПД, учитывающий потери от буксования движителей.

Максимальную скорость для самоходного агрегата (v_{pmax}^{Ne} , м / с) определяют по формуле

$$v_{pmax}^{Ne} = \frac{(N_{eH} \eta_{Ne} - \frac{N_{BOM}}{\eta_{BOM}})}{R_M} \eta_{мг} \eta_{\delta} \eta_{рп} \eta_{гп},$$

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

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

Значения передаваемой через ВОМ трактора мощности для различных машин определяют из справочной литературы или используют средние значения $N_{\text{ВОМ}}$, устанавливаемые в ходе испытаний машин.

Тяговое сопротивление рабочей машины ($R_{\text{М}}$) с учетом угла склона определяется по выражению $R_{\text{М}} = k_{0v} b \pm G_{\text{М}} \frac{i}{100}$, где $G_{\text{М}}$ — вес машины, кН.

Удельное тяговое сопротивление машины зависит от вида и состояния обрабатываемого сельскохозяйственного материала, от технологических параметров обработки и от рабочей скорости движения агрегата $v_{\text{р}}$. Зная темп нарастания удельного тягового сопротивления ΔC в зависимости от скорости агрегата и значения k_0 , соответствующего скорости v_0 (обычно принимается равное 1,4 м / с), рассчитывают k_0 заданного агротехнического значения линейной скорости $v_{\text{р}}$:

$$k_{0v} = k_0 \left[1 + (v_{\text{р}} - v_0) \frac{\Delta C}{100} \right].$$

Примерное значение удельных тяговых сопротивлений для основных полевых машин $k_0 = 0,25—13,00$, средние значения удельных тяговых сопротивлений плугов при скорости до 1,38—1,66 м / с — в таблице 3.2, значения темпа нарастания удельного тягового сопротивления ΔC с некоторым приближением принимают равным 3%, $v_{\text{р}}$ — равным $v_{\text{рmax}}^{\text{агр}}$.

Тяговое сопротивление комбинированного агрегата определяют по формуле

$$R_{\text{М}} = \sum k_{0i} b_i n_{\text{Mi}} \pm \sum G_{\text{Mi}} n_{\text{Mi}} \frac{i}{100} R_{\text{сц}},$$

где n_{Mi} — количество машин в агрегате, шт.;

$R_{\text{сц}}$ — тяговое сопротивление сцепки, кН.

Тяговое сопротивление сцепки ($R_{\text{сц}}$, кН) определяют по формуле $R_{\text{сц}} = G_{\text{сц}} \left(f_c \pm \frac{i}{100} \right)$, где $G_{\text{сц}}$ — вес сцепки, кН; f_c — коэффициент сопротивления качению ходовых колес сцепки.

Т а б л и ц а 3.2 — Средние сопротивления различных типов почв при вспашке

Почва	Агрофон	Значение $k_{пл}$ для почв, кН / м ² (кПа)			
		глинистых	Тяжелосуглинистых	среднесуглинистых	супесей и легких суглинистых
Чернозем	Стерня озимых	68	49	35	25
	Пласт многолетних трав	86	57	45	31
	Целина, залежь	90	71	52	39
Дерново-подзолистая	Стерня озимых	66	47	34	26
	Пласт многолетних трав	74	56	43	30
	Целина, залежь	92	71	50	40
Каштановая	Стерня озимых	69	47	36	22
	Целина, залежь	98	68	55	29
Засоленная	Стерня озимых	—	82	73	65

Тяговое сопротивление прицепных машин без выполнения технологической операции ($R_{Мх}$) определяют по формуле $R_{Мх} = G_M \left(f_M \pm \frac{i}{100} \right)$, где f_M — коэффициент сопротивления качению ходовых колес машины.

Тяговое сопротивление для навесных агрегатов ($R_{Мх}$): $R_{Мх} = G_M \left(f_{тр} \pm \frac{i}{100} \right)$.

При работе зерноуборочных комбайнов, машин для внесения удобрений и ядохимикатов среднее сопротивление ($R_{Мх}$, кН) на холостом ходу определяют с учетом его изменения с наполнением (опорожнением) бункера или технологической емкости: $R_{Мх} = \left(G_M + \frac{1}{2} G_{гр} \right) \left(f_M \pm \frac{i}{100} \right)$, где $G_{гр}$ — вес груза в бункере или технологической емкости, кН, вычисляемый по формуле:

$$G_{гр} = 9,81V\gamma\lambda,$$

где V — объем технологической емкости (семенного ящика, бункера, кузова и т. п.), м³;

γ — объемная масса соответствующего материала, т / м³;

λ — коэффициент использования объема технологической емкости.

При определении сопротивления этих машин на рабочем ходу следует учитывать полный вес груза в бункере или емкости.

Тяговое сопротивление тракторного транспортного агрегата определяют по формуле

$$R_{\alpha_T} = (G_{\text{пр}} + G_{\text{тр}}) \left(f_{\text{пр}} \pm \frac{i}{100} \right),$$

где $G_{\text{пр}}$ — вес прицепа, кН;

$f_{\text{пр}}$ — коэффициент сопротивления качению ходовых колес прицепа (табл. 3.3).

Т а б л и ц а 3.3 — Значение $f_{\text{пр}}$ и μ для транспортных агрегатов

Группа дорог	Значение $f_{\text{пр}}$	Значение μ	
		для гусеничных тракторов	для колесных тракторов
I	0,05	0,9—1,0	0,7—0,8
II	0,08	0,7—0,8	0,5—0,6
III	0,15	0,4—0,6	0,3—0,4

После определения рабочей скорости v_p выбирают основную и резервные передачи с обязательным учетом значений интервала агротехнически допустимых скоростей для машины. За основную принимают 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 определяют по формуле $\eta_{Ne}^p = \frac{N_{ep}}{N_{eH}}$.

Коэффициент загрузки двигателя по мощности на холостом режиме работы: $\eta_{Ne}^x = \frac{N_{ex}}{N_{eH}}$.

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

$$N_{ep} = \frac{(R_a + P_f + P_a)v_p}{\eta_{\text{мг}}\eta_{\delta}} + \frac{N_{\text{ВОМ}}}{\eta_{\text{ВОМ}}},$$

где $P_f + P_a = G_{\text{тр}} \left(f_{\text{тр}} \pm \frac{i}{100} \right)$ — сила сопротивления передвиганию и сила преодоления подъема трактора, кН.

Мощность, на которую загружен двигатель на холостом режиме работы:

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

где v_x — скорость холостого хода агрегата ($v_x \sim v_p$), м / с.

Способ движения агрегата выбирают 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 устанавливают радиус поворота агрегата R_0 , длину выезда агрегата e , ширину поворотной полосы E , рабочую длину гона L_p , оптимальную ширину загона $C_{\text{опт}}$ и коэффициент рабочих ходов ϕ . Радиус поворота агрегата R_0 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 $R_0 \sim b_p$. При определении R_0 для прицепных агрегатов с приводом от ВОМ трактора следует учесть допустимый угол поворота карданной передачи. Значение R_0 при заданной скорости V_p определяют с учетом коэффициента изменения R_0 в зависимости от скорости движения.

Длину выезда e для прицепных агрегатов принимают $e \sim (0,25—0,75) l_k$, для навесных $e \sim (0—0,1) l_k$, для агрегатов с передней фронтальной навеской $e \sim -l_k$. Значение кинематической длины агрегата l_k определяют по формуле $l_k = l_{\text{тр}} + l_{\text{м}} + l_{\text{сц}}$, где $l_{\text{тр}}$, $l_{\text{м}}$, $l_{\text{сц}}$ — кинематическая длина трактора, машины и сцепки соответственно, м.

Ориентировочно $l_{\text{м}}$ принимают по габаритной длине машины, учитывая расположение ее рабочих органов.

В соответствии с выбранным способом движения по формулам определяют ширину поворотной полосы E_{min} . Действительную ширину поворотной полосы $E_{\text{опт}}$ выбирают 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 (L_p , м): $L_p = L - 2E_{\text{опт}}$, где L — общая длина гона, м.

Действительная ширина загона $C_{\text{опт}}$ выбирается таким образом, чтобы она была не менее C_{min} и кратна двойной рабочей ширине захвата b_p агрегата.

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 [5; 6; 15].

При внесении удобрений, посеве и посадке сельскохозяйственных культур необходимо согласование длины гона с объемом 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 объемом технологической емкости используют равенство

$$\frac{l_{\text{ост}} b_p h}{10^4} = V \gamma \lambda, \quad (3.1)$$

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., кг / га.

На основании равенства (3.1) путь между двумя технологическими остановками определяют по формуле $l_{\text{ост}} = \frac{10^4 V \gamma \lambda}{b_p h}$.

Соответствующее число рабочих ходов агрегата в зависимости от длины гона равно $n_p = \frac{l_{\text{ост}}}{L_p}$.

Длину $l_{\text{ост}}$ в соответствии с этим равенством выбирают такой, чтобы n_p было целым числом: четным, если технологическое обслуживание агрегата осуществляют на одной поворотной полосе, т. е. с одной стороны загона, и нечетным — при двустороннем технологическом 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 [19].

3.1 Показатели организации процесса

Время цикла работы агрегата. Движение машинных агрегатов на загоне в большинстве случаев характеризуется определенной циклическостью. 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.) (t_{u_t}), определяют по формуле

$$t_{u_t} = \frac{10^{-3}}{3,6} \cdot \left(\frac{2L_p}{v_p} + \frac{2L_x}{v_x} + 60t_{т.о} \right),$$

где l_x — длина поворота, м;

v_p, v_x — скорость движения агрегата на рабочем и холостом ходу соответственно (принимают $v_x \sim v_p$), м / с;

$t_{т.о}$ — 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.

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) ($t_{цт}$) определяют по формуле

$$t_{цт} = \frac{10^{-3}}{3,6} \cdot \left(\frac{l_{ост}}{v_{пф}} + 60t_{т.о1} \right),$$

где $t_{т.о}$ — 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 ($n_{ц}$) определяют по формуле

$$n_{ц} = \frac{T_{см} - t_2 - t_5 - t_6}{t_{ц}},$$

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

Время на ТО 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 принимают 0,42—0,64 ч.

Подготовительно-заключительное время (t_6) определяют по формуле

$$t_6 = T_{\text{ЕТО}} + T_{\text{ПП}} + T_{\text{ПНК}} + T_{\text{ПН}},$$

где $T_{\text{ЕТО}}$ — время на проведение ежесменного ТО машинно-тракторного агрегата, ч;

$T_{\text{ПП}}$ — время на подготовку агрегата к переезду ($T_{\text{ПП}} \sim 0,06—0,8$), ч;

$T_{\text{ПНК}}$ — время на переезды в начале и в конце смены, ч;

$T_{\text{ПН}}$ — время на получение наряда и сдачу работы ($T_{\text{ПН}} \sim 0,07—0,11$), ч.

Время при $T_{\text{ПНК}}$ нормировании принимают 0,2—0,5 ч. Для конкретного случая, зная расстояние переезда, его рассчитывают.

Действительное время смены ($T_{\text{Д}}$, ч): $T_{\text{Д}} = t_{\text{ц}} n_{\text{ц}} + t_2 + t_5 + t_6$ или по элементам:

$$T_{\text{Д}} = T_{\text{р}} + t_{\text{х}} + t_1 + t_2 + t_5 + t_6,$$

где $T_{\text{р}} = 2L_{\text{р}} n_{\text{ц}} / (3\ 600 v_{\text{р}})$ — время основной работы для кинематического цикла, ч;

$T_{\text{р}} = l_{\text{ост}} n_{\text{ц}} (3\ 600 v_{\text{р}})$ — то же для технологического цикла, ч;

$T_{\text{х}} = 2l_{\text{х}} n_{\text{ц}} (3\ 600 v_{\text{х}})$ — время холостых поворотов за смену для кинематического цикла, ч;

$t_{\text{х}} = l_{\text{х}} n_{\text{ц}} (3\ 600 v_{\text{х}})$ — то же для технологического цикла, ч.

Длину холостого хода ($l_{\text{х}}$) для кинематического цикла (длина поворота) определяют по формуле $l_{\text{х}} = \frac{L_{\text{р}}}{\varphi} - L_{\text{р}}$.

Длину холостого хода ($l_{\text{х}}$) для технологического цикла определяют по формуле $l_{\text{х}} = \frac{l_{\text{ост}}(l - \varphi)}{\varphi}$.

Время остановок за смену для технологического обслуживания соответственно для кинематического и технологического цикла равно $t_1 = t_{\text{оп}} n_{\text{ц}}$; $t_1 = t_{\text{о1}} n_{\text{ц}}$.

Коэффициент использования времени смены: $\tau = \frac{T_{\text{р}}}{T_{\text{Д}}}$.

Производительность агрегата за кинематический ($W_{\text{цк}}$) и технологический ($W_{\text{цт}}$) циклы (га / цикл) равна $W_{\text{цк}} = \frac{2 b_p L_p}{10^4}$, $W_{\text{цт}} = \frac{b_p l_{\text{ост}}}{10^4}$,

за час — $W_{\text{ч}} = 0,36 b_p v_p \tau$;

за действительное время смены — $W_{\text{см}}^{\text{д}} = W_{\text{ч}} n_{\text{ц}} = 0,36 b_p v_p m_p$;

за смену — $W_{\text{см}} = W_{\text{ч}} T_{\text{см}}$.

Расход топлива основным агрегатом на единицу выполненной работы (θ , кг / га) рассчитывают по формуле

$$\theta = \frac{Q}{W_{\text{см}}^{\text{д}}} = \frac{G_{\text{Тр}} T_{\text{р}} + G_{\text{Тх}} t_{\text{х}} + G_{\text{Т0}} + T_0}{W_{\text{см}}^{\text{д}}},$$

где $G_{\text{Тр}}$, $G_{\text{Тх}}$, $G_{\text{Т0}}$ — часовой расход топлива при рабочем ходе агрегата, холостом ходе и на остановках соответственно, кг / ч;

$T_{\text{р}}$, $t_{\text{х}}$, T_0 — основное время работы, время холостых поворотов и заездов, время остановок с работающим двигателем в течение смены соответственно, ч.

Часовой расход топлива по режимам работы двигателя, кг / ч:

$$G_{\text{Тр}} = G_{\text{хд}} + (G_{\text{тн}} - G_{\text{хд}}) \eta_{\text{Не}}^{\text{р}}; \quad G_{\text{Тх}} = G_{\text{хд}} + (G_{\text{тн}} - G_{\text{хд}}) \eta_{\text{Не}}^{\text{х}};$$

$$G_{\text{Т0}} = (0,12 - 0,15) G_{\text{тн}},$$

где $G_{\text{тн}}$ — средний часовой расход топлива при номинальной мощности двигателя, кг / ч;

$G_{\text{хд}}$ — часовой расход топлива при холостом ходе двигателя [10], кг / ч.

Продолжительность остановок в течение смены (T_0 , ч): $T_0 = t_1 + t_5 + 0,5 t_6$.

Затраты труда на единицу выполненной работы определяют так:

$$З = \frac{m + n}{W_{\text{ч}}},$$

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

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 [20].

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

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

$$m_x = \frac{t_{шт\text{тр}}}{t_{ост}}$$

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

Например, для силосоуборочного комбайна это будет время заполнения кузова (прицепа), для зерноуборочного комбайна — время заполнения бункера, для посевного агрегата — время опорожнения семенных ящиков и т. д. Его определяют по формуле $t_{ост} = \frac{10^{-3}l_{ост}}{3,6v_p\phi}$.

Время цикла работы транспортного средства (время рейса) ($t_{u\text{тр}}$, ч):

$$t_{u\text{тр}} = t_p = t_{гр} + t_{x.x} + t_{погр} + t_{разгр} + t_{доп}$$

где $t_{гр}$ — время движения с грузом на расстояние при скорости;

$t_{x.x}$ — время движения без груза на расстояние $l_{x.x}$ при скорости;

$t_{погр}$ — время на погрузку, ч;

$t_{разгр}$ — время на разгрузку, ч;

$t_{доп}$ — дополнительное время (взвешивание груза, маневрирование при погрузке-разгрузке, ожидание загрузки), ч.

Время движения транспортного агрегата ($t_{дв}$):

$$t_{\text{дв}} = t_{\text{гр}} + t_{\text{х. х}} = \frac{l_{\text{гр}}}{v_{\text{пгр}}} + \frac{l_{\text{х. х}}}{v_{\text{хгр}}}$$

Среднюю скорость движения на внутривозвратных перевозках для транспортных тракторных агрегатов с тракторами класса 1,4 принимают 14—16 км / ч, класса 3 — 16—17, автомобилями — 20—22 км / ч.

Количество рейсов за смену (n_p):

$$n_p = \frac{T_{\text{см}} - t_6}{t_p},$$

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

Коэффициент использования времени смены (τ): $\tau = \frac{t_{\text{гр}} n_p}{T_{\text{см}}}$.

Производительность транспортного агрегата:

- за рейс (W_p, τ): $W_p = q_h \gamma_c$;
- за час ($W_{\text{ч}}, \tau$): $W_{\text{ч}} = \frac{q_h \gamma_c}{t_p} = \frac{V \gamma \lambda}{t_p}$;
- за смену ($W_{\text{см}}, \tau$): $W_{\text{см}} = q_h \gamma_c n_p$,

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

Погрузочный агрегат. Производительность погрузочного агрегата ($W_{\text{погр}_\text{ч}}, \tau / \text{ч}$) определяют по уравнению

$$W_{\text{погр}_\text{ч}} = W_{\text{рн}} K_{\text{Г}} \tau_n,$$

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

$K_{\text{Г}} \frac{\gamma}{\gamma_{\text{р}}}$ — коэффициент использования грузоподъемности погрузчика, где γ — объемная масса груза, т / м³; $\gamma_{\text{р}} = 1 \text{ т} / \text{м}^3$ — расчетная объемная масса груза, т / м³;

$\tau_n = \frac{n_{\text{д. п}}}{n_{\text{р. п}}}$ — коэффициент использования времени смены.

Количество действительных погрузок ($n_{\text{д. п}}$):

$$n_{\text{д. п}} = \frac{T_{\text{см}} - t_2 - t_5 - t_6}{t_{\text{цгр}}} m_x,$$

расчетных погрузок ($n_{\text{р. п}}$):

$$n_{p.п} = \frac{T_{см} - t_2 - t_5 - t_6}{t_{п}},$$

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

Количество транспортных агрегатов, необходимых для полной загрузки погрузчика (при $\tau_n = 1$): $m_x = \frac{t_{цтр}}{t_{п}}$.

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

$$m_x = n_a t_{цтр} / (n_6 t_{цтр}),$$

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.

При построении графиков цикличности на оси абсцисс откладывают время работы агрегата в минутах, а по оси ординат — длину гона или расстояние транспортировки груза (зерна, зеленой массы и т. п.) в километрах. На графике отмечают элементы цикла работы агрегатов. При этом график составляют таким образом, чтобы к моменту наполнения очередной емкости основного агрегата имелся транспортный агрегат, готовый принять от него убираемую продукцию (например, зерно из бункера комбайна). При внесении (разбрасывании) органических удобрений после заполнения первой емкости навозо-разбрасывателя к погрузчику подается очередной агрегат (второй, третий 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 выполнения 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 [21; 22].

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 приводят схему способа проверки показателей и количество измерений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Техническое обеспечение производства продукции растениеводства. Курсовое проектирование / под общ. ред. Т. А. Непарко. — Минск : БГАТУ, 2013.
2. О Государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2020 годы и внесении изменений в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16 июня 2014 г. №585 [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Республики Беларусь №196 от 11 марта 2016 г.// Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. — Режим доступа: <http://www.pravo.by/document/guid=3871&p0=C21600196>. — Дата доступа: 15.08.2016.
3. Техническое обеспечение производства продукции растениеводства : учебник / А. В. Новиков [и др.] ; под ред. А. В. Новикова. — Минск : Новое знание, 2012. — 560 с.
4. Техническое обеспечение производства продукции растениеводства. Дипломное проектирование : учеб. пособие / А. В. Новиков [и др.] ; под ред. А. В. Новикова. — Минск : Новое знание, 2012. — 369 с.
5. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур : сб. отраслевых регламентов / Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси ; рук. разраб. В. Г. Гусаков [и др.]. — Минск : Белорус. наука, 2005. — 460 с.
6. Справочник нормативов трудовых и материальных затрат для ведения сельскохозяйственного производства / сост.: Я. Н. Бречко, М. Е. Сумонов ; под ред. В. Г. Гусакова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Минск : БелНИИ аграр. экономики, 2002. — 440 с.
7. Техническое обеспечение процессов в земледелии. Проектирование механизированных процессов в растениеводстве : нормативно-справочные материалы / А. В. Новиков [и др.]. — Минск : БГАТУ, 2005. — 116 с.
8. Эксплуатация сельскохозяйственной техники : учебник / Ю. В. Будько [и др.] ; под ред. Ю. В. Будько. — Минск : Беларусь, 2006. — 510 с.
9. Эксплуатация сельскохозяйственной техники. Практикум : учеб. пособие / И. Н. Шило [и др.] ; под ред. И. Н. Шило. — Минск : Беларусь, 2008. — 252 с.
10. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка : учеб. пособие / А. В. Новиков [и др.] ; под ред. А. В. Новикова. — Минск : ИВЦ Минфина, 2011. — 327 с.
11. Техническое обеспечение производства продукции растениеводства. Практикум : учеб. пособие / А. В. Новиков [и др.] ; под ред. А. В. Новикова. — Минск : БГАТУ, 2011. — 408 с.
12. Сельскохозяйственная техника, выпускаемая в Республике Беларусь (каталог). — Минск : СКТБ БелНИИМСХ, 2002. — 88 с.
13. Справочные материалы / В. А. Новиков [и др.]. — Минск : БГАТУ, 2006. — 94 с.
14. Потенциальные резервы экономии топливно-энергетических ресурсов в агропромышленном комплексе : метод. пособие / Г. Ф. Добыт [и др.]. — Минск : УМЦ Минсельхозпрода, 2005. — 137 с.
15. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : учеб. пособие : в 3 ч. / С. В. Дорожко [и др.]. — Минск : Технопринт, 2002. — Ч. 2. Система выживания и защита территории в чрезвычайных ситуациях. — 261 с.
16. Энергосберегающие технологии возделывания зерновых культур в Республике Беларусь : пособие / И. Н. Шило [и др.]. — Минск : БГАТУ, 2008. — 160 с.
17. Янцов, Н. Д. Общие требования к оформлению курсовых и дипломных проектов : справоч. пособие / Н. Д. Янцов, В. С. Бушейко, А. А. Гончарко. — Минск : БГАТУ, 2008. — 144 с.

18. Эксплуатация сельскохозяйственной техники : справоч. материалы / А. В. Новиков [и др.]. — Минск : УМЦ Минсельхозпрода, 2008. — Ч. 1. — 107 с.

19. Эксплуатация сельскохозяйственной техники : справоч. материалы / А. В. Новиков [и др.]. — Минск : УМЦ Минсельхозпрода, 2009. — Ч. 2. — 129 с.

20. Диагностика и техническое обслуживание машин для сельского хозяйства : учеб. пособие / А. В. Новиков [и др.] ; под ред. А. В. Новикова. — Минск : БГАТУ, 2009. — 404 с.

21. Диагностика и техническое обслуживание машин для сельского хозяйства : учеб. пособие / А. В. Новиков [и др.] ; под ред. А.В. Новикова. — 2-е изд. — Минск : БГАТУ, 2010. — 404 с.

22. Диагностика и техническое обслуживание машин. Практикум : учеб. пособие / А. В. Новиков [и др.] ; под ред. А. В. Новикова. — Минск : БГАТУ, 2010. — 344 с.

Репозиторий БарГУ