

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Новозыбковский сельскохозяйственный техникум-филиал**  
**федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования**  
**«Брянский государственный аграрный университет»**

## **Методические рекомендации**

**К выполнению курсового проекта по  
междисциплинарному курсу МДК.02.02 «Технология  
механизированных работ в растениеводстве»**

Рассмотрено и одобрено цикловой методической  
комиссией общепрофессиональных модулей  
Протокол № 4 от «12» 02 2015 г.  
Председатель ЦМК Новиков В.А.

Новозыбков 2015

Автор: Н.В. Ковалев (Новозыбковский сельскохозяйственный техникум – филиал ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»)

Рецензент: Е.А. Сорокин (Новозыбковский сельскохозяйственный техникум)

Методические рекомендации обсуждены и одобрены на заседании цикловой методической комиссии Новозыбковского сельскохозяйственного техникума - филиала ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет» (протокол № 4 от 12.02. 2015 г.)

Методические рекомендации обсуждены и одобрены на заседании методического совета Новозыбковского сельскохозяйственного техникума - филиала ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет» (протокол № 80 от 10.03. 2015 г.)

# Содержание

Предисловие	4
Цели и задачи проектирования	4
Тематика и содержание курсовых проектов	6
Методические рекомендации по теме 1	
Введение	8
1.     Общая часть	
Характеристика хозяйства	8
Характеристика подразделения хозяйства	8
2.     Расчетная часть	
Составление плана механизированных работ	10
Расчет потребности в технике для выполнения планируемых работ	12
Построение графиков выполнения планируемых работ. Определение общей потребности хозяйства (производственного подразделения) в технике	
Расчет потребности в топливо – смазочных материалах	15
Расчет показателей машиноиспользования	22
3.     Технологическая часть	
Общие указания	26
Агротехнические требования	27
Расчет состава агрегата	27
Подготовка агрегата к работе	32
Выбор и обоснование способа движения агрегата. Подготовка поля к работе агрегата	
Организация работы агрегата	33
Эксплуатационные расчеты	34
Контроль и оценка качества работы	37
Охрана труда и противопожарные мероприятия	37
Охрана окружающей природной среды	37
4.     Экономическая часть	38
Графическая часть	41
Методические рекомендации по теме 2	
Введение	43
1.     Общая часть	43
2.     Расчетная часть	
Выбор и обоснование типа технологии производства культуры. Планируемая урожайность	44
Проектирование системы машин	44
Литература	46

## **Предисловие**

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования, в специальности 35.02.07 «Механизация сельского хозяйства» предусматривается изучение дисциплины «Эксплуатация машинно-тракторного парка» (ЭМТП) с выполнением курсового проекта.

Настоящие методические рекомендации представляют собой учебное пособие для студентов очной и заочной форм обучения. Они будут полезны и преподавателям – руководителям проектов.

В рекомендациях изложены основные цели и задачи, содержание и последовательность выполнения проектов, тематика которых соответствует программе дисциплины «ЭМТП».

Чтобы курсовое проектирование было максимально приближено к реальным условиям производства, преподаватели должны подготовить и выдать студентам задания по сбору информации для проекта в период технологической практики.

Если в конкретное хозяйство на технологическую практику направляется несколько студентов, индивидуализация задания может быть обеспечена следующим образом. Расчетная часть проектов, связанных с планированием производственных процессов в данном хозяйстве, должна иметь столько вариантов, сколько подразделений (бригад, отделений и т.д.) в хозяйстве. Кроме этого, в технологической части предусматривать разработку разных технологических операций. Некоторые студенты могут получить задание на проектирование системы машин для производства разных культур в данном хозяйстве (см. тема 2 тематики).

Руководители технологической практики должны контролировать выполнение студентами полученного задания.

По структуре курсовой проект должен состоять из расчетно-пояснительной записи и двух листов графической части формата А1.

### **Цели и задачи проектирования**

Цель курсового проектирования – систематизация и закрепление студентами знаний и практических умений по общепрофессиональным и специальным дисциплинам, особенно по «ЭМТП», овладение методикой и навыками самостоятельного анализа и решения практических задач, связанных с планированием использования машинно-тракторного парка (МТП), проектирование системы машин для производства сельскохозяйственных культур.

В процессе проектирования студент должен научиться решать следующие задачи:

- систематизировать и анализировать сведения о хозяйстве, его структурных подразделениях (при их наличии), необходимые для выполнения проекта;
- производить обоснованный выбор техники для выполнения комплекса работ в конкретном хозяйстве или его подразделении;
- составлять план механизированных работ на определенный период и определять потребность в технике;
- проектировать систему машин для производства культуры, предусмотренной заданием, в условиях конкретного хозяйства;
- рассчитывать потребность в топливо – смазочных материалах;

- рассчитывать показатели машиноиспользования;
- разрабатывать операционную технологию;
- рассчитывать прямые затраты на гектар выполняемой работы;
- выполнять графическую часть с учетом требований ЕСКД.

## **Тематика и содержание курсовых проектов**

**Тема 1.** Планирование производственных процессов и определение состава машинно-тракторного парка для \_\_\_\_\_ на \_\_\_\_\_ (наименование хозяйства или его подразделения) \_\_\_\_\_ на \_\_\_\_\_ (наименование) \_\_\_\_\_ период с разработкой операционной технологии \_\_\_\_\_ (наименование операций) трактором \_\_\_\_\_ (марка).

### **Содержание проекта**

#### **Введение**

##### **1. Общая часть**

Характеристика хозяйства

Характеристика подразделения хозяйства

##### **2. Расчетная часть**

Составление плана механизированных работ

Расчет потребности в технике для выполнения планируемых работ

Построение графиков выполнения планируемых работ. Определение общей потребности хозяйства (производственного подразделения) в технике

Расчет потребности в топливо – смазочных материалах

Расчет показателей машиноиспользования

##### **3. Технологическая часть**

Агротехнические требования

Расчет состава агрегата

Подготовка агрегата к работе

Выбор и обоснование способа движения агрегата. Подготовка поля к работе агрегата

Организация работы агрегата

Эксплуатационные расчеты

Контроль и оценка качества работы

Охрана труда и противопожарные мероприятия

Охрана окружающей природной среды

##### **4. Экономическая часть**

Расчет прямых затрат денежных средств на один гектар выполняемой работы

#### **Литература**

##### **Графическая часть**

Лист 1. Графики выполнения планируемых работ

Лист 2. Операционно-технологическая карта

## **Тема 2. Проектирование системы машин для производства**

(наименование культуры)

в \_\_\_\_\_ с разработкой операционной технологии  
(наименование хозяйства) трактором \_\_\_\_\_ .  
\_\_\_\_\_  
(наименование операции) (марка)

### **Содержание проекта**

#### **Введение**

##### **1. Общая часть**

Характеристика хозяйства

Краткий анализ технологии производства культуры в хозяйстве

##### **2. Расчетная часть**

Выбор и обоснование типа технологии производства культуры. Планируемая урожайность.

Проектирование системы машин

Составление перечня операций, установление их объема и сроков выполнения.

Выбор и обоснование составов агрегатов. Установление норм выработки и расхода топлива.

Расчет потребности в агрегатах, рабочей силе для выполнения планируемых операций (работ).

Расчет общей потребности в машинах, рабочей силе для реализации технологии.

Расчет потребности в топливо-смазочных материалах (ТСМ).

##### **3. Технологическая часть**

##### **4. Экономическая часть**

#### **Литература**

#### **Графическая часть**

Лист 1. Технологическая карта производства \_\_\_\_\_  
(наименование культуры)

Лист 2. Операционно-технологическая карта.

Примечание – Содержание технологической и экономической частей аналогично теме 1 тематики проектов.

## **Методические рекомендации по теме 1.**

### **Введение**

Во введении пояснить:

- практическую значимость определения специалистами хозяйств и их структурных подразделений оптимального состава машинно-тракторного парка как в структурном (по назначению), так и в количественном отношениях;
  - возможные способы определения состава машинно-тракторного парка, ; какой способ использован в проекте, почему;
  - необходимость разработки операционной технологии, регламентирующей правила выполнения технологических операций в условиях конкретного хозяйства;
- Содержание введения должно раскрывать основные цели курсового проекта.

### **1. Общая часть**

#### **1.1 Характеристика хозяйства**

Характеристика хозяйства должна содержать сведения, необходимые для выполнения проекта (студент их должен собрать в период технологической практики):

- 1.1.1. Наименование, административное расположение хозяйства.
- 1.1.2. Карта – схема (в масштабе) землепользования (прилагается к проекту) и пояснения к ней в форме таблицы 1.1.

Таблица 1.1 – Размещение сельскохозяйственных культур на полях хозяйства. Нормообразующие факторы.

Наименование культур	Номера полей	Площадь, га	Нормообразующие факторы				
			Средняя длина, м	Рельеф, град	Физико-механический состав	Норма, т/га	Планируемая урожайность, т/га
						внес. удобрений	посева

1.1.3. Состав машинно-тракторного парка хозяйства в форме таблицы 1.2

Таблица 1.2 – Состав МТП хозяйства по состоянию на 01.01.200... г.

Наименование	Марка	Число машин

## **Примечания**

1. Сведения, указанные в пункте 1.1, приводятся для хозяйств не имеющих в своем составе структурных подразделений (отделений, бригад, цехов и т. д), пункт 1.2 не выполняется.

2. При наличии в составе хозяйства структурных подразделений в его характеристике приводятся: сведения, указанные в пункте 1.1.1; его организационная структура; краткие сведения о расположении, размерах земельной площади структурных подразделений.

## **1.2 Характеристика подразделения хозяйства**

Если в составе хозяйства имеется несколько самостоятельных структурных подразделений, то проект выполняется в соответствии с заданием для одного из них (указывается его наименование).

В этом случае в пункте 1.2 приводятся сведения о подразделении, указанные в пунктах 1.1.2 и 1.1.3.

## 2. Расчетная часть

### Составление плана механизированных работ

Результаты работы производственных подразделений хозяйства, занимающихся возделыванием с/х культур, в значительной степени зависят от начальной стадии производственной деятельности – планирования механизированных полевых работ.

Поскольку сельскохозяйственные работы носят сезонный характер, то в хозяйствах наибольшее внимание уделяют планированию и организации выполнения работ в наиболее напряженные периоды: весенне-летний и летне-осенний.

В некоторых хозяйствах планируют работы на весенний, летний и осенний периоды.

План работ может иметь разные варианты, но чаще всего применяется форма, которую рекомендуется использовать при выполнении проекта (см. таблица 2.1).

Таблица 2.1 – План механизированных работ

Наименование работ	Ед. изме-рения, га, т	Объем работ	Кален-дарные сроки начала работ	Число дней				
				рабочих Др		принято календар.		
				по агро-тех. треб.	принято при уточнении $n_a$	коррек-тиров. граф.	для постро-ения графи-ков	
1	2	3	4	5а	5б	5в	6а	6б

Продолжение таблицы 2.1

Число часов работы в день			Состав МТА			Смен-ная норма $W_{см}$ , га/см, т/см	Выра-ботки за 1 ч $W_ч$ , га\ч, т/ч	Нормо-смен				
Нор-матив. про-должи-тельн.	Принято при		Трактор, автомо-биль	с/х ма-шина	Число машин в агрег-ате			MТЗ-80	ДТ-75М	T-150К		
	уточ-нении $n_a$	коррек-тир. график.										
7а	7б	7в	8	9	10	11	12	13а	13б	13в...		

Продолжение таблицы 2.1

Требуется агрегатов			Объем работ, у.э.га			Норма расхо-да топлива, л/га, л/т	Требуется топлива, л		
при норматив. продолж. дня	после расчета, уточняюще-го $n_a$	после коррек-тировки графиков	МТЗ-80	ДТ-75М	T-150К		МТЗ-80	ДТ-75М	T-150К
14а	14б	14в	15а	15б	15в	16	17а	17б	17в

Примечание – Марки тракторов в таблице 2.1 записаны для примера. В конкретном проекте они могут быть другие.

Исходные данные для составления плана берутся в хозяйстве, в котором студент работал, выполняя программу технологической практики.

Планирование начинать с составления перечня работ (графа 1).

При этом принимать во внимание:

- культуры, возделываемые в хозяйстве, и площади ими занимаемые;
- технологии, применяемые в хозяйстве при возделывании с/х культур, и рекомендации, которые следует при необходимости в них внести, чтобы повысить эффективность производства;
- типовые технологии;
- технологии возделывания с/х культур, применяемые в хозяйствах, добивающихся высоких урожаев;
- марки машин, имеющихся в хозяйстве, или машин, которые преимущественно используются в хозяйствах зоны расположения учебного заведения.

Практически перечень работ, включаемых в план, рекомендуется составлять так:

Из типовых технологических карт федерального регистра технологий, учебной и справочной литературы (см. список литературы) выбрать для каждой культуры, возделываемой в хозяйстве, подходящие для заданного периода работы, календарные сроки их выполнения и записать на отдельных листах. Затем, выбранные работы, указывая их порядковый номер, записать в графе 1 плана в той последовательности, в которой они согласно сроков, записываемых в графах 4 и 5а, будут выполняться.

В графе 2 указать для каждой работы единицу измерения планируемых объемов.

Обычно в тоннах (т), указывают объем следующих работ: погрузочно-разгрузочные; транспортные; трамбовка силоса, сенажа; скирдование; внесение удобрений (если норма выработки агрегатов в тоннах) и др. Объем остальных работ указывают в га.

При определении объема, планируемого в тоннах, следует урожайность культуры или сбор продукции (например, соломы), или планируемую норму внесения удобрений в т/га умножить на площадь в гектарах, на которой планируется конкретная операция.

Объем работ (графа 3), планируемых в гектарах, предопределяются площадями культур, возделываемых в хозяйстве.

После того, как составлен перечень работ, установлен их объем и срок выполнения для каждой работы, включенной в план, подобрать такой агрегат (графы 8, 9, 10), чтобы он обеспечивал наиболее высокую производительность с наименьшими затратами.

Выбор состава агрегатов начинать с их энергетической части, т.е. с тракторов. При этом стремиться к тому, чтобы для выполнения планируемых работ требовалось как можно меньше марок тракторов. Эта рекомендация обусловлена тем, что большая разномарочность усложняет организацию технического обслуживания, ремонт техники; требуется большая номенклатура запасных частей, тракторы чаще простояивают по

техническим причинам. Чем меньше марок тракторов, тем легче инженерной службе организовать их эксплуатацию, снизить простой по техническим причинам.

Гусеничные тракторы рекомендуется использовать при выполнении следующих работ: боронование и сплошная культивация (особенно весной), вспашка, лущение, дискование, посев на больших площадях, уборка силоса (на пониженных участках), трамбовка.

При выборе тракторов надо обязательно учитывать культуры, возделываемые в хозяйстве, а также запланированные работы. Например, если в хозяйстве, возделывают сахарную свеклу, желательно иметь тракторы Т-70С, а в занимающемся возделыванием овощей – Т-25А или Т-30А.

К выбранным маркам тракторов (записываются в графе 8 плана) для каждой работы, включенной в план, подбирается и записывается в графе 9 плана марка сельскохозяйственной машины, принимая во внимание перечисленные ниже рекомендации.

Прежде всего, число марок с/х машин, как и тракторов, должно быть как можно меньше, но в тоже время они должны обеспечить качественное выполнение планируемых работ и высокую (желательно оптимальную) загрузку двигателей тракторов.

Если в хозяйстве участки сравнительно небольшие, то предпочтение следует отдавать навесным и полунавесным машинам, при обработке участков больших размеров – прицепным. Число машин в прицепных агрегатах (графа 10 плана) принимается с учетом рекомендаций справочной литературы, опыта эксплуатации техники в лучших хозяйствах, а также с учетом марки трактора и размера площади, на которой предстоит работать конкретному агрегату. Чтобы скомплектовать агрегат, имеющий в составе несколько машин, выбирается сцепка (СП-11А, СП-16А, СГ-21 и др.). Для небольших участков рекомендуется подбирать агрегаты, дневная производительность которых примерно равна площади участка, чтобы в течение дня не требовался переезд на другой участок.

Для каждого агрегата устанавливается сменная норма выработки и норма расхода топлива. Соответствующие цифры записываются в графах 11 и 16. При этом используются нормы, применяемые в хозяйстве. При отсутствии в хозяйстве норм на некоторые работы (могут быть агрегаты с новыми марками машин) они устанавливаются по справочной литературе [22-26]. При этом учитывается состав агрегата и другие нормообразующие факторы полей хозяйства (длина участка; норма посева, посадки, глубина обработки почвы, урожайность и др.).

В записке поясняется, что принималось во внимание, какие источники использовались при составлении перечня работ, установлении сроков их выполнения, норм выработки и расхода топлива.

## 2.2 Расчет потребности в технике для выполнения планируемых работ

Число агрегатов рассчитывается по формуле:

$$n_a = O / (W_q * T_{cm} * K_y * \Delta_p), \quad (2.1)$$

где  $O$  – объем планируемой работы, га, т;

$W_q$  – часовая производительность агрегата, га/ч, т/ч;

$T_{cm}$  – число часов работы в день;

$K_y$  – коэффициент, учитывающий снижение производительности агрегата из-за усталости механизатора при удлиненном (более 7 ч) рабочем дне;

$D_p$  – число рабочих дней по плану.

До начала расчета  $n_a$  в графе 7а плана записывается нормативная продолжительность смены  $T_{cm} = 7$  ч, а для работ с ядохимикатами  $T_{cm} = 6$  ч.

Потом рассчитывается (с точностью до десятых) часовая производительность  $W_q = W_{cm} / T_{cm}$ . Результаты записываются в графе 12.

Далее, используя формулу 2.1, рассчитывается для каждой работы плана требуемое число агрегатов.

Расчеты выполняются с учетом рекомендаций, изложенных ниже.

1. Рассчитывается для всех работ плана требуемое число агрегатов  $n_a$ , подставляя в формулу 2.1 данные из граф 3 (O), 12 ( $W_q$ ), 7а ( $T_{cm}$ ) и 5а ( $D_p$ ). Принимается  $K_y = 1$ . Результаты записываются в графике 14а.

Если значение  $n_a$  оказалось в пределах допустимой загрузки от 0,85 до 1,15, то для таких работ дальнейшие расчеты не требуются. В этом случае принимается 1 агрегат, что в дальнейшем отражается на графике загрузки тракторов (п. 2.3).

2. Если значение  $n_a$  для некоторых работ оказалось ниже 0,85, то агрегат в течение планируемого срока будет загружен недостаточно, т.е. будет работать неэффективно. В таком случае рассчитывается, используя формулу 2.1, сколько рабочих дней потребуется фактически при полной (близко к 100%) ежедневной загрузке.

Пример:  $n_a = \frac{50}{1,1 * 7 * 1 * 10} = 0,64$ , цифра 0,64 записывается в графике 14а

Принимается 1 агрегат и определяется действительно необходимое число рабочих дней  $D_p = O / (n_a * W_q * T_{cm} * K_y) = 50 / (1 * 1,1 * 7 * 1) = 6,45$

Результат округляется до целого числа или до 0,5.

В данном случае принимается 6,5 дней. Эта цифра записывается в графике 5б, дальнейшие расчеты не требуются. То есть в данном примере 1 агрегат при  $T_{cm} = 7$  справится с работой за 6,5, а не за 10, как первоначально предполагалось.

3. Если значение  $n_a$  (при нормативной продолжительности смены) оказалось более 1,15, дальнейшие действия могут быть разные. Однако, при всем многообразии вариантов надо иметь ввиду, что загрузка агрегата в конечном итоге желательна близкой к 1, но не ниже 0,85.

Рассмотрим примеры, поясняющие возможные варианты выполнения расчетов, уточняющих требуемое число агрегатов.

Пример №1

$n_a = \frac{50}{1,1 * 7 * 1 * 5} = 1,29$ , цифра 1,29 записывается в графике 14а.

Если принять 1 агрегат, то при  $T_{cm} = 7$  ч с заданием он не справится (загрузка будет 129%). Чтобы ежедневно выполнять задание, необходимо удлинять смену (допускается до 10 ч). Какая продолжительность смены будет более подходящей, определяется методом последовательного ее удлинения.

Примем  $T_{cm} = 8$  ч, тогда агрегатов потребуется:

$n_a = \frac{50}{1,1 * 8 * 0,96 * 5} = 1,18$ , т.е. при  $T_{cm} = 8$  ч агрегат будет перегружен, с заданием

не справится.

Примем  $T_{cm} = 9$  ч, тогда агрегатов потребуется:

$$n_a = \frac{50}{1,1 * 9 * 0,92 * 5} = 1,1$$

результат говорит о том, что даже при  $T_{cm} = 9$  ч, агрегат

будет загружен ежедневно на 110%. При  $T_{cm} = 7$  ч это было допустимо, но при  $T_{cm} = 9$  ч – неприемлемо (агрегат недопустимо перегружен).

Примем  $T_{cm} = 10$  ч, тогда агрегатов потребуется:

$$n_a = \frac{50}{1,1 * 10 * 0,88 * 5} = 1,03$$

загрузка близка к 1, что и рекомендуется.

Результат говорит о том, что для выполнения работ на площади 50 га 1 агрегат должен в течение 5 рабочих дней работать по 10 часов.

В итоге в графе 14б записывается цифра 1,03, в графе 7б – 10.

При выполнении расчетов в примере №1 принималось во внимание, что значение коэффициента  $K_y$  зависит от продолжительности смены  $T_{cm}$ :

$T_{cm}$ , ч	7	8	9	10	14
$K_y$	1,00	0,96	0,92	0,88	1,00

Пример №2

$$n_a = \frac{50}{1,1 * 7 * 1 * 4} = 1,62$$

цифра 1,62 записывается в графе 14а плана

Полученный результат говорит о том, что при  $T_{cm} = 7$  ч, загрузка агрегата будет 162%, т.е. с работой он не справится.

Примем максимально допустимое значение смены – 10 ч, тогда:

$$n_a = \frac{50}{1,1 * 10 * 0,88 * 4} = 1,29$$

Результат говорит о том, что даже при  $T_{cm}=10$  ч, один агрегат с работой не справится. Придется принимать 2 агрегата, но уже при нормативной продолжительности смены  $T_{cm} = 7$  ч. В таком случае число рабочих дней потребуется не 4, как предусмотрено планом, а меньше. Рассчитаем фактическую потребность в Др, подставив в расчетную формулу  $T_{cm} = 7$  ч и  $n_a=2$ :

$$\frac{50}{1,1 * 7 * 1 * D_p} = 2, \text{ тогда } D_p = \frac{50}{1,1 * 7 * 1 * 2} = 3,24$$

Принимаем 3,5 дня. Эта цифра записывается в графе 5б, а принятое число агрегатов  $n_a=2$  – в графе 14б.

Пример №3

$$n_a = \frac{220}{1,34 * 7 * 1 * 7} = 3,35$$

Цифра 3,35 записывается в графе 14а плана.

В данном случае достаточно 3 агрегата и дальнейшие расчеты не потребуются. Объясняется это тем, что на каждый агрегат при  $T_{cm}=7$  ч придется нагрузка:  $3,35/3=1,12$ , что меньше допустимого значения 1,15.

Пример №4

$$n_a = \frac{300}{1,34 * 8 * 1 * 7} = 4,57$$

в данном случае возможны два варианта.

Можно принять 4 агрегата, если тракторов в хозяйстве недостаточно. При этом загрузка каждого будет:

$$4,57/4=1,14, \text{ то есть меньшее } 1,15.$$

Можно принять 5 агрегатов, если в хозяйстве тракторов достаточно. Тогда загрузка каждого будет:  $4,57/5=0,91$ , что также допустимо (больше 0,85, но ниже 1,15).

## **2.3 Построение графиков выполнения планируемых работ. Определение общей потребности хозяйства (производственного подразделения) в технике**

Чтобы наглядно представить, как будет загружена техника в течение определенного периода, строятся графики выполнения планируемых работ.

Графики наглядно показывают, в какие дни периода предполагается наибольшая загрузка машинно-тракторного парка подразделения. Имея такую информацию, можно заранее принимать необходимые меры, чтобы даже в наиболее напряженные дни выполнять все работы, предусмотренные планом. Кроме того, графики позволяют установить для каждой марки машины дни наибольшей их потребности, т.е. на основе графиков специалисты хозяйства могут заранее определить: какие машины, в каком количестве, в какие дни периода работ потребуются хозяйству или его производственному подразделению. При необходимости, выполняется корректировка графиков, чтобы выровнять загрузку тракторов и уменьшить их число. Графики имеют информацию, которая необходима и для оперативного управления работой техники.

В курсовом проекте рекомендуется строить линейные графики для каждой марки тракторов и комбайнов, которые будут выполнять планируемые работы. Все графики целесообразно строить в одном масштабе, один под другим. Кроме этого, чтобы наглядно и быстро сопоставлять загрузку тракторов разных марок, календарные сроки графиков должны по вертикали совпадать.

При построении и анализе графиков используется следующие данные плана работ:

- номера работ;
- марка тракторов и с/х машин;
- календарные сроки начала работ;
- число календарных дней на выполнение работ;
- Число агрегатов, требуемых по расчету для каждой работы.

Прежде чем строить графики, рассчитывается для всех работ число календарных дней  $\Delta_k$  (графа ба плана), в течении которых планируется работы выполнить:

$$\Delta_k = \Delta_p / \alpha_k , \quad (2.2)$$

где  $\Delta_p$  – число рабочих дней из графы 5а. Если при расчете потребности агрегатов число  $\Delta_p$  принято меньше, чем предусмотрено планом, то его значение принимается из графы 5б.

Для большинства работ значение  $\alpha_k$  можно принять равным 0,7, а для работ, связанных с уборкой зерновых культур, заготовкой сена – 0,65.

Примеры расчетов (см. таблицу 2.2)

Работа 4       $\Delta_k = 3 / 0,7 = 4,28$       Принимаем 4.

Работа 10       $\Delta_k = 11 / 0,7 = 15,7$       Принимаем 16.

Рассмотрим порядок построения графиков, используя информацию таблицы 2.2 (пример построения на странице).

В левой части листа по вертикали записываются номера работ по плану (а не по порядку) сначала для одной марки тракторов (например, ДТ-75М), а потом – для следующих, если их несколько. Рядом с номерами работ указываются составы агрегатов

(из плана). В верхней части графиков записываются календарные сроки выполнения работ.

Работы на графиках показываются следующим образом. Начало каждой работы обозначается небольшим кружком, от которого вправо отсчитывается число календарных дней, предусмотренных планом (графа 6а), и ставится второй кружок, обозначающий срок окончания работ. Кружки соединяются линией, которая показывает планируемую работу. Над началом линии, записывается требуемое по расчету число агрегатов. Соответствующие сведения берутся из граф 14а или 14б плана. Причем, на графике записывается целое число агрегатов. Для иллюстрации рассмотрим следующие примеры.

Работа 1. После уточняющего расчета требуется 2,12 тракторов (графа 14б). Принимаем 2 трактора, так как загрузка каждого будет  $2,12/2=1,06$ , т.е. допустимая.

Работа 2. По расчету ежедневно при  $T_{\text{см}}=10\text{ч}$  требуется 4,63 трактора. Принимаем 5 тракторов. Загрузка каждого составит  $4,63/5=0,92$  (92%). Принять в данном случае 4 трактора нельзя, так как они будут перегружены, т.е. с работой даже при 10-ти часовом рабочем дне не справятся. Об этом говорит следующая цифра  $4,63/4=1,15$  (такая загрузка была бы допустима при  $T_{\text{см}}=7\text{ч}$ ). Для работ 4,5,6 принимаем по одному агрегату. Загрузка их будет находиться в допустимых пределах.

Особое внимание при построении графиков следует обратить на то, чтобы согласовывались сроки не только начала, но и окончание технологически взаимосвязанных работ. Рассмотрим это на следующем примере. Из плана (таблица 2.2) видно, что работы 1,2,3,5,10,13,17 выполняются при возделывании картофеля и их сроки должны быть согласованы со сроком ведущей работы.

Такой работой среди перечисленных является посадка картофеля (работа 10). С учетом срока посадки с 28.04 по 13.05 (16 календарных дней) должны выполняться ей предшествующие работы (1,2,3,4) и следующие за ней (работы 13,17). То есть, к началу посадки надо разбросать и запахать органические удобрения, провести предпосевную культивацию.

В связи с тем, что продолжительность работы 3 – 21 календарный день, а работы 5 – 7 дней, выполнение последней запланировано не 7 дней подряд, а с разрывами. Если ее начать 25.04 и работать 7 дней подряд, она окончилась бы раньше запашки удобрений, что не может быть.

Работы 13,17 на графике построены также с разрывами, чтобы сроки их завершения согласовывались с планируемым сроком окончания посадки картофеля – 13.05. Аналогичные согласования должны быть, если, например, планируется комплекс работ по посеву зерновых, заготовке сена и т.д.

При построении графиков следует также помнить, что некоторые работы технологически жестко связаны по времени и должны выполняться в одни и те же дни и часы. Например, погрузка и разбрасывание удобрений; уборка и транспортирование силоса, картофеля и др.

Наименование работ	Кален- дар- ные сроки начала работ	Число дней ( $D_p$ – рабочих, $D_k$ - кален- дарных)				Число часов работы в день			Состав МТА			Требуется агрегатов $n_a$			
		$D_p$		Принято $D_k$		Нор- матив- ная продол- житель- ность	Принято при		трак- тор	с/х маши- на	число машин в агре- гате	при норма- тивной продол- житель- ности дня	после уточ- няю- щего расче- та $n_a$	в ре- зуль- тате кор- ректи- ровки графи- ков	
		по аг- ротех- ническим требо- вани- ям	принято при уточ- нении $n_a$	кор- ректи- ровке графи- ков	для по- строе- ния графи- ков		при кор- ректи- ровке графи- ков	уточ- нении $n_a$							
1	4	5а	5б	5в	6а	6б	7а	7б	7в	8	9	10	14а	14б	14в
1. Погрузка органических удобрений под картофель	20.04	15			21		7	10		ДТ-75М	ПФП-1,2	1	2,66	2,12	
2. Разбрасывание органических удобрений под картофель	20.04	15			21		7	10		МТЗ-80	РОУ-6	1	5,82	4,63	
3. Запашка удобрений под картофель	21.04	15			21		7		14	ДТ-75М	ПЛН-4-35	1	1,87		0,94
4. Предпосевная культивация под свеклу	24.04	3			4		7			ДТ-75М	КШП-8	1	0,87		
5. Предпосевная культивация под картофель	25.04	5			7		7			ДТ-75М	КШП-8	1	0,98		
6. Посев свеклы	25.04	5			8		7	10		МТЗ-80	СО-4,2	1	1,28	1,02	
7. Погрузка органических удобрений под кукурузу	25.04	10			14		7			ДТ-75М	ПФП-1,2	1	1,12		
8. Разбрасывание органических удобрений под кукурузу	25.04	10			14		7			МТЗ-80	РОУ-6	1	2,45		
9. Запашка удобрений под кукурузу	26.04	10			14		7			ДТ-75М	ПЛН-4-35	1	1,06		
10. Посадка картофеля	28.04	15	11		16		7			МТЗ-80	КСМ-4	1	1,38	1,88	
11. Боронование свеклы до всходов	30.04	5	4		6		7			МТЗ-80	СП-11+3ОР-0,7	5	0,79	0,99	
12. Предпосевная культивация под кукурузу	9.05	5	2		3		7			ДТ-75М	КШП-8	1	0,37	0,92	
13. Довсходовая междурядная обработка картофеля	7.05	10	8		11		7			МТЗ-80	КОН-2,8А	1	1,6	2,00	
14. Посев кукурузы	10.05	5			6		7			МТЗ-80	СУПН-8	1	0,99		
15. Рыхление междурядий свеклы	10.05	5			7		7	10		МТЗ-80	КОР-4,2	1	1,3	1,03	
16. Опрыскивание посевов свеклы	12.05	5			7		6			МТЗ-80	ОМ-630-2	1	0,86		
17. Боронование посевов картофеля	14.05	6			8		7	10		МТЗ-80	СП-11+	5	1,25	0,99	

3OP-0,7

Таблица 2.2 – Фрагмент плана работ с информацией для построения графиков (пример)

Таблица 2.3 – Линейные графики (пример)

Используя графики, определяется ежедневная потребность в тракторах, комбайнах каждой марки, принимая во внимание работы, которые планируются в день, для которого выполняется расчет. Результаты записываются в нижней части графика каждой марки, под чертой.

Примеры:

25.04 планируется выполнение работ 1,3,5,7 тракторами ДТ-75М. Для работ 1,2 потребуется 2 трактора, для остальных по одному. Всего – 6. Эта цифра и записана в нижней части графика.

В этот же день планируются работы 2,6,8 тракторами МТЗ-80. Их суммарная потребность составит 9 единиц (5+1+3).

11.05 согласно графика будут выполняться тракторами ДТ-75М работы 3 (2 трактора) и 12 (1 трактор). Всего потребуется 3 трактора ДТ-75М и 6 тракторов МТЗ-80 (2+2+1+1).

Наибольшая цифра в их ряду, написанном под графиком конкретной марки, показывает максимальную потребность этих тракторов в планируемый период. В рассматриваемых графиках потребность тракторов ДТ-75М составляет 7 единиц, МТЗ-80 – 13.

Однако, чтобы окончательно решить, сколько тракторов и с/х машин разных марок потребуется хозяйству для выполнения планируемых работ, необходимо графики проанализировать и, если есть необходимость, скорректировать.

При этом принимаются такие решения, чтобы все работы плана были выполнены в оптимальные агротехнические сроки при наименьшей потребности тракторов и с/х машин, особенно дорогостоящих.

При корректировке графиков могут быть использованы следующие способы:

1. Сравнение загрузки тракторов одной марки в пиковый день (или дни) с загрузкой в этот же день (или дни) тракторов других марок. Если выяснится, что есть работы, попавшие в пиковую нагрузку, которые можно полностью или частично передать на другую марку тракторов, то это надо сделать. С этой целью для каждой такой работы подобрать другой состав агрегата, выполнить пересчет соответствующих цифр в плане и построить ее другим цветом на графике трактора той марки, которым (после уточнения) будет выполняться работа. На прежнем месте оставить пунктирную линию, обозначающую первоначальный вариант планируемой работы.

2. Удлинение продолжительности смены, если недостаточно техники для выполнения работ, попавших в пиковую нагрузку. Вместо 7-ми часовой смены можно предусмотреть продолжительность 7,8,9 или 10 часов. Если характер работы позволяет и есть необходимое число механизаторов, может быть запланирована и двухсменная работа – 14ч.

3. Если одна или несколько работ, попавших в пиковую нагрузку, не связана (не связаны) жесткой технологической связью с другими работами, то возможны следующие варианты:

3.1. Изменяется интенсивность выполнения работы. В этом случае на выполнение работы в пиковые дни ставится меньше техники, чем требуется по плану, а в другие дни, не попавшие в пиковую нагрузку, наоборот – увеличивается, чтобы уменьшить общую потребность в тракторах.

3.2. Не предусматривается выполнение работы в дни, на которые приходится пиковая нагрузка на тракторы данной марки, но, чтобы выполнить работу в срок, уве-

личивается число агрегатов на данную работу в дни, когда общая загрузка тракторов более низкая и они есть свободные.

Этот способ используется, если не нарушается технологическая связь работ и корректируемая работа может выполняться не обязательно каждый день в пределах запланированного срока.

4. При необходимости транспортная работа (или ее часть) передается с тракторных транспортных агрегатов на автомобили.

При корректировке может применяться один или несколько способов.

В пояснительной записке обосновывается необходимость корректировки графиков (если корректировка потребовалась), приводятся необходимые пояснения и расчеты по каждой корректируемой работе. В таблице 2.1, ниже последней из запланированных работ, записывается: Корректировка плана. Под этой фразой перечисляются работы, которые корректировались, с сохранением их прежних номеров, новые составы агрегатов для этих работ, в соответствующих графах новые нормы выработки, расхода топлива (из справочника или по данным хозяйства) и другие цифровые данные. После этого корректируются графики и определяется окончательная потребность в тракторах и сельхозмашин каждой марки для хозяйства (эксплуатационное их число  $n_3$ ).

Примеры использования способов корректировки графиков (на примере таблицы 2.3).

Способ первый.

Сравнение графиков загрузки ДТ-75М и МТЗ-80, показывает, что их пиковые нагрузки практически совпадают: 7.05 требуется наибольшее число ДТ-75М (7 ед.) и МТЗ-80 (13ед). То есть первый способ корректировки применить в данном случае невозможно.

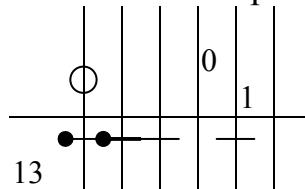
Способ второй.

Анализ графика ДТ-75М показывает, что если в хозяйстве достаточно механизаторов, то потребность в тракторах данной марки можно снизить, запланировав работу 3, попавшую в пиковую нагрузку, в две смены, т.е. 14 часов вместо 7. Принимая этот вариант, в графе 7в плана записывается 14ч. и пересчитывается число агрегатов. Полученная цифра 0,94 записывается в графе 14в. На графике, под цифрой 2, обозначающей потребность в тракторах при  $T_{см}=7\text{ч}$  для работы 3 записывается другим цветом цифра 1, то есть уточненное количество тракторов для данной работы. Изменение продолжительности смены других работ, попавших в пиковую нагрузку ДТ-75М и МТЗ-80, нецелесообразно в связи с тем, что число требуемых тракторов не уменьшилось.

Способ третий.

Можно, используя этот способ, уменьшить потребность тракторов МТЗ-80, пиковая нагрузка которых приходится на 7.05. С этой целью выполнение работы 13 планируется 7.05 одним трактором вместо двух, но чтобы она была выполнена в срок, предусматривается 8.05 использовать один трактор (в первоначальном варианте работа 13 в этот день не предусматривалась). На графике это отражается следующим образом: ниже цифры 2 (под линией работы) на 7.05 другим цветом записывается цифра 1; проводится другим цветом на 8.05 линия работы 13 (уточненный вариант) и под ней пишется (цвет другой) цифра 1. В результате потребуется 7.05 – 12 единиц, 8.05 – 11 единиц, т.е. наибольшая потребность составит 12 единиц (вместо 13).

Одним из возможных вариантов третьего способа применительно к работе 13 мог быть следующий. Работу можно начать не 7.05, а 8.05. Тогда общая потребность тракторов составила бы 7.05 – 11 единиц, и 8.05. – 12, фактическая максимальная -12, то есть столько, сколько и при применении способа 3.1. Однако этот вариант для данной работы менее приемлем, чем первый, так как работа 13 начиналась бы позже установленного срока. Но если другого выбора не было бы и пришлось бы рассматриваемый вариант принимать, то на графике изменения отражаются так: цифра 2 (7.05) обводится кружком другого цвета – это будет означать, что два трактора МТЗ-80 7.05 работу 13 выполнять не будут. Далее, ставится на линии между 7.05 и 8.05 другой кружок иного цвета (новое начало работы) и от него вправо проводится линия на 8.05, означающая, что в этот день будет выполняться работа 13. Так как корректировка других дней не коснулась, то над линией работы 13 на 9.05 записывается цифра 2 – число агрегатов по расчету для выполнения этой работы:



Дальнейший анализ графиков показывает, что применение других вариантов третьего способа и способа четвертого практически невозможно.

Для дней, которых коснулась корректировка, определяется уточненное число эксплуатационных тракторов и соответствующие цифры записываются другим цветом под цифрами, обозначающими первоначальную их потребность (до корректировки).

Наибольшее число тракторов после корректировки графиков является эксплуатационным  $n_e$ .

$$\text{В рассматриваемом примере } n_e^{\text{ДТ-75М}} = 6, \quad n_e^{\text{МТЗ-80}} = 12.$$

Принимая во внимание, что некоторое число тракторов может быть неисправно или находиться на Т.О., рассчитывается списочное число тракторов ( $n_c$ ), которое должно иметь хозяйство:

$$n_c = n_e / K_{\text{т.г.}} \quad (2.3)$$

где  $K_{\text{т.г.}}$  – коэффициент технической готовности тракторов. При расчетах его значение можно принять  $K_{\text{т.г.}}=0,9$ . Полученная цифра  $n_c$  округляется до целого числа.

$$\text{Пример: } n_c^{\text{ДТ-75М}} = 6 / 0,9 = 6,67. \quad \text{Принимаем } n_c^{\text{ДТ-75М}} = 7.$$

Аналогично определяется потребность тракторов других марок и комбайнов. С помощью графиков определяется потребность хозяйства или его подразделения в с/х машинах каждой марки. С этой целью для каждой машины на графике находится день (или дни), в который их больше всего требуется. При этом учитывается число одновременно работающих агрегатов с данной машиной и число машин в агрегате.

Примеры:

1. Определим требуемое число погрузчиков ПФП-1,2. Из графика видно, что они будут использоваться при выполнении работ 1 и 7, сроки которых совпадают. Т.е. одновременно, в одни и те же дни, будет работать 3 агрегата, в составе которых по одному погрузчику (графа 11 плана). В итоге хозяйству понадобится 3 погрузчика ПФП-1,2.

2. Определим потребность борон ЗОР-0,7 и сцепок СП-11, которые необходимы для работ 11 и 17. Согласно графика эти работы не совпадают по срокам. На каждой из

них будет работать 1 агрегат, состоящий из 1 сцепки и 5 борон. Следовательно, потребуется 5 борон и 1 сцепка.

В ряде случаев может быть одновременная работа машин одной и той же марки с тракторами разных марок. В таком случае суммируется число машин, выполняющих работы со всеми марками тракторов.

Результаты расчетов записываются в таблицу 2.4

Таблица 2.4 – Потребность хозяйства (подразделения) в тракторах, сельскохозяйственных машинах

Наименование машин	Марка	Требуется по расчету	Имеется в хозяйстве	Недостает до расчетной потребности
1	2	3	4	5

Примечание – если в хозяйстве некоторых машин недостаточно (графа 5), предложить возможный вариант (варианты) решения проблемы.

## 2.4. Расчет потребности в топливо-смазочных материалах (ТСМ)

1. Рассчитывается основной расход топлива  $Q_O$  для выполнения каждой работы плана:

$$Q_O = q_H * O, \quad (2.4)$$

где  $q_H$  – норма расхода топлива (графа 16 плана), л/га, л/т;

$O$  – объем планируемой работы (графа 3), га, т.

Результаты записываются в графы 17а, 17б... (число граф с номером 17 соответствует числу самоходных машин).

2. Рассчитывается основной расход топлива  $\Sigma Q_O$  для каждой марки тракторов и комбайнов, суммируя цифры в графах 17а, 17б... .

3. Рассчитывается общий расход топлива для каждой марки самоходных машин, принимая во внимание, что на холостые переезды расходуется от 3 до 5% (в среднем 4) от основного расхода топлива:

$$\sum Q = 1,04 * \sum Q_O \quad (2.5)$$

3. Рассчитывается для каждой марки тракторов и комбайнов расход смазочных материалов (по маркам) и пускового бензина, используя нормы их расхода (таблица 2.6)

Результаты записываются в таблицу 2.5.

Таблица 2.5

Наименование ТСМ	Нормативы расхода, %. Потребность, л, кг				Требуется всего л, кг
	ДТ-75М	МТЗ-80	СК-5М		
Дизельное топливо					
Моторное масло	%	л, кг	%	л, кг	%
Трансмиссионное масло					
Индуст. и другие спец. масла					
Пластичные смазки					
Пусковой бензин					

Таблица 2.6 - Нормы расхода смазочных материалов, пускового бензина

Марка машин	Моторное масло (всего)	Трансмиссионное масло	Индустриальное и другие спец. масла	В процентах
				Пластичная смазка
К-701	4,1	---		0,02
К-700	4,4	0,03		0,02
Т-150К	3,5	0,60	0,40	0,04
Т-150	3,6	0,40	0,02	0,04
ДТ-75М	3,8	0,59	---	0,02
ДТ-75	4,2	0,90	---	0,03
Т-70С	4,0	1,18	---	0,02
МТЗ-80,-82	3,5	1,10	0,10	0,06
ЮМЗ-6Л,-6М	3,7	1,10	0,10	0,06
Т-40М,-40АМ	3,8	1,10	0,10	0,06
Т-25М	4,1	1,70	---	0,03
СК-5М	5,1	0,57	---	1,14
ДОН-1500	4,7	0,52	1,20	0,73
КСК-100	8,3	1,53	2,70	0,65
РКС-6	6,0	1,08	---	0,45
КС-6Б	6,6	3,11	---	0,63
КПС-5Г	3,7	0,60	---	0,03
E-301	3,7	0,60	---	0,03
E-281	5,2	0,60	0,50	0,03
Примечание – Расход пускового бензина для всех марок машин один процент				

## 2.5. Расчет показателей машиноиспользования

Расчет показателей машиноиспользования выполняется с использованием:

- плана механизированных работ;
- графиков выполнения планируемых работ;
- результатов расчетов, выполненных в п. 2.2,2.3 расчетной части проекта.

В п. 2.5 рассчитываются показатели, перечисленные ниже.

1. Количество нормо-смен в планируемом объеме каждой работы плана:

$$n_{h-cm} = O / W_{cm}, \quad (2.6)$$

где  $O$  – объем планируемой работы, га, т;

$W_{cm}$  – сменная норма при выполнении планируемой работы, га/см, т/см.

Цифровые значения  $O$  и  $W_{cm}$  принимаются из соответствующих граф плана работ.

Результаты расчетов записываются в графы 13а, 13в... плана, принимая во внимание, марку машины, которая выполняет работу.

2. Количество нормо-смен, которые должны выполнить все машины конкретной марки за период - суммируются нормо-смены в соответствующих графах плана. Результат записывается внизу каждой графы, под чертой.

Примеры записи:  $\sum n_{n-cm}^{DT-75M} = 240,5$  или  $\sum n_{n-cm}^{MT3-80} = 368,4$ .

3. Объем планируемой работы в условных эталонных гектарах ( $U_{y.e.ra}$ ):

$$U_{y.e.ra} = U_{sm} * n_{n-cm}, \quad (2.7)$$

где  $U_{sm}$  – эталонная выработка за смену трактора, выполняющего планируемую работу, у.э.га

Цифровые значения  $U_{sm}$  указаны в справочной литературе [4,9].

4. Суммарный объем работы в у.э.га ( $\Sigma U_{y.e.ra}$ ), который согласно плана работ должны выполнить за планируемый период все тракторы конкретной марки, определяем, суммируя цифры в соответствующих графах плана. Результат записываем внизу каждой графы, под чертой.

5. Количество условных эталонных тракторов ( $n_y$ ) каждой марки:

$$n_y = n_c * K_y, \quad (2.8)$$

где  $n_c$  – количество списочных тракторов соответствующей марки по расчету (см. п. 2.3 задания);

$K_y$  – коэффициент перевода физических тракторов в условные (из справочной литературы [4,9]).

Пример записи:  $n_y^{MT3-80} = n_c^{MT3-80} * K_y^{MT3-80} = 9 * 0,7 = 6,3$ .

6. Наработка на один списочный трактор каждой маркой  $W_{y.e.ra}$  за планируемый период, у.э.га:

$$W_{y.e.ra} = \sum U_{y.e.ra} / n_c \quad (2.9)$$

7. Расход топлива (планируемый) каждой маркой тракторов  $q_{y.e.ra}$  за период работ, л/у.э.га:

$$q_{y.e.ra} = \sum Q / \sum U_{y.e.ra} \quad (2.10)$$

Пример записи:  $q_{y.e.ra}^{MT3-80} = \sum Q^{MT3-80} / \sum U_{y.e.ra}^{MT3-80} = 7810 / 1000 = 7,81$

8. Коэффициент использования тракторов каждой марки за планируемый период:

$$K_U = \sum D_p / \sum D_k, \quad (2.11)$$

где  $\sum D_p$  – суммарное плановое количество рабочих дней за период для тракторов конкретной марки;

$\sum D_k$  – суммарное плановое количество календарных дней за период для тракторов конкретной марки.

Цифровые значения  $\sum D_p$  и  $\sum D_k$  рассчитываются, суммируя цифры в соответствующих графах плана работ. При этом следует иметь ввиду следующие указания. Если при расчете требуемого числа рабочих дней взято меньше, чем предусматривалось по агротехническим срокам, то, рассчитывая  $\sum D_p$  и  $\sum D_k$ , для каждой работы берется окончательная цифра значений  $\sum D_p$  и  $\sum D_k$ , т.е. из граф «Принято при уточнении  $n_a$ » или «Принято при корректировке графиков».

9. Суммарная наработка (плановая) на одну с/х машину  $U_{c/x_m}$  каждой марки за планируемый период работ:

$$U_{c/x_m} = \sum O / n_{c/x_m}, \quad (2.12)$$

где  $\Sigma O$  – объем работ (по плану) всеми машинами конкретной марки, га, т;  
 $n_{c/x\text{ м}}$  – количество машин конкретной марки по расчету (см. таблица 2.4).

Пример записи:  $U_{C3-3,6} = \sum O / n_{c3-3,6} = 720 / 6 = 120$ .

10. Энергообеспеченность хозяйства ( $\mathcal{E}$ ) в планируемый период работ на 100 га посевных площадей, кВт:

$$\mathcal{E} = \sum N \cdot 100 / \sum F, \quad (2.13)$$

где  $\Sigma N_e$  – суммарная эффективная мощность двигателей всех тракторов и самоходных машин, требуемых по расчету, кВт;

$\Sigma F$  – суммарная площадь всех культур по плану работ, га.

Расчет  $\Sigma N_e$  может иметь следующий вид:

$$\sum N_e = N_e^{DT-75M} * n_c^{DT-75M} + N_e^{MT3-80} * n_c^{MT3-80} + N_e^{CK-5M} * n_c^{CK-5M} + \dots,$$

где  $N_e$  – эффективная мощность (по каталогу) двигателя машин конкретной марки, кВт [4,9];

$n_c$  – количество списочных тракторов и комбайнов по расчету.

### **3. Технологическая часть**

#### **Общие указания**

Технологическая часть проекта выполняется в соответствии с заданием, которое выдается студенту преподавателем. При этом используются следующие исходные данные:

- наименование механизированной работы;
- марка трактора;
- марка с/х машины (возможен выбор марки машины студентом самостоятельно);
- нормообразующие показатели участка (или план участка с указанием некоторых нормообразующих показателей);
- расстояние, на которое перевозится посевной, посадочный материал, или убираемая продукция (если такие перевозки необходимы).

Другие данные, необходимые для выполнения расчетов и разработки вопросов задания, студент выбирает самостоятельно, используя справочную литературу.

### **3.1. Агротехнические требования**

Технология выполнения механизированных полевых работ включает определенные условия – агротехнические требования, которые излагаются в виде конкретных показателей и представляют собой обязательные для выполнения нормативы качества.

Агротехнические требования, которые предъявляются к выполнению работы, предусмотренной заданием, приводятся в операционно-технологической карте. Необходимые сведения в справочной литературе [3, 7, 10, 13, 14, 18, 20, 21, 27, 29, 30].

### **3.2. Расчет состава агрегата**

Цель расчета – для заданных условий определить наиболее подходящую передачу трактора, входящего в состав агрегата, при работе, на которой его двигатель будет иметь загрузку, близкую к номинальной, а агрегат – наиболее высокую производительность. Кроме этого, если в составе агрегата может быть несколько машин, устанавливается их число для рекомендуемой передачи.

Расчет состава тяговых прицепных, навесных и приводных агрегатов рекомендуется выполнить в изложенной ниже последовательности.

1. Выписывается из справочной литературы [3, 9, 15, 16] для машин, указанных в задании:

$G_{tp}$  – сила тяжести трактора, кН;

$f, f_c$  – коэффициент сопротивления качению трактора, сцепки;

$G_m, G_c$  – сила тяжести машины, сцепки, кН;

$B_m, B_c$  – ширина захвата конструктивная машины, сцепки, м.

Примечания.

1.  $f_c, G_c, B_c$  необходимы только для агрегатов, в состав которых будет входить сцепка.

2. Для некоторых машин, имеющих технологические емкости (семенные ящики, бункеры и др.), записывается их вместимость ( $m^3$ ), а также объемный вес ( $kH/m^3$ ) материала (семян, удобрений), находящегося в этой емкости.

2. Устанавливается для машины, входящей в состав агрегата, используя справочные данные [3, 4, 9, 15, 16, 29], рекомендуемый диапазон рабочей скорости  $V_p = \dots \text{км}/\text{ч}$ .

3. Устанавливается по тяговой характеристике трактора (с учетом агрофона, на котором выполняется работа, и группы почв по прочности несущей поверхности) передачи, скорости которых укладываются в рекомендуемый для машины диапазон скорости. Для каждой передачи, указывая ее номер, выписывается из справочной литературы [2, 4, 9, 15, 29] номинальное тяговое усилие ( $P_{kp\ h}$ ) и рабочая скорость трактора ( $V_p$ ).

Пример записи:  $P_{kp\ h}^{III} = 15,5 \text{kH}$     $V_p^{III} = 5,7 \text{км}/\text{ч}$

$P_{kp\ h}^{IV} = 15,0 \text{kH}$     $V_p^{IV} = 6,8 \text{км}/\text{ч}$

При использовании тяговых характеристик иметь в виду следующие факторы.

Все многообразие почвенных условий в зависимости от их влияния на тяговые свойства тракторов сведено к четырем классам агрофонов (таблица 3.1).

Таблица 3.1.

I	II	III	IV
Целина, много-летняя залежь, пласт многолетних трав, сильно уплотненная стерня.	Стерня зерновых колосовых и однолетних трав, поле после уборки кукурузы и подсолнечника.	Пар, поле после уборки корне-клубнеплодов, поле при перепашке межурядий пропашных культур, межурядья пропашных культур	Поле подготовленное под посев, свежевспаханное поле

Почвы по степени прочности несущей поверхности разделяют на три группы: слабые, средние и прочные.

Ориентировочно считается, что к группе слабых относятся песчаные и супесчаные почвы, к группе прочных – глинистые и тяжелые суглинки, к группе средних – подавляющее большинство пахотных земель.

В таблице 3.2 для каждого класса указано отношение максимального тягового усилия трактора к его максимальному усилию на стерне средней прочности в процентах. Второй класс принят в качестве средних условий работы, когда тяговое усилие трактора соответствует 100%.

Таблица 3.2.

Агрофон	Колесные тракторы						Гусеничные тракторы		
	с двумя ведущими колесами			с четырьмя ведущими колесами					
	Прочные	Средние	Слабые	Прочные	Средние	Слабые	Прочные	Средние	Слабые
I	115	108	100	110	106	100	108	104	100
II	108	100	91	106	100	93	104	100	96
III	100	90	82	100	93	87	100	96	92
IV	90	82	73	94	87	81	96	92	87

При работе на слабых и прочных почвах действительные номинальные тяговые усилия рассчитываются, умножая значение, взятое из тяговых характеристик при работе на средних почвах, на коэффициент из таблицы 3.2, соответствующий заданным условиям.

Примеры использования тяговых характеристик.

Пример 1. Вспашку будет выполнять агрегат МТЗ-80 + ПЛН-3-35.

Условия: агрофон стерня (II класс), почвы средние.

Рекомендуемый предел скоростей для ПЛН-3-35  $V_p = 7-12 \text{ км/ч}$ .

Из тяговой характеристики выписываем:

$$P_{kp}^{IV} h = 16,3 \text{ кН} \quad V_p^{IV} = 7,05 \text{ км/ч}$$

$$P_{kp}^V h = 14,9 \text{ кН} \quad V_p^V = 8,7 \text{ км/ч}$$

$$P_{kp}^{VI} h = 13,2 \text{ кН} \quad V_p^{VI} = 10,7 \text{ км/ч}$$

Пример 2. Условия вспашки: пласт многолетних трав, почвы средние.

Из таблицы 3.2 видно, что приведенные в примере 1 тяговые усилия надо умножить на коэффициент 1,08 (108%):

$$P_{kp}^{IV} h = 1,08 * 16,3 = 17,6$$

$$P_{kp}^V h = 1,08 * 14,9 = 16,09$$

$$P_{kp}^{VI} h = 1,08 * 13,2 = 14,25$$

Пример 3. Условия вспашки: поле после уборки корнеплодов, почвы слабые.

По таблице 3.2 принимаем поправочный коэффициент для определения  $P_{kp} h$  равный 0,73 (73%).

$$P_{kp}^{IV} h = 0,82 * 16,3 = 13,36$$

$$P_{kp}^V h = 0,82 * 14,9 = 12,22$$

$$P_{kp}^{VI} h = 0,82 * 13,2 = 10,82$$

Пример 4. В состав агрегата, который должен выполнять вспашку поля после уборки корнеплодов (III класс арофона), трактор МТЗ-82 и плуг ПЛН-3-35. Почвы прочные.

Из таблицы 3.2 принимаем поправочный коэффициент 1,0. То есть в данном случае тяговые усилия будут соответствовать тяговой характеристике, полученной на II классе арофона средних почв.

4. Рассчитывается для каждой выбранной передачи, указывая ее номер, максимально возможный захват агрегата:

4.1. Агрегаты прицепные:

$$B_{\max} = \frac{P_{kp} - G_{mp} * \sin i}{K + q_m * \sin i + q_c * (f_c + \sin i)}, \quad (3.1)$$

где  $i$  – уклон поля, град.;

$K$  – удельное сопротивление машины на расчетной передаче, кН/м. Значение  $K$  определяется, используя литературу [9, 15, 29], или может быть предусмотрено заданием.

$$q_m = \frac{G_m}{\sigma_m}, \text{ кН/м}; \quad (3.2)$$

$$q_c = \frac{G_c}{\sigma_c}, \text{ кН/м}; \quad (3.3)$$

Примечание – Если машина имеет технологическую емкость, то значение  $G_m$  складывается из двух цифр: сила тяжести машины плюс сила тяжести материала, находящегося в емкости.

Пример. При посеве ржи сеялкой СЗ-3,6:  $G_m = G_{сeялки} + G_{сeмян}$ .

$$G_{сeмян} = \gamma * V_y, \quad (3.4)$$

где  $\gamma$  – объемный вес семян, кН/м<sup>3</sup> [9, 15];

$V_y$  – вместимость семенных ящиков сеялки, м<sup>3</sup>.

Агрегаты прицепные комбинированные:

При расчете состава комбинированного тягового агрегата знаменатель формулы для расчета  $B_{\max}$  будет иметь вид:

$$k_1 + k_2 \dots + k_n + (q_{m_1} + q_{m_2} + \dots + q_{m_n}) * \sin i + q_c (f_c + \sin i), \quad (3.5)$$

где  $k_1, k_2, \dots, k_n$  – удельное сопротивление машин, входящих в агрегат;

$q_{m_1}, q_{m_2}, \dots, q_{m_n}$  - отношение силы тяжести машин, входящих в агрегат, к их ширине захвата.

#### 4.2. Агрегаты навесные

$$B_{\max} = \frac{(P_{kp_n} - G_{mp} * \sin i)}{k_n + q_m * (\lambda * f + \sin i)}, \quad (3.6)$$

где  $k_n$  – удельное сопротивление навесной машины;

$\lambda$  - коэффициент, учитывающий догрузку трактора частью силы тяжести машины.

Удельное сопротивление  $K_n$  составляет от 80 до 85 процентов удельного сопротивления прицепной машины соответствующей марки. Для расчетов значения  $\lambda$  принимают в пределах от 1 до 2. При культивации среднезасоренного поля на глубину до 8 см – от 1 до 1,2; при культивации после уборки пропашных культур – от 1,1 до 1,5; при глубоком рыхлении от 1,6 до 2,0.

#### 4.3 Агрегаты пахотные навесные

$$B_{\max} = \frac{(P_{kp_n} - G_{mp} * \sin i)}{k_{nn} * a + q_m * c * (\lambda * f + \sin i)}, \quad (3.7)$$

где  $k_{nn}$  – удельное сопротивление навесного плуга, кН/м<sup>2</sup>;

$a$  – глубина вспашки, м;

$c$  – коэффициент, учитывающий силу тяжести почвы на корпусах плуга. Его значение принимают в пределах от 1,1 до 1,4 в зависимости от глубины вспашки.

При глубине вспашки от 0,22 до 0,25м коэффициент  $c = 1,2$ .

Значение коэффициента  $\lambda$  для пахотных агрегатов от 0,5 до 1,0. Меньше значение соответствует пахоте сухих (влажность от 8 до 12 процентов) песчаных почв и тяжелых суглинков, больше – при пахоте стерни, клеверищ влажностью от 18 до 20 процентов.

5. Рассчитывается возможное число машин в агрегате для каждой передачи, указывая ее номер:

$$n = B_{\max} / \epsilon_m, \quad (3.8)$$

Полученные цифры округляются до целых в меньшую сторону.

Если значение  $n < 1$ , работа на такой передаче невозможна. Такая передача исключается из дальнейших расчетов.

Если агрегат навесной, принимают при  $n > 1$  одну машину (при условии, что навеска трактора не позволяет навесить больше одной машины).

Если в составе агрегата имеется сцепка, то принимается машин не больше того их числа, которое можно присоединить к брусу сцепки.

Пример 1. Для агрегата ДТ -75М + СП -11А + СЗ -3,6 получены значения:

$$n^{II} = 3.4; n^{III} = 3.1; n^{IV} = 2.9; n^V = 2.3; n^{VI} = 1.8.$$

Принимаем  
 $n^{II-III} = 3; n^{IV-V} = 2,$   
 $n^{IV} = 1$  (без сцепки).

Пример 2 Для агрегата МТЗ -80 + КРН -4,2А получены значения:  
 $n^{III} = 2.5; n^{IV} = 2.1; n^V = 1.9; n^{VI} = 1.2; n^{VII} = 0.9.$

Принимаем  $n^{III-IV} = 1$ . Работа на VII передаче невозможна.

Если агрегат комбинированный, число машин каждой марки рассчитывается отдельно.

6. Рассчитывается для каждой передачи (кроме тех, где  $n < 1$ ) тяговое сопротивление агрегата, указывая номер передачи (например  $R_a^{III}$ ,  $R_a^{IV}$  и т.д):

### 6.1. Агрегаты прицепные

$$R_a = k * b_m * n + G_m * \sin i * n + G_c (f_c + \sin i) \quad (3.9)$$

Если в составе агрегата одна машина, в формуле 3.9 последнее слагаемое будет отсутствовать.

Если агрегат комбинированный, то первые два слагаемые в формуле 3.9 записываются для каждой марки машины, входящей в агрегат.

Так, для агрегата, в состав которого входят:

СП-11А+2КПС-4+8БЗС-1,0 формула для расчета  $R_a$  будет иметь вид:

$$R_a = k_k * b_{m_k} * n_k + G_k * \sin i * n_k + k_\delta * b_{m_\delta} * n_\delta + G_\delta * \sin i * n_\delta + G_c (f_c + \sin i), \quad (3.10)$$

где индексы "к" и "δ" относятся соответственно к культиваторам и боронам.

### 6.2. Агрегаты навесные.

$$R_a = k_h * b_m + G_m (\lambda * f + \sin i) \quad (3.11)$$

### 6.3. Агрегаты пахотные навесные:

$$R_a = k_{nn} * b_m + G_m * c * (\lambda * f + \sin i) \quad (3.12)$$

### 6.4. Агрегаты тягово-приводные:

$$R_a = R_m + R_{np}, \quad (3.13)$$

где  $R_m$  – сопротивление агрегата, возникающее при его перемещении, кН;

$R_{np}$  – приведенное тяговое сопротивление машины, привод которой осуществляется от ВОМ трактора, кН

$$R_m = k * b_m \quad (3.14)$$

$$R_{np} = \frac{0,159 * N_{BOM} * i_{mp} * \eta_{mp}}{r_k n_o \eta_{BOM}}, \quad (3.15)$$

где  $N_{BOM}$  – мощность на привод ВОМ, кВт;

$i_{tp}$  – передаточное число трансмиссии трактора на расчетной передаче;

$\eta_{tp}$ ,  $\eta_{BOM}$  – КПД трансмиссии и передачи к ВОМ;

$r_k$  – радиус качения, м;

$n_d$  – номинальная частота коленчатого вала двигателя,  $\text{с}^{-1}$ .

Примечание – Для гусеничных тракторов  $r_k$  равен радиусу начальной окружности  $r_0$  ведущей звездочки.

Для колесных тракторов на пневматических шинах:

$$r_k = r_0 + k_{sh} * h_{sh}, \quad (3.16)$$

где  $r_0$  – радиус посадочной окружности стального обода, м;

$k_{sh}$  – коэффициент усадки шины;

$h_{sh}$  – высота поперечного профиля шины, м.

Данные для расчета  $R_{np}$  указаны в справочной литературе [9,16].

Примечание. Расчет  $B_{max}$  и  $n$  для тягово-приводных агрегатов не выполняется.

7. Рассчитывается коэффициент использования тягового усилия трактора для каждой передачи, указывая номер передачи (например,  $\xi^{II}$ ).

$$\xi = \frac{R_a}{P_{kph} - G_{mp} * \sin i} \quad (3.17)$$

8. Сравнивая полученные значения коэффициента  $\xi$  с допустимым его значением  $\xi_{\text{доп}}$ , указанным в справочной литературе [9, 29], делается вывод о том, на какой передаче трактора целесообразна работа агрегата и какое число машин должно быть при этом в составе агрегата.

Пример 1.  $\xi^{II}=0,7$ ;  $\xi^{III}=0,85$ ;  $\xi^{IV}=0,92$ ;  $\xi^V=0,97$ ;

$$\xi_{\text{доп}}=0,93.$$

Для работы рекомендуем IV передачу.

Пример 2.  $\xi^{II}=0,5$ ;  $\xi^{III}=0,62$ ;  $\xi^{IV}=0,71$ ;  $\xi_{\text{доп}}=0,94$ .

Если в данном случае принять IV передачу, то загрузка трактора будет низкой (71%), что невыгодно.

В таком случае следует выполнить дополнительный расчет для V передачи, скорость на которой выше допустимого предела. Если для этой передачи рассчитанное значение  $\xi^V$  окажется ниже допустимого (в данном примере 0,94), то можно рекомендовать V передачу, но с уменьшенной подачей топлива, чтобы агрегат не превысил верхний допустимый предел скорости. Если рассчитанное значение  $\xi^V$  больше  $\xi_{\text{доп}}$ , то для работы должна рекомендоваться IV передача.

Если для нескольких передач значения коэффициента  $\xi$  окажутся равными или очень близкими (с разницей от 0,01 до 0,03), то для окончательного выбора передачи рассчитывается сменная производительность (см. п. 3.6 задания) и рекомендуется та, на которой производительность больше.

### 3.3. Подготовка агрегата к работе

Описание подготовки агрегата к работе должно включать:

3.3.1. Подготовка трактора.

3.3.2. Подготовка машины.

3.3.3. Подготовка сцепки (если она необходима).

3.3.4. Составление агрегата и его дополнительная технологическая наладка.

В п. 3.3.1 перечисляется и кратко поясняется только то, что должно быть выполнено при подготовке трактора для работы с машиной, входящей в состав агрегата (или с машинами, если их в агрегате несколько).

В п. 3.3.2 перечисляются и кратко поясняются операции, которые должны быть выполнены при подготовке машины к работе с учетом заданных условий (глубина хода рабочих органов, ширина междурядий, норма высева и т.д.) до присоединения ее к трактору или к сцепке.

В п. 3.3.3 кратко описывается подготовка сцепки, чтобы обеспечить ее работу с расчетным числом машин.

В п. 3.3.4 поясняется, что должно быть сделано при составлении агрегата и его окончательной наладке.

Если работа агрегата требует применения направляющих устройств (маркеры, следоуказатель), рассчитывается их вылет.

В операционно-технологической карте (лист 2 графической части) чертится схема агрегата с указанием кинематических размеров ( $l_t$ ,  $l_c$ ,  $l_m$ ,  $l_a$ ,  $d_a$ ,  $e$ ,  $R$ ), которые указываются в справочной литературе.

Рекомендации по подготовке агрегатов к работе изложены в литературе [3, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 20, 21, 29, 30].

### **3.4. Выбор и обоснование способа движения агрегата. Подготовка поля к работе агрегата**

В операционно-технологической карте чертится в выбранном масштабе план поля, предусмотренного заданием.

Выбирается направление и способ движения агрегата (-ов) на участке. При этом учитывать: вид выполняемой работы, состав агрегата (-ов), длину участка и его конфигурацию. Выбор способа начинается с перечисления возможных способов, которые могут быть применены при работе агрегата (-ов). Потом из перечисленных способов выбирается такой, который потребует меньших затрат времени (в сравнении с другими) на разметку участка, на выполнение поворотов и холостых переездов. При этом используются рекомендации, изложенные в литературе.

Определяют, используя рекомендации справочной литературы, ширину поворотных полос и загонов (если требуются поворотные полосы в пределах поля и необходима разметка загонов), имея в виду, что ширина принятых поворотных полос и загонов должны быть кратны рабочей ширине захвата агрегата.

На плане поля, используя условные обозначения ( $\Delta$ ,  $O$ , \* и т.д.), показывается его разметка (обозначаются внутренние границы поворотных полос, границы загонов, линии первых проходов на загонах), выбранный способ движения, а также кинематические размеры участка ( $L$ ,  $L_p$ ,  $E$ ,  $A$ ,  $C$ ,  $C'$ ).

При выполнении п. 3.4, 3.5 руководствоваться литературой: [4, 5, 10, 11, 13, 14, 16, 29, 30].

### **3.5. Организация работы агрегата**

Пункт 3.5 должен включать следующую информацию:

- в каком месте участка рекомендуется начинать работу агрегата;

- что конкретно должно быть сделано, чтобы агрегат был готов начать первый рабочий ход. Если требуется заправка агрегата семенами, удобрениями, то указать, с помощью каких средств это сделать;
- пояснить последовательность действий механизатора и обслуживающих агрегат рабочих (если они требуются) в начале рабочего хода (что, в какой последовательности включать в рабочее положение);
- как вести агрегат, чтобы обеспечить прямолинейность его движения;
- как совершать повороты агрегата (что, в какой последовательности включать до начала каждого поворота; какой вид поворотов применять);
- как обеспечить выполнение агротехнических требований;
- в какой последовательности выполнять работу на загонах (если их несколько) и на поворотных полосах;
- как организовать технологическое обслуживание агрегата (заправка семенами, удобрениями; транспортировка урожая и т.д.).

### 3.6. Эксплуатационные расчеты

#### 3.6.1. Расчет производительности агрегата.

Сменная производительность агрегата при работе на передаче, рекомендованной в качестве основной, рассчитывается по формуле:

$$W_{cm} = 0,1 * B_p * V_p * T_p, \text{ га/см}, \quad (3.18)$$

где  $B_p$  – рабочая ширина захвата агрегата, м;

$V_p$  – рабочая скорость агрегата, км/ч;

$T_p$  – чистое рабочее время смены, ч.

$$B_p = \beta * v_m * n, \quad (3.19)$$

где  $\beta$  - коэффициент использования ширины захвата машин, входящих в агрегат [4, 9, 11, 16, 29, 30];

$v_m$  – конструктивная ширина захвата машины, м [9, 15, 16, 29]

$n$  – число машин в агрегате (см. п. 3.2).

Скорость  $V_p$  принимается из тяговой характеристики трактора, если коэффициент использования тягового усилия (см. п. 3.2) трактора  $\xi$  на рекомендуемой передаче имеет значение близкое к допустимому  $\xi_{\text{доп}}$ .

Если же значение коэффициента  $\xi$  на рекомендуемой передаче ниже  $\xi_{\text{доп}}$  более чем на 0,04, рабочая скорость рассчитывается по формуле:

$$V_p = V_p^h + (V_x - V_p^h) * (1 - \xi), \quad (3.20)$$

где  $V_p^h$  - скорость трактора из его тяговой характеристики при  $N_h$  на расчетной передаче, км/ч;

$V_x$  – скорость трактора из его тяговой характеристики на холостом ходу, км/ч. Если тяговая характеристика не содержит данных о  $V_x$ , необходимая цифра берется из технической характеристики трактора;

$\xi$  - коэффициент использования тягового усилия трактора на рекомендуемой для работы передаче (см. п. 3.2).

При расчете производительности тягово-приводных и самоходных уборочных агрегатов  $V_p$  рассчитывается по формуле:

$$V_p = 360 * q_d / B_p * U, \quad (3.21)$$

где  $q_d$  - пропускная способность машины по ее технической характеристике;

$U$  – урожайность убираемой культуры, ц/га.

Для зерноуборочных комбайнов учитывается общее количество хлебной массы, рассчитываемой по формуле:

$$U = U_3(1 + \delta_c), \quad (3.22)$$

где  $U_3$  - урожайность зерна, ц/га;

$\delta_c$  - коэффициент, учитывающий отношение массы соломы к массе зерна.

Чистое рабочее время рассчитывается по формуле:

$$T_p = \tau * T_{cm}, \quad (3.23)$$

где  $\tau$  - коэффициент использования времени смены [4, 15, 27];

$T_{cm}$  – время смены, ч. В расчете принять  $T_{cm}=7$  ч.

### 3.6.2. Расчет расхода топлива на единицу выполняемой работы

Расход топлива (кг/га) рассчитывается по формуле:

$$q = (G_p * T_p + G_x * T_x + G_o * T_o) / W_{cm}, \quad (3.24)$$

где  $G_p$ ,  $G_x$ ,  $G_o$  – часовой расход топлива двигателем энергетического средства под нагрузкой, при холостых передездах и поворотах, остановках с работающим двигателем, кг/ч;

$T_p$ ,  $T_x$ ,  $T_o$  – время работы на режимах, указанных для часового расхода топлива, ч;

Значение  $G_p$ ,  $G_x$  принимается по тяговой характеристике трактора [15, с. 195-234] или по справочной литературе [29, с. 115].

Расход топлива  $G_o$  указан в таблице 3.3 .

Таблица 3.3

Трактор	Т-4А	Т-150	ДТ-75	ДТ-75М	ДТ-75Н	Т-70С	К-7001	К-700А	Т-150К	МТЗ-80,-82	ЮМЗ-6Л, -6М, -6КЛ	Т-40М, -40АМ	Т-25
$G_o$ , кг/ч	2,5	2,5	1,8	1,9	2,0	1,2	3,5	3,1	2,5	1,4	1,3	1,1	0,8

Значение  $T_p$  определяется по формуле (3.23)

Продолжительность остановок агрегата с работающим двигателем:

$$T_o = T_{TO} + T_{отл} + 0,5 * T_{ETO}, \quad (3.25)$$

где  $T_{TO}$ ,  $T_{отл}$ ,  $T_{ETO}$  – время на технологическое обслуживание агрегата, на остановки по физиологическим причинам, на ежесменное техническое обслуживание, ч.

Для агрегатов, не требующих остановок для загрузки или разгрузки технологической емкости, значение  $T_{TO}$  определяется по формуле:

$$T_{TO} = T_{cm} * t_o, \quad (3.26)$$

где  $T_{cm}$  – нормативная продолжительность смены, ч;

$t_o$  – продолжительность одной остановки на каждый час смены (см. таблица 3.4), ч.

Таблица 3.4

Наименование работ	$t_o$ , ч
Пахота	0,01-0,02
Боронование, сплошная культивация	0,03-0,04
Междурядная обработка пропашных культур	0,03-0,05
Междурядная обработка с внесением минеральных удобрений	0,16-0,28
Лущение	0,02-0,03
Кошение зерновых в валки	0,04-0,15
Уборка силосных культур комбайном	0,20-0,25

Для агрегатов, останавливающихся для загрузки или разгрузки технологической емкости:

$$T_{TO} = \tau_{TO} * T_p, \quad (3.27)$$

где  $\tau_{TO}$  – коэффициент, учитывающий продолжительность технологических остановок.

Для агрегатов посевных, посадочных, вносящих удобрения или ядохимикаты  $\tau_{TO}$  рассчитывается по формуле:

$$\tau_{TO} = H * W_q * t_o / (V * \gamma * K_{u.e}), \quad (3.28)$$

где  $H$  – норма посева, посадки, внесение удобрений или ядохимикатов, т/га;

$W_q$  – часовая производительность агрегата, га/ч;

$V$  – вместимость технологической емкости, м<sup>3</sup>;

$\gamma$  - плотность материала, т/м<sup>3</sup>;

$K_{u.e}$  – коэффициент использования емкости.

Значение  $K_{u.e}$  принимается в пределах от 0,85 до 0,90.

При расчете  $\tau_{TO}$  для уборочных агрегатов в формуле (3.28) вместо нормы  $H$  записывается  $U$  – урожайность культуры, т/га;  $K_{u.e}$  принимается в пределах от 0,90 до 1,00; значение  $t_o$  определяется по нормативам [15, с. 245].

Значение  $T_{отл}$  принимается в пределах от 3 до 5 процентов от  $T_{cm}$  в зависимости от факторов, влияющих на усталость механизатора (для более напряженных работ – 5 процентов, менее напряженных - 3).

Время  $T_{ETO}$  включает две составляющие:

$$T_{ETO} = T_{ETOTP} + T_{ETOSXM}, \quad (3.29)$$

где  $T_{ETOTP}$ ,  $T_{ETOSXM}$  – время на ежесменное техническое обслуживание трактора и сельскохозяйственной машины (машин) в агрегате, ч;

Примечание – Если обслуживание машины проводит рабочий, обслуживающий агрегат, то слагаемые в формуле (3.29) не суммируются, а оставляются только одно из них – большее.

Время  $T_x$  рассчитывается по формуле:

$$T_x = T_{cm} - (T_p + T_{ph} + T_o), \quad (3.30)$$

где  $T_{ph} = 0,06$  – нормативное время на получение наряда, ч [15, с. 34].

### **3.7 Контроль и оценка качества работы**

Содержание пункта 3.7 должно включать:

- перечень показателей, по которым оценивается качество выполняемой операции, а также допустимые отклонения значений показателей;
- оценку каждого показателя в баллах;
- методы и средства контроля показателей;
- дополнительные указания, если они необходимы, по организации контроля качества работы.

Необходимые сведения приводятся в справочной литературе [4,9,10,12,13,14,16,17,18,20,21,29,30].

### **3.8 Охрана труда и противопожарные мероприятия**

### **3.9 Охрана окружающей природной среды**

В пунктах 3.8, 3.9 приводятся конкретные рекомендации по мерам безопасности, мерам по охране окружающей природной среды (см. [6]), которые должны соблюдаться при выполнении работы, предусмотренной заданием.

## 4. Экономическая часть

Расчет прямых затрат денежных средств на один гектар выполняемой работы

Прямые затраты денежных средств на гектар выполняемой работы складываются из следующих статей:

4.1. Фонд заработной платы

4.2. Стоимость топливо-смазочных материалов (ТСМ)

4.3. Отчисления на техническое обслуживание (Т.О), текущий ремонт (Т.Р.), амортизацию (А), машин, входящих в агрегат

4.4. Транспортные расходы (при их наличии)

### 4.1 Расчет фонда зарплаты

4.1.1 Количество нормо-смен при выполнении работы, предусмотренной заданием:

$$\Pi_{\text{н-см}} = O/W_{\text{см}}, \quad (4.1)$$

где  $O$  – объем работы, га;

$W_{\text{см}}$  – сменная норма выработки по расчету, га/см

4.1.2 Основная заработка плата:

$$Z_o = T * \Pi_{\text{н-см}}, \quad (4.2)$$

где  $T$  – тарифная ставка, применяемая в хозяйстве с учетом разряда работы, руб.

Если агрегат обслуживает механизатор и вспомогательные рабочие, основная зарплата механизатора и вспомогательных рабочих рассчитывается отдельно.

$$Z_o^m = T' * \Pi_{\text{н-см}}; \quad Z_o^{б.п.} = T'' * \Pi_{\text{н-см}}, \quad (4.3, 4.4)$$

где  $T'$ ,  $T''$  - тарифные ставки механизаторов и вспомогательных рабочих, руб.

Основная зарплата вспомогательных рабочих, обслуживающих агрегат, может быть рассчитана в процентном отношении от  $Z_o^m$ . Например, зарплата сдельщиков может составлять 80 процентов зарплаты механизатора.

4.1.3 Доплата механизатору за классность:

$$\Delta_{\text{кл}} = K_{\text{кл}} * Z_o, \quad (4.5)$$

где  $K_{\text{кл}}$  – коэффициент, учитывающий доплату за классность.

4.1.4 Отпускные:

$$O_{\text{пп}} = K_{\text{отп}} * (Z_o + \Delta_{\text{кл}}), \quad (4.6)$$

где  $K_{\text{отп}}$  – коэффициент, учитывающий начисление отпускных.

При обслуживании агрегата механизатором и вспомогательными рабочими:

$$O_{mn}^m = K_{\text{отп}} * (Z_o + \Delta_{\text{кл}}), \quad (4.7)$$

$$O_{mn}^{б.п.} = K_{\text{отп}} * Z_o^{б.п.}. \quad (4.8)$$

4.1.5 Надбавка за стаж работы в хозяйстве:

$$H_{cm.p.}^m = K_{cm.p.}^{\parallel} * (Z_o^m + \Delta_{\text{кл}} + O_{mn}^m) \quad (4.9)$$

В ряде хозяйств надбавку за стаж работы выплачивают и вспомогательным рабочим. Тогда:

$$H_{cm.p.}^{б.п.} = K_{cm.p.}^{\parallel} * (Z_o^{б.п.} + O_{mn}^{б.п.}), \quad (4.10)$$

где  $K_{cm.p.}^{\parallel}$ ,  $K_{cm.p.}^{\parallel}$  - коэффициенты, учитывающие надбавку за стаж работы механизатора и вспомогательных рабочих (они могут быть одинаковые и разные).

#### 4.1.6 Единый социальный налог:

$$O_{c.h.}^m = K_{c.h.} * (Z_o^m + \Delta_{kl} + O_{mn}^m + H_{cm.p.}^m), \quad (4.11)$$

$$O_{c.h.}^{6.p.} = K_{c.h.} * (Z_o^{6.p.} + O_{mn}^{6.p.} + H_{cm.p.}^{6.p.}), \quad (4.12)$$

где  $K_{c.h.}$  – коэффициент, учитывающий размер социального налога.

#### 4.1.7 Общий фонд заработной платы:

$$\Phi_{3.n.l.}^m = Z_o^m + \Delta_{kl} + O_{mn}^m + H_{cm.p.}^m + O_{c.h.}^m, \quad (4.13)$$

$$\Phi_{3.n.l.}^{6.p.} = Z_o^{6.p.} + O_{mn}^{6.p.} + H_{cm.p.}^{6.p.} + O_{c.h.}^{6.p.} \quad (4.14)$$

## 4.2 Расчет стоимости ТСМ

$$C_{TCM} = \Pi_k * Q_{общ}, \quad (4.15)$$

где  $\Pi_k$  – комплексная стоимость топлива, руб/л.

$Q_{общ}$  – общий расход топлива при выполнении планируемой работы, л.

$$\Pi_k = K_{c.m.} * \Pi_{д.т.}, \quad (4.16)$$

где  $K_{c.m.}$  - коэффициент, учитывающий расход смазочных материалов;

$\Pi_{д.т.}$  – цена дизельного топлива, руб/л.

$$Q_{общ} = K_x * Q_o, \quad (4.17)$$

где  $K_x$  – коэффициент, учитывающий расход топлива на холостые переезды агрегата;

$Q_o$  – основной расход топлива при выполнении планируемой работы, л.

$$Q_o = q * O, \quad (4.18)$$

где  $q$  – норма расхода топлива, рассчитанная по формуле (3.24), но полученная цифра пересчитывается в л/га.

## 4.3 Расчет отчислений амортизационных, на техническое обслуживание и текущий ремонт машин выполняется по формуле:

$$O_{A+T.O.иT.P.} = B * (H_A^r + H_{T.O.иT.P.}^r) * T_q / (100 * T_r), \quad (4.19)$$

где  $B$  – балансовая стоимость трактора или сельскохозяйственной машины, входящей в агрегат, руб;

$H_A^r, H_{T.O.иT.P.}^r$  - годовой норматив отчислений амортизационных, на техническое обслуживание и текущий ремонт, проценты;

$T_q$  – число часов, которое требуется для выполнения заданной работы;

$T_r$  – годовая плановая загрузка трактора или сельскохозяйственной машины, ч.

Балансовая стоимость техники принимается по данным бухгалтерии хозяйства.

Число часов, необходимое для выполнения работы, рассчитывается по формуле:

$$T_q = T_{cm} * n_{h-cm}$$

Значения  $H_A^r, H_{T.O.иT.P.}^r$  и  $T_r$  принимаются нормативные из справочной литературы.

Примечание – Если в составе агрегата несколько одномарочных машин, при расчете отчислений учитывается их число.

## 4.4 Стоимость транспортных расходов

Если полевой агрегат обслуживают транспортные средства, то рассчитываются транспортные расходы:

$$C_{tp,p} = C_{t-km} * O_{t-km}, \quad (4.20)$$

где  $C_{t-km}$  – стоимость 1 т-км транспортной работы (по расчету или по данным хозяйства), руб/т-км;

$O_{t-km}$  – объем транспортной работы, т-км.

$$O_{t-km} = H * O * L \text{ (для посевных, посадочных агрегатов)}, \quad (4.21)$$

$$O_{t-km} = Y * O \text{ (для уборочных агрегатов)}, \quad (4.22)$$

где  $H$  – норма посева или посадки культуры, т/га;

$Y$  – урожайность культуры, т/га;

$O$  – объем работы (площадь), га;

$L$  – расстояние до поля, км.

Прямые затраты денежных средств

Затраты на физический гектар:

$$Z_{np}^{fiz.za} = \frac{\sum Zamp.}{O}, \quad (4.23)$$

Затраты на условный эталонный гектар:

$$Z_{np}^{y.za} = \frac{\sum Zamp.}{U_{y.za}}, \quad (4.24)$$

$$\text{где } \sum Zamp. = \Phi_{3.nl.}^M + \Phi_{3.nl.}^{B.p.} + C_{TCM} + O_{A+T.OuT.P.}^{mp-pa} + O_{A+T.OuT.P.}^{c/xm} + C_{mp.p.}$$

$U_{y.za}$  – объем работы, у.э.га.

$$U_{y.za} = U_{\text{эт}} * n_{\text{н-см}} \quad (4.25)$$

где  $U_{\text{эт}}$  – эталонная наработка трактора за смену, э.га [4, 9]

## **Графическая часть**

Выполняется на двух листах формата А1

Лист 1. Графики выполнения планируемых работ (могут быть выполнены на миллиметровой бумаге).

Лист 2. Операционно-технологическая карта

Примерная форма карты:

Операционно-технологическая карта на \_\_\_\_\_

(наименование операции)

Исходная информация. Указания по выполнению элементов операции	Схемы

### **Содержание карты**

В левой части карты записывается информация об условиях работы агрегата (см. п.1), перечисляются последовательно элементы операции (п. 2-9), приводятся краткие указания по их выполнению).

#### **1. Условия работы (исходные данные)**

Площадь участка и его средняя длина, группа контура, уклон, удельное сопротивление почвы. С учетом заданной операции приводятся и другие показатели: глубина хода рабочих органов; норма посева, посадки, внесения удобрений; урожайность убираемой культуры; расстояние перевозок и др.

#### **2. Агротехнические требования (см. п. 3.1)**

#### **3. Состав, технологическая характеристика агрегата**

Марка трактора, сельскохозяйственной машины, сцепки (если она требуется); число машин в агрегате; кинематические размеры; вместимость технологической емкости (если машина ее имеет).

#### **4. Подготовка агрегата к работе**

Подготовка трактора.

Подготовка машины. Подготовка сцепки (если она требуется).

Составление агрегата.

#### **Примечания к п. 3, 4.**

1. В графе «Схемы» напротив текстовой части п.3, 4 помещается схема агрегата с указанием кинематических размеров.

2. Пункт 4 должен содержать основные указания по подготовке агрегата, включая предварительные технологические регулировки.

## **5. Подготовка поля к работе агрегата. Способ движения агрегата:**

В текстовой части п. 5 указывается, что необходимо сделать при подготовке поля к работе с учетом рекомендуемого способа движения агрегата. На плане поля показывается его разметка (внутренние границы поворотных полос, границы загонов, линия первого прохода агрегата, места загрузки или разгрузки технологической емкости); размеры загонов, поворотных полос; прокосы, обкосы поля, способ движения агрегата.

## **6. Организация работы агрегата (-ов)**

В п. 6 указывается:

- скоростной режим агрегата;
- сменная норма выработки и норма расхода топлива;
- порядок работы агрегата на поле, в том числе и при обработке поворотных полос;
- выполняемые технологические регулировки (особенно при первых проходах агрегата)

**Примечание** – Текстовая часть п. 5, 6 увязывается с схемой поля и способом движения.

## **7. Контроль и оценка качества выполнения операции**

В п. 7 указывается:

- показатели качества;
- значение показателей;
- балльная оценка показателей;
- методы и средства контроля.

## **8. Охрана труда и противопожарные мероприятия.**

## **9. Охрана окружающей природной среды**

**Примечание** – Содержание п.8, 9 пояснено на с.37.

Вопросы пояснительной записки и графической части не должны дублироваться. Так, например агротребования к операции, контроль качества ее выполнения, охрана труда и окружающей среды могут быть представлены только в операционно-технологической карте. В пояснительной записке приводятся соответствующие ссылки на карту.

В карте записывается наиболее важная информация, необходимая механизатору при выполнении операции. Расчеты, пояснения к ним приводятся в записке.

## **Методические рекомендации по теме 2.**

## Введение

В введении пояснить:

- практическую значимость для хозяйства культуры, для которой проектом предусматривается проектирование системы машин;
  - необходимость совершенствования технологии производства культуры в хозяйстве и оптимизации системы машин для ее реализации;
  - чей опыт, какие рекомендации использованы при проектировании технологии производства культуры;
  - необходимость разработки операционной технологии, регламентирующей правила выполнения технологических операций в условиях конкретных хозяйств.

## 1. Общая часть

## **Характеристика хозяйства**

Приводятся сведения, перечисленных в пункте 1.1 темы 1, но при этом в пунктах 1.1.2 и 1.1.3 излагается только информация, относящаяся к культуре, указанной в задании темы 2.

## **Краткий анализ технологии производства культуры в хозяйстве**

Технология производства культуры в хозяйстве изучается в период технологической практики. Собранная информация в проекте представляется в форме таблицы 1.3.

Таблица 1.3 – Технология производства \_\_\_\_\_ в \_\_\_\_\_ .  
(культура) (наименование хозяйства)

Наименование работ	Календар. сроки работы	Число рабочих дней	Состав МТА			Сменная норма $W_{см}$ , га/см, т/см	Норма расхода топлива, л/га, л/т
			Трактор, автомобиль	с/х машина	Число машин в агрегате		

Используя данные таблицы 1.3, сведения из таблицы 1.1 об урожайности культуры, а также информацию, полученную в хозяйстве о количестве удобрений, вносив-

шихся в хозяйстве при производстве культуры, о себестоимости 1 ц продукции, перечисляются недостатки технологии. Например, студент может указать, что в перечне работ, выполняемых в хозяйстве, отсутствуют такие – то работы, выполнение которых позволило бы повысить урожайность; или – в хозяйстве при производстве культуры ряд работ выполняется вручную, хотя их можно было бы механизировать и т.д.

Делается анализ сроков выполнения работ, составов агрегатов, норм выработки и расхода топлива, который должен вскрыть возможные резервы в производстве культуры.

## **2. Расчетная часть**

### **2.1 Выбор и обоснование типа технологии производства культуры. Планируемая урожайность**

Используя федеральный регистр технологий продукции растениеводства [31], сведения, приведенные в учебной литературе [29], выводы, сделанные в пункте 1.2 проекта, а также природно-климатические условия и ресурсные возможности хозяйства, выбирается и обосновывается тип технологии (высокая, интенсивная, нормальная), которая может быть реализована в хозяйстве.

С учетом выбранного типа технологии указывается, какую урожайность планируется получить.

### **2.2 Проектирование системы машин**

#### **2.2.1 Составление перечня операций, установление их объемов и сроков выполнения**

Проектирование системы машин для производства культуры, предусмотренной заданием, начинается с составления перечня операций, выполнение которых позволит получить планируемый урожай, снизить затраты на единицу продукции.

Планируемые операции, указывая их порядковый номер, записываются в графу 1 технологической карты производства культуры (таблица 2.1), которая вычерчивается на листе 1 графической части.

При составлении перечня учитывается:

- содержание выбранного типа технологии, рекомендуемое федеральным регистром технологий;
- содержание технологий производства культуры в лучших хозяйствах;
- выводы, сделанные в пункте 1.2 проекта;
- тип почв, степень засоренности и зараженности полей хозяйства вредителями и болезнями; количество и вид удобрений, внесенных под предшествующую культуру.

В графике 2 указывается единица измерения планируемых объемов (га,т).

Объемы работ (графа 3) определяются с учетом указаний, приведенных на с.11 рекомендаций.

Сроки работ принимаются оптимальные, соответствующие зоне расположения хозяйства, и записываются в графике 4 карты.

При выполнении пункта 2.2.2 и расчете потребности в агрегатах (первая часть пункта 2.2.3) руководствоваться указаниями на с. 12 рекомендаций. Соответствующая информация записывается в графы 8,9,10,12 карты

Потребность в механизаторах и вспомогательных рабочих для выполнения каждой операции определяется умножением числа рабочих, обслуживающих один агрегат, на число агрегатов, необходимых для выполнения операций, и на число полных рабочих смен за сутки. Полученный результат записывается в графы 13,14 карты.

Таблица 2.1 – Технологическая карта производства

(наименование культуры)

Наимено- вание операций	Еди- ницы изме- ре- ния	Объем работ	Кален- дар- ные сроки начала работ	Число дней		Число часов работы в день	Состав МТА		
				рабо- чих	ка- лен- дар- ных		Трак- тор, автомо- биль	с/х ма- шина	Число машин в агрегате
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Продолжение таблицы 2.1

Сменная норма $W_{\text{см}}$ , га/см, т/см	Требуется агрегатов	Количество обслуживающего персонала		Норма расхода топлива, л/га, л/т	Требуется топлива, л		
		механизаторов	вспомогательных рабочих		МТЗ-80	Т-150К	СК-5М
11	12	13	14	15	16а	16б	16в

### Примечания

1. В таблице 2.1 приводятся только графы технологической карты, необходимые для решения задач курсового проекта.
2. Марки машин в графах 16а, 16б, 16в записаны для примера. В конкретном проекте они могут быть другие.

2.2.4 Расчет общей потребности в машинах конкретных марок выполняется по методике, описанной на с. 19-22. Рекомендаций (графики строятся на миллиметровой бумаге).

Потребность в механизаторах и вспомогательных рабочих рассчитывается по методике темы 1, но до начала расчетов на линейных графиках рядом с цифрой, обозначающей потребность в агрегатах для выполнения конкретной операции, записывается в скобках цифра, соответствующая числу вспомогательных рабочих, если они необходимы.

2.3 Расчет потребности в топливо-смазочных материалах выполняется по методике пункта 2.4 темы 1.

## Литература

1. Алексашов В.С. и др. Справочник агронома Нечерноземной зоны.- -М.: ВО "Агропромиздат", 1990.
2. Антышев Н.М., Бычков Н.И. Справочник по эксплуатации тракторов.-М.: "Россельхозиздат", 1985.
3. Бершадский В.Ф. и др. Подготовка к работе машинно-тракторных агрегатов и работа на них.- Минск, "Ураджай", 2000.
4. Болотов А.К., Гуревич А.М., Фортuna В.И. Эксплуатация сельскохозяйственных тракторов. Справочник.-М.: Колос, 1994.
5. Бугайченко Н.В. Справочник пахаря.- М.: "Россельхозиздат", 1977.
6. Правила по охране труда при производстве продукции растениеводства. ПОТРО - 97300-01-95.- г. Орел : ВНИИОТ, 1995.
7. Замотаев А.И. и др. Интенсивная технология производства картофеля.- М.: "Росагропромиздат", 1989.
8. Мышко Р.А. и др. Индустриальные технологии на мелиорированных землях.- Минск: "Ураджай", 1987.
9. Иофинов С.А. Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка. – -М.: "Агропромиздат", 1985.
10. Ковалев Н.В. Практикум по технологии механизированных сельскохозяйственных работ. – М.: ВО "Агропромиздат", 1987.
11. Коженкова К.И. и др. Технология механизированных сельскохозяйственных работ. – Минск, "Ураджай", 1988 .
12. Вайнруб В.И., Мишин П.В., Хузин В.Х. Технология производственных процессов и операций в растениеводстве. – Чебоксары: Издательство «Чувашия», 1999.
13. Орманджи К.С. и др. Правила производства механизированных работ в полеводстве. – М.: "Россельхозиздат", 1986.
14. Орманджи К.С. и др. Правила производства механизированных работ под пропашные культуры. – М.: "Россельхозиздат", 1986.
15. Сергеева З.В., Химченко Г.Т. Справочник нормировщика. – М.: "Россельхозиздат", 1983.
16. Сергеев И.Ф. и др. Справочник тракториста-машиниста Нечерноземной зоны. – М.: ВО "Агропромиздат", 1988.
17. Синякова Л.А. и др. Интенсивные технологии возделывания полевых культур в Нечерноземной зоне. – М.: ВО "Агропромиздат", 1987.
18. Соловей Ф.М. и др. Производство кормовой свеклы по интенсивной технологии. – М.: "Росагропромиздат", 1989.
19. Справочник механизатора. Под редакцией Карпенко А.М. – М.: "Агропромиздат", 1986.
20. Талаев П.Н., Тимошинин В.Д. Интенсивная технология возделывания сахарной свеклы. – Минск, "Урожай", 1988.
21. Тудель Н.В. и др. Интенсивная технология производства кукурузы. – М.: "Росагропромиздат", 1991.
22. Типовые нормы выработки и расхода топлива на механизированные полевые работы в сельском хозяйстве. Часть 1,2. –М.: Агропромиздат, 1990.

23. Типовые нормы выработки и расхода топлива на сельскохозяйственные работы. Часть 1. –М.: Информагробизнес, 1994.
24. Типовые нормы выработки и расхода топлива на сельскохозяйственные работы. Часть 2. –М.: Информагробизнес, 1995.
25. Типовые нормы выработки и расхода топлива на тракторно-транспортные работы в сельском хозяйстве. –М.: ВО «Агропромиздат», 1989.
26. Типовые нормы выработки и расхода топлива на механизированные работы по внесению удобрений. –М.: Росагропромиздат, 1989.
27. Фортуна В.И., Миронюк С.К. Технология механизированных сельскохозяйственных работ. – М.: "Агропромиздат", 1986.
28. Шкурпела В.П. и др. Интенсивная технология возделывания зерновых культур для Нечерноземной зоны. – М.: "Росагропромиздат", 1990.
29. Верещагин Н.И. и др. Организация и технология механизированных работ в растениеводстве. –М.: ПрофОбрИздат, 2002.
30. Зангиев А.А., Шпилько А.В., Левшин А.Г. Эксплуатация машинно-тракторного парка. –М.: Колос, 2003.
31. Федеральный регистр технологий производства продукции растениеводства. Система технологий. –М.: Информагротех, 1999.