

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная  
академия им. П.А. Столыпина»

**Салахутдинов И.Р., Глущенко А.А.**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
КОМПЛЕКСОВ**

**Лабораторный практикум**

Ульяновск - 2015

УДК 621.43.001.4+629.113.001.4 (075)

С 16

ББК 39.33 (я7)

Салахутдинов И.Р. Проектирование сельскохозяйственных комплексов: лабораторный практикум для студентов инженерного факультета / Составители: И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко. – Ульяновск: УГСХА имени П. А. Столыпина, 2015. – 117 с.

Рецензенты: Уханов Александр Петрович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Тракторы, автомобили и теплоэнергетика» ФГБОУ ВПО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия»

Карпенко Михаил Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технический сервис» ФГБОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия им. П.А. Столыпина»

В лабораторном практикуме приведены работы по расчету технологических процессов возделывания и уборки сельскохозяйственных культур.

Предназначен для подготовки студентов очной, очной ускоренной и заочной форм обучения по направлению 350306 Агроинженерия. 230303 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

Печатается по решению  
методической комиссии инженерного факультета УГСХА  
им. П.А. Столыпина. Протокол № 6 от 18 февраля 2015 г.

© Салахутдинов И.Р., Глущенко А.А., 2015

© ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»,  
2015

## Введение

Сельскохозяйственное производство является одной и важнейших отраслей народного хозяйства страны. В современных рыночных условиях особенно остро встает вопрос о повышении уровня его эффективности. Основная задача агропромышленного комплекса - достижение устойчивого роста сельскохозяйственного производства, объединение усилий всех отраслей для получения высоких конечных результатов.

В условиях интенсификации земледелия среди многочисленных агротехнических приемов обработке почвы отводится ведущая роль в создании урожая, так как этот прием является универсальным средством воздействия на многие физические, химические и биологические свойства почвы. Только путем механического воздействия на почву рабочими органами машин и орудий можно создать оптимальные условия для роста корневой системы культурных растений, проявления эффективности удобрений и химических средств защиты растений. По мнению многих исследователей, за счет обработки почвы может сформироваться до 25% урожая. Однако это один из трудоемких агротехнических приемов, на его проведение затрачивается около 40% энергетических и 25% трудовых ресурсов, используемых для выращивания урожая сельскохозяйственных культур. Обработка почвы связана со значительным расходом нефтепродуктов, которые составляют 12...38% общих затрат топлива в агропромышленном комплексе. Каждый дополнительный сантиметр заглабления плугам увеличивает оборот почвы до 120 т/га и расход топлива около 1 кг/га. Поэтому разработка и внедрение в производство энергосберегающих систем обработки почвы с минимальным расходом горюче-смазочных материалов, обеспечивающих получение экономического эффекта за счет экономии нефтепродуктов, а также способствующих снижению выброса токсических веществ, которые образуются при сгорании топлива в окружающую среду, является весьма актуальной.

Расход топлива при выполнении обработки почвы может быть снижен за счет:

- применения широкозахватных агрегатов;
- применения комбинированных агрегатов, выполняющих за один проход несколько технологических операций;
- замены вспашки чизельным рыхлением, дискованием;
- перехода на гладкую вспашку оборотными плугами;
- перехода на нетрадиционные системы обработки почвы и посева (безотвальная, минимальная, нулевая).

Использование широкозахватных культиваторов, бороновальных и посевных агрегатов позволяет существенно повысить производительность труда и сэкономить 20-30% топлива.

Совмещение технологических операций предпосевной обработки в единый процесс позволяет экономить 44-58% топлива по сравнению с отдельным выполнением этих операций. Установлено, что применение комбинированных агрегатов АКШ-7,2 и АКШ-6 на предпосевной обработке позволяет экономить 4-7 кг топлива на гектаре по сравнению с отдельным выполнением операций культиваторами КПС-4 с боронами, КШП-8 и катками. Агрегат АПП-3 к тракторам класса 1,4, позволяет совместить предпосевную обработку и посев. Этот агрегат позволяет повысить производительность труда до 60% и снизить расход топлива на 1,5-2 кг/га по сравнению с отдельным выполнением операций.

Наиболее энергоемкой операцией обработки почвы является вспашка, на выполнение которой расходуется более 50% топлива. Поэтому замена ее другими видами рыхления является существенным источником экономии топлива.

В последние годы в сельскохозяйственной практике ряда развитых стран наблюдается интенсивное освоение безотвальных, минимальных и нулевых обработок, позволяющих экономить 50-70% топлива. Например, в Англии более 50% площадей под посев озимых культур обрабатывается без плуга. Такое же положение имеет место и в других европейских странах.

Одним из решающих факторов повышения производительности труда при возделывании сельхозкультур по интенсивной технологии является комплексная механизация и рациональное использование техники, так как рост технической оснащенности и эффективное использование машин способствуют сокращению сроков проведения полевых работ и улучшению их качества обработки. Кроме того, одним из резервов экономии затрат является широкое применение комбинированных агрегатов. Они меньше уплотняют почву за счет сокращения количества проходов по полю без ущерба для качества. Это один из основных путей сокращения материально-технических затрат и рабочего времени, позволяющий существенно (в 3 раза) сократить количество технологических операций и тем самым уменьшить как минимум наполовину расход дефицитных горюче-смазочных материалов и запчастей. Все это в конечном итоге влияет на эффективность производства продукции и ее конкурентоспособность.

## **Лабораторно-практическая работа №1**

### **Расчёт технического обеспечения внесения органических удобрений**

Органические удобрения - удобрения, содержащие элементы питания растений преимущественно в форме органических соединений. К ним относят навоз, компосты, торф, солому, зелёное удобрение, ил (сапропель), комплексные органические удобрения, промышленные и хозяйственные отходы и др.

#### **Состав**

Органические удобрения содержат азот, фосфор, калий, кальций и другие элементы питания растений, а также органическое вещество, которое положительно влияет на свойства почвы.

Органические удобрения состоят из веществ животного и растительного происхождения, которые, разлагаясь, образуют минеральные вещества, при этом в приземный слой выделяется диоксид углерода, необходимый для фотосинтеза растений. Кроме того, органические удобрения благотворно влияют на водное и воздушное питание растений, способствуют развитию почвенных бактерий и микроорганизмов, которые живут в симбиозе с корнями овощных культур и помогают им получить доступные питательные элементы. К органическим удобрениям относят навоз, торф, компост, птичий помёт, перегной и другие материалы. Стимулирующий эффект органических удобрений значительно повышается, если изготовить из них мелкодисперсный порошок.

#### **Виды органических удобрений**

##### **Навоз**

Это наиболее ценное органическое удобрение. В навозе разных животных в среднем содержится (%): воды 75, органического вещества 21, общего азота 0,5, усвояемого фосфора 0,25, окиси калия 0,6. Качество навоза зависит от вида животного, его корма, подстилки и способа хранения. Так, при кормлении свиней используют много концентратов, поэтому навоз отличается высоким содержанием азота, а в рационе жвачных животных присутствуют грубые корма — в их навозе больше калия.

Лучший подстилочный материал для навоза — верховой слабо-разложившийся торф, однако чаще используют солому или опилки. Конский навоз на соломистой подстилке незаменим на холодных глинистых почвах. Его лучше всего использовать в качестве биотоплива для парников. Навоз крупного рогатого скота согревается хуже, чем конский, так как в нём содержится больше воды. Но этот навоз неза-

меним на лёгких почвах. Свиной навоз отличается кислой реакцией, при его использовании надо добавлять известь. В кроличьем навозе обнаружены все необходимые для растений вещества. Его ценность увеличивается при смешении с навозом других животных и птичьим помётом. Навоз нутрий по химическому составу и физическим свойствам резко отличается от навоза других животных, поэтому его можно использовать только в перебродившем виде, а ещё лучше добавлять в компосты. Компостную кучу можно периодически поливать насыщенным раствором навоза нутрий, но чтобы предотвратить потери азота, необходимо добавлять суперфосфат (1,5—2 кг на 100 кг компоста). Весной следующего года такой компост можно вносить в почву. Различают четыре стадии разложения навоза. У слаборазложившегося (свежего) цвет и прочность соломы изменяются незначительно. Вода при его промывании приобретает красноватый или зелёный оттенок. У полупревшего навоза солома становится тёмно-коричневой, теряет прочность и легко разрывается. Водный раствор тёмного цвета. Навоз в этой стадии теряет 30 % первоначальной массы. Перепревший навоз представляет собой чёрную мажущую массу. Солома разлагается полностью, навоз теряет 50 % массы. Перегной — рыхлая землистая масса. В этой стадии разложения потери первоначальной массы достигают 75 %.

Навоз в стадии меньшего разложения вносят осенью, большего — весной. Свежий навоз использовать нежелательно. Если навоза недостаточно, то его целесообразно вносить в меньших дозах, но на большую площадь, например в лунки. На холодных почвах навоз заделывают на глубину 10—15 см так, чтобы сверху он был прикрыт землёй, на тёплых, быстро просыхающих - на полную глубину обрабатываемого слоя. Навозная жижа (жидкая часть навоза крупного рогатого скота) — азотно-калийное удобрение. Из-за малого содержания фосфора в навозную жижу полезно добавлять суперфосфат (15 г на 1 л). Это удобрение используют для жидких подкормок, для чего его разбавляют водой, а также для приготовления торфонавозного компоста. Коровяк (водный настой коровьего кала) довольно часто применяют для жидких подкормок, разбавляя водой (1:6 или 1:10). Раствор обычно готовят в деревянной посуде. Если раствор оставляют для брожения, то из него быстро улетучивается азот, поэтому перед употреблением добавляют сернокислый аммоний (10—20 г на 10 л).

### **Птичий помёт**

По химическому составу птичий помёт относится к числу лучших видов органических удобрений. Наиболее ценным считается куриный и голубиный помёт, менее ценным — утиный и гусиный. При

частом внесении помёта в почву накапливается азот в нитратной форме, поэтому данное удобрение лучше заделывать осенью, равномерно распределяя по всей площади. Но наиболее эффективен птичий помёт при использовании в жидких подкормках. Для приготовления раствора ёмкости наполовину заполняют помётом, затем заливают водой, закрывают крышкой и настаивают 3—5 сут. Далее раствор вторично разбавляют водой (1:10).

### **Торф**

В торфе содержится немного доступных для растений питательных элементов, но зато он увеличивает содержание гумуса и улучшает структуру почвы. Тёмный цвет торфа способствует поглощению тепла и быстрому прогреву почвы. По степени разложения различают несколько видов торфа. Верховой отличается слабой степенью разложения растительных остатков и высокой кислотностью. Низинный характеризуется высокой степенью разложения и меньшей кислотностью. Переходный торф занимает промежуточное положение между ними. Торф собирают в болотах, потом раскладывают для проветривания или закладывают в компостную кучу. Вносят торф в любое время года, даже зимой по снегу. Но нельзя забывать, что к нему необходимо добавлять известь. На огороде торф лучше всего добавлять в компосты, а также в почвенные смеси для выращивания рассады и защищённого грунта.

### **Ил**

Ил накапливается на дне прудов, озёр, рек. В нём много перегноя, азота, калия и фосфора. После непродолжительного проветривания ил можно успешно

### **Фекалии**

Фекалии — это нечистоты уборных. Они богаты минеральными веществами, которые легко усваиваются растениями. Однако фекалии, находящиеся в выгребных ямах, быстро разлагаются, из них быстро улетучивается азот. Для лучшего сохранения азота на дно выгребной ямы насыпают торф слоем 20—25 см. Затем фекалии еженедельно переслаивают небольшим количеством торфа. В результате не только сохраняется азот, но и исчезает зловонный запах. Перед применением в качестве удобрения фекалии компостируют, чтобы обеззаразить от глистов, яйца которых погибают при температуре 45...50 °С.

### **Опилки и древесная кора**

Опилки — дешёвое органическое удобрение, которое может значительно повысить плодородие почвы, улучшить её воздухопроницаемость и влагоёмкость. Только вносить их следует не в свежем виде, а в перепревшем или в смеси с другими материалами. Для ускорения

процесса разложения опилки складывают в кучу, смачивают водой, навозной жижей. Можно смешать их с опавшей листвой и растительными остатками. Полезно переслаивать опилки землёй. В течение лета кучу дважды перелопачивают, добавляя накопившиеся растительные остатки и нитрофоску.

Древесную кору (отходы деревообрабатывающей промышленности) перед использованием компостируют. Кору влажностью 75 % измельчают на кусочки длиной 10—40 см, складывают в кучу и вносят минеральные удобрения (кг на 100 кг): аммиачной селитры 0,9, мочевины 0,7, натриевой селитры 2, суперфосфата 0,2, сульфата аммония 1,5. Кучу периодически перемешивают и увлажняют. Через 6 мес компост готов к употреблению.

### **Сидераты**

Это органическое удобрение представляет собой запаханную в почву высокостебельную растительную массу одно- или многолетних бобовых растений (ярового гороха, яровой вики, кормовых бобов, люпина, сераделлы), а также фацелии, гречихи, подсолнечника и других. По своему действию сидераты почти равноценны свежему навозу. Питательные элементы, содержащиеся в растительной массе сидератов, попадая в почву и постепенно разлагаясь, переходят в доступное состояние для последующих культур, а органическое сидеральное вещество способствует восстановлению почвенной структуры. Некоторые сидеральные культуры (люпин, гречиха, горчица) увеличивают растворимость и доступность для растений малоподвижных почвенных фосфатов, а люпин может использовать труднодоступные формы калия.

В зависимости от степени истощения почвы сидераты размещают на участке всё лето или как промежуточную культуру. Например, их высевают после уборки ранних овощей. Иногда высевают озимый горох или озимую вику, весной после цветения массу прикапывают или скашивают и запахивают, а участок выравнивают и проводят посев. На огороде сидераты высевают сплошными рядами (ширина рядов 60—90 см, междурядий 15 см). Глубина заделки однолетних бобовых культур 5—6 см, многолетних — 3—4 см. Обязательно послепосевное прикапывание, особенно многолетних трав. Уход сидератам не требуется, но при поливе они растут лучше.

### **Компосты**

Компосты готовят из различных органических материалов. Растительные остатки, не поражённые вредителями и болезнями, фекалии, птичий помёт, навоз и другие материалы складывают в рыхлую кучу (штабель) на ровной поверхности, переслаивая дерновой землёй

или торфом. Основой кучи служит подстилка из листьев, опилок или торфа слоем 10—12 см. Периодически кучу увлажняют водой или раствором удобрений, через 40—50 сут компост перемешивают, а когда его температура достигнет 60 °С — уплотняют.

Летом компостную кучу защищают от солнца, на зиму укрывают землёй или опилками слоем 30—40 см. Через 8—11 мес компост можно использовать. Сорняки, давшие семена, компостируют отдельно, так как они сохраняют всхожесть около пяти лет.

Вермитехнология — мероприятия по культивированию компостных дождевых червей на разных субстратах в различных экологических условиях, производство и накопление их экскрементов (копролитов или биогумуса) и биомассы червей. Использование вермитехнологии на научной основе является серьёзной альтернативой существующим технологиям утилизации всех органических отходов: навоз животных, птичий помёт, отходы деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной, рыбной, мясной и пищевой промышленности, отходы овощных баз, магазинов, кафе и ресторанов, бытовые отходы, осадки сточных вод, осадки очистных сооружений и др.

Общепринятая технология внесения любых удобрений включает операции по их погрузке (П), транспортировке (Т), перегрузке (Пр), разгрузке (Р), внесению (В), а также хранению (Х).

В зависимости от места хранения органических удобрений (навоза или компоста), удаленности удобряемых полей, а также технических данных машин для погрузки, транспортировке и разбрасывания удобрений, обеспеченности хозяйства этими машинами применяют различные технологические схемы — прямоточную и с промежуточным хранением (рис. 1).

По технологической схеме ферма — поле удобрения накапливают в прифермском навозохранилище. Транспортируют их от хранилища до поля и распределяют без промежуточного буртования. Технологическая связь операций ( $T_{CO}$ ) выглядит так:

$$T_{CO} = P_X + T_{II} + B_{II} \quad (1)$$

По технологической схеме ферма — бурт — поле удобрения накапливают у прифермского хранилища, затем вывозят на поле и укладывают в бурты (штабеля) для хранения. В этом случае технологическая связь операций следующая:

$$T_{CO} = P_X + T_{II} + P_{II} + X_{II} + П_{II} + B_{II} \quad (2)$$

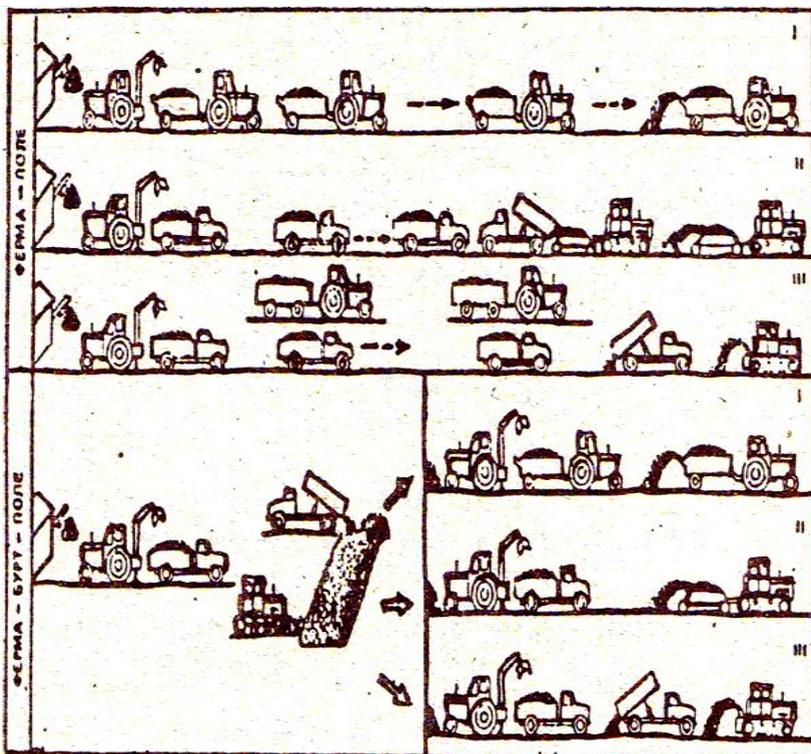


Рис. 1 Технологические схемы внесения удобрений

Органические удобрения вносят прицепами-разбрасывателями РОУ-6, ПРТ-10, ПРТ-16, КСО-9, а также низкорамным разбрасывателем РПН-4 с низкоопускающимся кузовом. Агрегируют их с тракторами класса 14-50 кН, рабочая скорость составляет 10-12 км/ч (таб. 1)

Таблица 1. Состав и эксплуатационные показатели агрегатов для внесения органических удобрений

Марка трактора	Марка машины	Грузоподъемность машины, т	Ширина захвата машины, м	Норма внесения т/га	Рабочая скорость км/ч	Производительность, га/ч
МТЗ-80	РТО-4	4	6	10-60	9-12	1,5-2,0
МТЗ-80	РОУ-6	6	4-6	11-45	8-10	5,0-8,0
Т-150К	ПРТ-10	10	8-12	10-60	8-10	2,0-3,0
К-700	ПРТ-16	16	8-12	10-60	9-12	3,0-5,0
ДТ-75М	РУН-15Б	-	20-30	10-60	3-8	5,5-6,0
МТЗ-80	РЖТ-4	5	10	10-40	8-10	1,5-2,0
Т-150К	РЖТ-8	8	10-12	10-40	9-12	3,0-4,0
К-700	РЖТ-16	16	10-16	10-40	9-12	7,0-8,0

Определив марку разбрасывателя и трактора, необходимо установить скорость движения исходя из заданной нормы внесения удобрений.

Чтобы найти рабочую скорость разбрасывателя, необходимо вычислить длину пути опорожнения прицепа-разбрасывателя по формуле

$$s = \frac{Q_H \cdot \alpha_{ГР} \cdot 10^4}{H \cdot B}, \quad (3)$$

где  $s$  – путь выгрузки, м;  $Q$  – номинальная грузоподъемность разбрасывателя, т;  $\alpha_{ГР}$  – коэффициент использования грузоподъемности,  $\alpha_{ГР} = 0,85-0,90$ ;  $H$  – норма внесения, т/га;  $B$  – ширина разбрасывания, м.

Из технической характеристики разбрасывателя находится время выгрузки ( $t_B$ ) прицепа, а затем определяется скорость его движения:

$$v_P = \frac{s}{t_B}. \quad (4)$$

Определив скорость движения разбрасывателя, можно рассчитать его производительность за час чистого времени (га/ч) по формуле

$$W_{чр} = 0,1 \cdot v_P \cdot \tau, \quad (5)$$

где  $\tau$  – коэффициент использования рабочего времени разбрасывателя.

Общее время одного рейса  $t_P$  разбрасывателя можно определить из выражения

$$t_P = t_3 + t_{дГ} + t_B + t_{дХ}, \quad (6)$$

где  $t_3$  – время загрузки разбрасывателя, ч;  $t_{дГ}$ ,  $t_{дХ}$  – соответственно время движения с грузом и без груза.

Из выражения (6) определяется  $\tau$ :

$$\tau = \frac{t_B}{t_P}. \quad (7)$$

Зная время работы разбрасывателя, можно определить его сменную производительность:

$$W_{сМ} = W_{чр} \cdot T_P, \quad (8)$$

где  $T_P$  – время работы разбрасывателя за смену, ч.

Затем следует определить необходимое количество разбрасывателей по выражению

$$n_P = \frac{S}{W_{сМ} \cdot \kappa_{сМ} \cdot D_P}, \quad (9)$$

где  $S$  – площадь, на которой надо внести удобрения, га;  $\kappa_{CM}$  – коэффициент сменности;  $D_p$  – количество рабочих дней.

Количество погрузчиков, необходимых для обеспечения бесперебойной работы разбрасывателей, можно определить по формуле

$$n_{П} = \frac{W_{чр}}{W_{чп}}, \quad (10)$$

где  $W_{чр}$  и  $W_{чпп}$  – часовая производительность соответственно разбрасывателя и погрузчика, т/ч.

Затраты труда при внесении удобрений определяются по сумме затрат труда на погрузку и разбрасывание:

$$З_{т} = \frac{m_{п}}{W_{чп}} + \frac{m_{р}}{W_{чр}}, \quad (11)$$

где  $m_{п}$ ,  $m_{р}$  – количество механизаторов, обслуживающих погрузчик и разбрасыватель.

Потребность в топливе на внесение органических удобрений определяется для работы погрузчика и разбрасывателя по выражениям

$$G_{тп} = G_{чп} \cdot D_p \cdot T_{рп} \cdot n_{п}, \quad (12)$$

$$G_{чр} = G_{чр} \cdot D_p \cdot T_{рр} \cdot n_{р}, \quad (13)$$

где  $G_{чп}$ ,  $G_{чр}$  – часовой расход топлива соответственно погрузчика и разбрасывателя, кг/ч;  $T_{рп}$ ,  $T_{рр}$  – время работы погрузчика и разбрасывателя, ч;  $n_{п}$ ,  $n_{р}$  – количество погрузчиков и разбрасывателей.

Качество внесения органических удобрений определяется по двум основным показателям: фактической дозе и равномерности распределения удобрений по площади (табл. 2).

Таблица 2. Оценка качества внесения органических удобрений

Показатели	Норма	Балл	Метод определения
Отклонения дозы от заданной, %	± 5	3	Выяснение соответствия массы удобрения фактической площади их распределения
	± 10	2	
	Более ± 10	1	
Неравномерность распределения, %: по ширине захвата	± 15	3	Установление расстояния между следами колёс смежных проходов
	± 25	2	
	Более ± 25	1	
по длине прохода	± 10	3	
	± 15	2	
	Более ± 15	1	

В хозяйстве необходимо внести органические удобрения на площади  $S = 160$  га при норме  $H = 35$  т/га за  $D_p = 10$  дней. Оно распо-

лагает погрузчиками ПФП-1,2 в агрегате с тракторами ДТ-75М (грузоподъемность 1,5 – 1,8 т, производительность – 100 т/ч) и прицепами-разбрасывателями ПРТ-10 в агрегате с тракторами Т-150К (ширина разбрасывания 5-6 м). Норма внесения удобрений при рабочей скорости  $v_p = 10$  км/ч и время опорожнения кузова при сменных звёздочках привода транспортёра 13-15 т/га и 0,1210 ч ( $z = 13$ ); 22-30 т/га и 0,0606 ч ( $z = 22$ ); 28-45 т/га и 0,0404 ч ( $z = 28$ ); грузоподъёмность 10 т; расстояние от фермы до поля 3 км; транспортная скорость с грузом 20-25 км/ч, без груза 26-30 км/ч; время одной загрузки 0,1 ч.

## **Лабораторно-практическая работа №2**

### **Расчёт технического обеспечения внесения минеральных удобрений**

Минеральные удобрения делятся на простые и комплексные - по химическому составу, и кислые, щелочные или нейтральные - по физиологической реакции. Они также могут быть твердые или жидкие.

Твердые и жидкие подкормки действуют на растения одинаково. Однако жидкие все же имеют некоторые преимущества. Их нужно только развести водой - и растения их сразу же поглощают, а твердым требуется время для полного растворения в почве. Кроме того, вместе с жидкими удобрениями можно использовать, микроэлементы и вещества, способствующие росту.

Простые удобрения содержат только один макроэлемент и в зависимости от этого подразделяются на азотные, фосфорные и калийные.

Сложные, или комплексные, отличаются тем, что в каждой их частице содержатся несколько питательных элементов. К ним относятся аммофос, диаммофос, калийная селитра, нитрофоска, нитроаммофос, нитроаммофоска. Жидкие удобрения бывают только комплексными.

Бывают еще смешанные удобрения – это комплексы, включающие в себя несколько простых.

#### **Азотные удобрения**

Основным компонентом группы азотных удобрений является, как понятно из названия – азот.

Эти удобрения можно использовать под плодовые и ягодные растения, но не следует применять хлористый аммоний, содержащее много хлора, который губителен для растений. Азотные удобрения вносят рано весной и в первой половине лета, равномерно рассеивая

по участку с последующей заделкой в почву. Очень хорошо вносить удобрение растворённым в воде при поливах.

Азотное удобрение способствует развитию наземной части растений и выпускается в 4-х формах:



Рис. 1 Азотные удобрения

**Нитратная форма**(натриевая и кальциевая селитра) в которой азот содержится в виде кислоты, легко растворимой в воде. Селитру вносят в почву осенью или ранней весной и в небольших дозах используют в подкормках, так как её передозировка способствует накоплению в плодах вредных для здоровья человека нитратов. Селитра рекомендована для кислых почв и растений, имеющих краткий вегетационный период.

**Аммонийная форма**(сульфат аммония), где в «свободном парении» находятся ионы аммония. Сульфат аммония вносят в грунт по осени, так как он довольно слабо растворяется в почве, причём почву следует раскислять, ведь сульфат аммония является физиологически кислым удобрением. Для этого на 1 кг сульфата аммония добавляют 1.3 кг извести. К сульфату аммония равнодушны, имеющие долгий вегетационный период.

**Амидная форма**(мочевина) – самое концентрированное азотное удобрение, которое преобразуется в почве в углекислый аммоний, необходимый для получения обильного урожая. Вносится под *деревья и кустарники* либо прямо в почву при рыхлении, либо в виде водного раствора при поливе. Мочевина является физиологически кислым удобрением, а это значит, что почву нужно раскислять (к 1 кг мочевины добавить 2 кг извести).

**Аммонийно-нитратная форма** азотного удобрения (аммиачная селитра) – физиологически кислое удобрение, одна часть которого легко растворяется в воде и свободно перемещается в грунте, а другая имеет замедленное действие. Аммиачная селитра применяется для

подкормки *картофеля, свеклы, зерновых культур* и особо эффективна в сочетании с фосфором и калием.

### **Фосфорные удобрения**

Фосфорные удобрения значительно ускоряют цветение растений и завязывание плодов. Фосфор обычно вносят в почву по осени или ранней весной при перекопке. Он плохо растворяется в воде, и период времени от внесения его в почву до достижения корней составляет 1.5-2 мес. Вот несколько наиболее популярных видов фосфорных удобрений:



Рис. 2 Фосфорные удобрения

**Простой суперфосфат**– водорастворимое удобрение, которое содержит гипс и серу, применяется для всех типов почв. Его можно засыпать в рядки и лунки, а можно использовать в подкормках. Содержит от 14% до 20% фосфора и вносится обычно под ягодные кустарники и плодовые деревья.

**Двойной суперфосфат**– простое удобрение, хорошо растворимое в воде, содержит серу, но не имеет в составе гипса, содержание фосфора: 45%-50%, вносится под ягодные кустарники и плодовые деревья.

**Фосфоритная мука** содержит до 25% фосфора и является труднорастворимым удобрением. Её вносят только на кислые почвы, так как фосфор этого удобрения становится доступным корням только под воздействием кислоты. Фосфоритная мука, внесённая в почву в повышенных дозах, обеспечивает растения фосфором на несколько лет.

### **Калийные удобрения**

Калий способствует не только увеличению урожайности растений, но и повышает их сопротивляемость заболеваниям, увеличивает срок лёжкости плодов и существенно улучшает их вкусовые качества.

Калийные удобрения редко используют в чистом виде, как правило, их комбинируют с азотом, фосфором и микроэлементами (медью, цинком, магнием, железом и т.д.). Все калийные удобрения хорошо растворяются в воде, а наиболее популярны из них следующие:



Рис. 2. Смесь калийных удобрений с почвой

**Хлористый калий**– природное удобрение, производимое из калийных руд. С одной стороны, удобрение содержит хлор, нежелательный для некоторых садовых культур, а с другой – является кладом ценных элементов, необходимых для питания растений. Поэтому хлористый калий лучше вносить в почву по осени, потому как к весне его «вредная» часть вымывается. Особо любят калий: картофель, ячмень, свекла, гречиха и некоторые зерновые культуры.

**Калийная соль**содержит в своём составе хлористый калий, сильвинит и каинит. По своему составу и действию аналогична хлористому калию, но содержит большую концентрацию калия (до 40%), поэтому вносится в почву только осенью.

**Сернокислый калий** не содержит в своём составе хлора и пригоден для всех культур, особо отзывчивы к нему корнеплоды. Его вносят как непосредственно в почву, так и используют в подкормках. Сочетается со всеми макро- и микроудобрениями, кроме содержащих кальций.

**Зола** - прежде всего калийное удобрение, хотя в ней содержится так же известь, фосфор, бор, марганец и другие элементы, азота в золе нет совсем. Зола от различных растений имеет разный химический состав. Например, зола ржаной соломы больше всего содержит калия, зола дуба калия содержит в два раза меньше, зато извести имеет максимальное количество. Зола нужно вносить подо все культуры, особенно под те, которые чувствительны к хлору, обязательно вносить при посадке растений. Под растущее растение золу можно вносить весной, летом и осенью по 200-250 грамм на метр квадратный при-

ствольного круга, на лёгких почвах её лучше вносить весной увеличив дозу в два раза. Хранить золу необходимо в плотно закрытых сосудах, чтобы в неё не попадала влага, иначе из неё вымываются элементы питания, в первую очередь - калий.



Рис. 3. Зола

### **Магниевые удобрения**

В основном магний вносят проводя известкование почвы используя магний содержащие известковые материалы. Например в доломитовой муке содержится около 20% окиси магния, а в полу обожжённом доломите 27%. Эти удобрения используют для известкования почвы и одновременно насыщают её магнием. Соответственно, проводя известкование почвы материалами, содержащими магний, растения обеспечиваются им на длительное время. Калийные удобрения содержащие магний, например такие как: калимаг, калимагнезия так же можно использовать для обогащения почвы магнием, так как они содержат до 10% окиси магния. С этой же целью используют сульфат магния, который содержит около 16% окиси магния, его вносят из расчёта 25-30 граммов на метр квадратный. Особенно эффективно внесение магниевых удобрений на лёгких песчаных, супесчаных почвах.

### **Микроудобрения**

Микроудобрения включают в себя микроэлементы: цинк, медь, марганец, йод, железо, молибден, бор и т.д. Но микроудобрения используют лишь тогда, когда их мало в почве. Например, торфяные почвы почти не содержат меди, а на дерново-подзолистых отсутствует молибден. Микроудобрениями хорошо обрабатывать посевной материал, строго соблюдая дозировку. Они способствуют развитию корневой системы растений, защите их от болезней, повышают иммунитет и урожайность.



Рис. 4. Схема подкормки

### Комплексные минеральные удобрения

К группе комплексных минеральных удобрений относятся: **Аммофос**– бесхлорное, безнитратное азотно-фосфорное удобрение, содержащее азот (52%) и фосфор (12%). Пригодно для всех видов овощных и плодово-ягодных культур.

**Диаммофоска**– гранулированное азотно (10%)- фосфорно (26%)- калийное(26%) удобрение, которое содержит микроэлементы (кальций, магний, железо, цинк, сера и пр.), существенно увеличивающие агрономическую ценность диаммофоски. Используется для всех групп растений.

**Нитроаммофоска**– сложное удобрение, содержащее азот (16%), фосфор (16%), калий (16%), серу (2%). Нитроаммоска прекрасно усваивается растениями и подходит для применения на почвах любого состава и для всех видов растений.

**Нитрофоска**– комплексное азотно (11%)-фосфорно(10%)-калийное(11%) удобрение, вносимое в почву как основная подкормка растений. Применяется для всех культур, на тяжёлые почвы вносится по осени, на лёгкие можно внести и весной.



Рис. 5. Нитрофоска

Существует три способа внесения удобрений: *основное* (или допосевное), *припосевное* (в рядки, гнёзда, лунки во время посева) и *послепосевное* (или подкормочное – во время вегетации растений).

При основном способе удобрения вносят туковыми сеялками или разбрасывателями с последующей заделкой в почву плугом или культиватором. Фосфорно-калийное удобрение вносится преимущественно осенью под зяблевую вспашку.

Припосевное удобрение проводят одновременно с посевом семян специальными комбинированными сеялками. Наибольшее распространение имеет внесение невысоких норм гранулированного суперфосфата.

Под зерновые культуры гранулированный суперфосфат или аммофос можно вносить обычными зерновыми сеялками в смеси с семенами. Под сахарную свеклу, картофель и кукурузу при посеве вносится комплексное удобрение на некотором расстоянии (2-3 см) от рядка или глубже семян.

Подкормки применяются в дополнение к основному и припосевному удобрению для обеспечения растений элементами питания в период интенсивного их потребления. Удобрения вносятся поверхностно, вразброс или в междурядья пропашных культур культиваторами-растениепитателями с последующей заделкой культиваторами. Может использоваться сельскохозяйственная авиация.

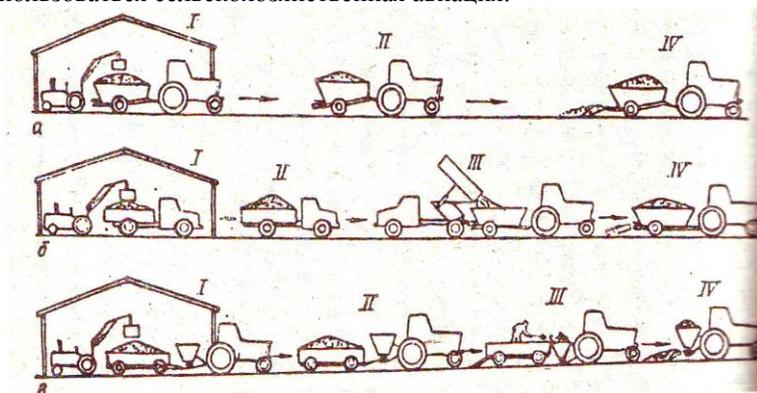


Рисунок - Технологические схемы внесения минеральных удобрений: а – прямочный метод; б – с перегрузкой в поле; в – перевалочный метод; I – погрузка на складе хозяйства; II – перевозка; III – перегрузка на поле; IV – рассев

При выборе технологической схемы внесения удобрения надо исходить из того, что существуют такие схемы, как прямоточная, перегрузочная, перевалочная и комбинированная.

Например, для перевалочной схемы технологическую связь операций можно представить так:

завод

предприятие

$$T_{CO} = \Pi_3 + T_3 + P_3 + X_3 + \Pi_3 + T_{CX} + P_{CX} + X_{CX} + \Pi_{CX} + T_X + P_X + X_X + \Pi_X + T_{II} + P_{II} + X_{II} + \Pi_{II} + B_{II}, \quad (1)$$

хозяйство

поле

а для прямоточной –

$$T_{CO} = \Pi_3 + T_{II} + B_{II}. \quad (2)$$

Выбор той или иной технологической схемы зависит от расстояния перевозки удобрений и наличия машин в хозяйстве (табл.1).

Для определения производительности разбрасывателей в конкретных условиях следует воспользоваться формулами

$$s = \frac{Q_H \cdot \alpha_{TP} \cdot 10^4}{H \cdot B},$$

$$v_P = \frac{s}{t_B},$$

$$W_{ЧР} = 0,1 \cdot \sigma \cdot v_P \cdot \tau,$$

$$t_P = t_3 + t_{ДГ} + t_B + t_{ДХ},$$

$$\tau = \frac{t_B}{t_P},$$

$$W_{СМ} = W_{ЧР} \cdot T_P,$$

Таблица 1 Условия применения различных схем внесения минеральных удобрений

Вид удобрений	Прямоточная схема	Перегрузочная схема	Перевалочная схема
Гранулированные	s = 5 км	s = 10 км	s = 10 км
Слабопылящие:			
известь	s = 5 км	s = 10 км	s = 10 км
гипс	s = 8 км	s = 10 км	s = 10 км
Сильнопылящие (известковая и гипсовая мука)	В сухое время года	При повышенной влажности почвы	

Для внесения минеральных удобрений используются различные машины, техническая характеристика которых приведена в табл.2.

Таблица 2 Состав и эксплуатационные показатели агрегатов для внесения минеральных удобрений

Марка трактора, автомобиля	Марка машины	Грузоподъёмность	Ширина захвата, м	Норма внесения, т/га	Рабочая скорость, км/ч	Производительность, га/ч
Т-40, МТЗ-80, ДТ-75	РПТ-4	4	4-21	0,1-1,0	9-12	3-18
МТЗ-80	1-РМГ-4	4	6-14	0,1-1,0	9-12	7-10
МТЗ-80, МТЗ-82	РУМ-5	6	12-22	0,5-1,0	9-12	5-6
Т-150К	РУМ-8	10	10-15	0,5-1,0	12-15	10-15
К-700	РУМ-16	16	12-27	0,5-1,0	12-15	15-25
Т-150К	РУП-8	8	10-12	0,6-6,0	9-12	10-12
ЗИЛ-130	АРУП-8	8	10-15	1,0-6,0	9-12	10-15
	КСА-3	4	6-10	0,1-6,0	9-20	10-17

Исходя из заданной площади и принятого коэффициента сменности по формуле можно определить необходимое количество агрегатов для внесения минеральных удобрений.

$$n_p = \frac{S}{W_{CM} \times \kappa_{CM} \times D_p},$$

Зная часовую производительность агрегата по внесению удобрений и погрузчика, с помощью выражения определить необходимое количество погрузчиков.

$$n_{II} = \frac{W_{чр}}{W_{чп}},$$

По устройству и рабочему процессу разбрасыватели 1-РМГ-4, РУМ-5, РУМ-8 и РУМ-16 аналогичны. Подготовка этих машин к работе заключается в проверке комплектности, правильности сборки, исправности ходовых систем и обкатке машин на холостом ходу в течение 3-5 мин. После этого необходимо произвести технологическую настройку. Норму внесения регулируют изменением скорости движения транспортёра и положением дозирующей заслонки, руководствуясь таблицей на кузове машины.

Равномерность посева устанавливается перемещением тукоделителя вдоль кузова и поворотом внутренних стенок лотков.

Расход топлива и затраты труда определяются из выражений

$$z_T = \frac{m_{II}}{W_{чп}} + \frac{m_P}{W_{чр}},$$

$$G_{III} = G_{III} \cdot D_P \cdot T_{PII} \cdot n_{II},$$

$$G_{III} = G_{III} \cdot D_P \cdot T_{PII} \cdot n_{II},$$

Прямые эксплуатационные затраты  $Z_{III}$  денежных средств на работу погрузчика, трактора и разбрасывателя складываются из амортизационных отчислений ( $Z_{AI}$ ,  $Z_{AT}$ ,  $Z_{AP}$ ), затрат на ремонт ( $Z_{PII}$ ,  $Z_{PT}$ ,  $Z_{PP}$ ), техническое обслуживание ( $Z_{TOI}$ ,  $Z_{TOT}$ ,  $Z_{TOP}$ ), топливо и смазочные материалы ( $Z_{MI}$ ,  $Z_{MT}$ ,  $Z_{MP}$ ), заработной платы механизаторов, обслуживающих агрегаты ( $Z_{ZI}$ ,  $Z_{ZT}$ ,  $Z_{ZP}$ ), и стоимости вспомогательных работ ( $Z_{VI}$ ,  $Z_{VT}$ ,  $Z_{VP}$ ):

$$Z_{III} = Z_{AI} + Z_{AT} + Z_{AP} + Z_{PII} + Z_{PT} + Z_{PP} + Z_{TOI} + Z_{TOT} + Z_{TOP} + Z_{MI} + Z_{MT} + Z_{MP} + Z_{ZI} + Z_{ZT} + Z_{ZP} + Z_{VI} + Z_{VT} + Z_{VP}.$$

Количество внесения минеральных удобрений определяется по следующим показателям: норме внесения, равномерности распределения, огрехам (табл. 3)

Таблица 3 Оценка качества внесения минеральных удобрений

Показатели	Норма	Балл	Метод определения
Отклонения от заданной нормы, %	± 5	3	Путём учёта количества внесения удобрений и измерения удобренной площади
	± 10	2	
	Более ± 10	1	
Неравномерность распределения, %: туковыми сеялками	± 10	3	Путём визуального контроля, прохода по диагонали поля
	± 15	2	
	Свыше ± 15	1	
	± 25	2	
	± 25	1	
разбрасывателями	Свыше ± 25	3	Так же
	± 25	3	
	± 25	0	
	Нет		
Огрехи	Есть		
	Нет		

При некачественной обработке поворотных полос оценка снижается

## Лабораторно-практическая работа №3 Расчёт технического обеспечения работы пахотных агрегатов

### Техника вспашки

**Применяемые для вспашки отвальные плуги** при работе лемехом и ножом отрезают определенную часть почвы и при движении плуга перемещают ее по поверхности отвала вправо, подвергая при этом оборачиванию, крошению и рыхлению.

На концах загонки пахотный агрегат разворачивается. Для этого перед вспашкой поле разбивается на части, получившие название загона. Каждый загон можно пахать всвал и вразвал.

**При вспашке всвал** работа начинается со середины загона, в результате чего в середине при двух противоположных проходах пахотного агрегата образуется свальный гребень, а между соседними загонами — разъемная борозда.

**При вспашке вразвал** пахоту начинают с правой стороны загона, а в конце его агрегат поворачивается налево. В этом случае в середине загонов образуются разъемные борозды, а по краям, т. е. на границе загонов, — свальные гребни.

Чтобы сократить число отвальных гребней и разъемных борозд, необходимо чередовать вспашку загонов: один — всвал, другой — вразвал. Например, вначале пахот нечетные загоны (первый, третий) всвал, а затем четные (второй, четвертый) вразвал.

**На склонах вспашка проводится поперек, чтобы уменьшить смыв почвы и потери воды.**

Перед началом работы пахотных агрегатов на загонах отбивают поворотные полосы, обозначая их обычно проходом плуга на небольшую глубину. Выключать и включать плуг в рабочее положение следует на линии контрольной борозды. Пахота должна быть строго прямолинейной.

**Кроме загонной вспашки некоторое время применялась фигурная (круговая) вспашка.** При такой технике вспашки пахотный агрегат из рабочего положения не выключался, что вело к повышению производительности, но качество обработки было очень низким из-за большого количества огрехов, которое увеличивалось при приближении к центру загонки.

Для устранения недостатков фигурной (контурной) вспашки предлагалась так называемая комбинированная фигурная вспашка — сочетание фигурной вспашки с загонной. В этом случае на каждом

углу агрегат делал разворот с выключенным из рабочего состояния плугом и снова включался, как только плуг заходил в борозду. Вспашка проводилась в двух направлениях загонок — вдоль и поперек. При этом по диагоналям поля почва в результате разворота агрегата сильно уплотнялась.

**В горных районах и в орошаемых условиях применяется так называемая гладкая вспашка оборотными плугами.** Лучшие результаты достигаются при использовании тракторов с двухсторонним ходом. В этом случае получается челночное движение агрегата.

**Скорость движения пахотных агрегатов.** Важным резервом повышения производительности труда в земледелии и качества обработки почвы служит возрастание скоростей передвижения пахотных агрегатов.

На живой тяге почва обрабатывалась со скоростью движения плуга 3,2—4,5 км/ч. Конструкция плугов была приспособлена, к этой скорости движения. При такой скорости нельзя достичь хорошего обрабатывания обрабатываемого слоя почвы; растительные остатки и вносимые удобрения заделывались или в самую верхнюю часть пахотного слоя, или оставались на поверхности.

Вспаханное поле отличалось большой гребнистостью, с множеством крупных глыб, почва плохо крошилась, потери воды в ней достигали максимальной величины вследствие диффузного механизма передвижения водяных паров из почвы. Дно борозды в значительной степени было невыровненным, потому что плуг то сильно заглублялся, то выходил почти на поверхность почвы.

С появлением механических двигателей (тракторов) предоставлялась возможность увеличить скорости движения пахотных агрегатов, однако конструкция плугов была приспособлена к малым скоростям. Увеличение скорости передвижения плуга с 3,5—4,5 до 6,5—7,5 км/ч сопровождалось улучшением качества обработки почвы и повышением производительности труда. Это вызвало особый интерес к изучению влияния более высоких скоростей движения пахотных агрегатов на качество обработки почвы.

**Исследованиями возможностей и технической целесообразности применения повышенных скоростей при вспашке** установлено, что с переходом на более высокие скорости необходимо внести изменения в конструкцию рабочих органов плуга. Были сконструированы плуги со скоростными корпусами для работы при 9—10 км/ч.

Такие плуги работают устойчиво по глубине, причем почва хорошо крошится и рыхлится, меньше образуется глыб, поверхность

вспаханного поля становится более ровной, растительные остатки и вносимые удобрения лучше заделываются в почву, дно борозды и глубина вспашки становятся более выровненными. Кроме того, вспашку можно начинать при большем диапазоне влажности.

Однако при современной конструкции скоростных корпусов качественная вспашка наблюдается при 10—11 км/ч, а при 12—13 км/ч почва начинает «фонтанировать», и качество обработки вновь резко ухудшается.

В настоящее время ставится задача создать такие конструкции плугов, которые позволяли бы пахать с высоким качеством на скорости 15 км/ч и выше.

1. При обработке почвы реализуются задачи:

-рыхление, аэрация и крошение переуплотнённой почвы в целях придания её требуемой пористости и присущей ей механическому составу влагоёмкости, а также активизации жизнедеятельности почвенной микрофлоры и микрофауны;

-обращивание нижнего слоя почвы с находящимися на нём семенами и проросшими сорняками, а также пожнивными остатками и перемешивание с остальной частью пахотного горизонта при одновременном перемещении к поверхности питательных веществ, вымываемых дождями в нижнюю часть пахотного горизонта;

-перемешивание почвы в целях равномерного распределения в ней минеральных веществ и обеспечения растениям возможности усваивать их из всего пахотного слоя;

-уничтожение сорняков путём их подрезания и прикрытия слоем почвы;

-выравнивание поверхности поля и подготовка верхнего слоя почвы для лучшей заделки семян возделываемых культур.

2.Обработка почвы подразделяется на основную и предпосевную. Основной считается наиболее глубокая обработка — вспашка с оборотом пласта, безотвальная вспашка и плоскорезная обработка.

3.Механический состав почвы определяется, количественно соотношением трех основных ее фракций: песчаной (размер частиц 2 - 0,05 мм), пылеватой (размер частиц 0,05 - 0,002 мм) и илистой (размер частиц менее 0,002 мм). Фракция с размером частиц от 2 до 25 мм представляет собой крупнозернистую супесь, а фракция с размером частиц более 25 мм - камни.

Существенное влияние на плодородие почвы оказывает гумус, представляющий собой сложный комплекс органических соединений. Из гумуса растения потребляют необходимые им минеральные вещества. Кроме того, гумус обладает структурообразующим действием,

склеивая минеральные частицы почвы в комочки. Оптимальная для растений величина комочков - 0,15 - 10, что обеспечивает благоприятные водно-воздушные условия почвы.

Плодородной, обладающей хорошей структурой считается такая почва, в которой твердая фаза занимает 50%, почвенный воздух - 25, жидкая фаза - 25 % общего объема.

Зяблевую вспашку надо проводить при минимальном содержании в почве влаги, т. е. когда относительная влажность тяжелой почвы не превышает 60; а легкой - 80 %, поскольку в этих условиях возможно хорошее крошение пласта и качественное запахивание не уничтоженных ранее сорняков.

Качество вспашки, т.е. оборачивание, крошение и перемешивание пласта, зависит от типа рабочих органов плуга. Они же влияют и на сопротивление плуга, которое должно быть как можно меньшим. Существуют корпуса лемешных плугов с цилиндрическим, культурным, полувинтовым, вырезным, винтовым ромбовидным отвалами.

Хорошее крошение и перемешивание пласта обеспечивают корпуса плугов с цилиндрическим отвалом, однако они оказывают и максимальное сопротивление.

Культурный отвал, не столь крутой, как цилиндрический, оказывает меньшее сопротивление при вспашке, но тем не менее обеспечивает хорошее качество на большинстве пахотных земель.

Полувинтовой отвал менее крут и слабее крошит почву, чем два первых, но зато лучше оборачивает пласт.

Винтовой отвал имеет наименьшую крутизну, в наименьшей степени крошит почву и обеспечивает наименьшее сопротивление среди всех названных выше отвалов, лучше всего оборачивает пласт - почти на 180°.

Вырезной отвал лучше крошит тяжелые почвы, меньше подвергается налипанию земли на тяжелых и влажных почвах, а также забиванию на торфяных.

Ромбовидные отвалы совмещают в себе все наилучшие качества перечисленных отвалов:

- меньшее удельное сопротивление почвы вспашке;
- лучшее оборачивание и крошение пласта, а также выравнивание вспаханного поля;
- меньшую подверженность забиванию и меньшее возрастание сопротивления почвы вспашке при повышении рабочей скорости.

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

рабочих. Зону рациональной тяговой загрузки трактора (наиболее экономичные рабочие передачи), оптимальные интервалы рабочих скоростей и тяговой нагрузки находят по тяговой характеристике данного трактора.

5. Число корпусов плуга определяется из выражения

$$n = \frac{P_{KP}^H \cdot \eta_{II}}{K_{mv} \cdot a \cdot b + g_{II} (\lambda \cdot f \pm i)}. \quad (1)$$

где  $P_{KP}^H$  - номинальное усилие на крюке, кН;  $\eta_{II}$  - коэффициент использования тягового усилия,  $\eta_{II}=0,93$ ;  $K_{mv}$  — удельное сопротивление почвы вспашке, кН/м<sup>2</sup>.

$$K_{mv} = K_{II} \left( 1 + \frac{\Delta K_{II} \cdot \Delta v}{100} \right) \quad (2)$$

где  $K_{II}$  - удельное сопротивление почвы вспашке, кН/м<sup>2</sup>;  $\Delta K_{II}$  - темп нарастания удельного сопротивления в зависимости от скорости;  $\Delta v$  - приращение скорости относительно эталонной ( $v_{\text{э}} = 5$  км/ч),

$$\Delta v = v_p - v_{\text{э}} \quad (3)$$

где  $a$  - глубина вспашки, м;  $b$  - ширина захвата одного корпуса,  $b = 0,35$ ;  $g_{II}$  - вес плуга, приходящийся на один корпус, кН,  $g_{II} = 2$ ;  $\lambda$  - коэффициент, учитывающий влияние догрузки трактора при работе с навесными машинами на сопротивление передвиганию,  $\lambda = 1$ ;  $f$  - коэффициент сопротивления перекачиванию плуга  $f = 0,08$ ;  $i$  - уклон, град.

6. Производительность пахотного агрегата определяется из выражений:

$$\text{часовая} - W_q = C_W \cdot B_p \cdot v_p \cdot \tau;$$

$$\text{сменная} - W_{CM} = C_W \cdot B_p \cdot v_p \cdot T_P;$$

где  $B_p$  - рабочая ширина захвата агрегата, м;  $\tau$  - степень использования времени смены,

$$\tau = \frac{T_P}{T_{CM}}; \quad (4)$$

где  $C_W$  - коэффициент, зависящий от того, в каких единицах принята рабочая скорость движения  $v_p$ : если в км/ч -  $C_W = 0,1$ , если в м/с -  $C_W = 0,36$ .

7. Расчет нужного количества тракторов производится по выражению

$$n_{TP} = \frac{S}{D_p \cdot W_{ч} \cdot T_{CM} \cdot \kappa_{CM}}, \quad (5)$$

где  $S$  - площадь вспашки, га;  $D_p$  - количество рабочих дней, за которые надо произвести вспашку;  $\kappa_{CM}$  - коэффициент сменности (в напряженные периоды работ  $\kappa_{CM} = 2$ );  $\tau$  - коэффициент использования времени смены.

8. Определение расхода топлива производится из зависимости

$$G_T = G_{Tч} \cdot n_{TP} \cdot D_p \cdot T_{CM} \cdot \kappa_{CM}, \quad (6)$$

где  $G_{Tч}$  - часовой расход топлива трактором, кг/ч.

9. Затраты труда на весь объем вспашки можно определить по формуле

$$Z_T = m \cdot n_{TP} \cdot D_p \cdot T_{CM} \cdot \kappa_{CM}, \quad (7)$$

где  $m$  - количество механизаторов, работающих на пахотном агрегате, чел. ( $m = 1$ ).

10. Качество работы на пахоте оценивается по данным, приведенным в табл. 1 и 2.

Таблица 1 Показатели качества вспашки

Показатель	Кол-во замеров	Прибор или приспособление	Способ замера
Глубина, см.	10	Глубиномер	Измерить по диагонали участка через 50м.
Заделка пожнивных остатков и удобрений	-	Рулетка или сажень	Осмотреть поле по диагонали и замерить площади пропусков
Гребнистость	10	Сажень	Замерить по диагонали участка через 50м.
Выравненность	10	Бороздомер (линейки)	То же

Таблица 2 Оценка качества вспашки

Показатель	Градации нормативов	Баллы
Отклонение от заданной глубины вспашки, см	$\pm 1,0$	5
	$\pm 1,5$	4
	$\pm 2,0$	3
	Более 2,0	0
Гребнистость, см	4-5	2
	Более 5	0
Высота свальных гребней и глубина развальных борозд, см	Менее 6	2
	Более 6	0

При наличии на поверхности пожнивных остатков и удобрений оценка снижается.

#### ЗАДАЧА

В хозяйстве имеются тракторы различных марок и соответствующие им плуги. Почвы старопахотные с удельным сопротивлением  $\kappa_n = 52 \text{ кН/м}^2$ , глубина вспашки  $a = 22 \text{ см}$ , темп нарастания удельного сопротивления в зависимости от скорости  $\Delta \kappa_n = 3 \%$ , длина гона  $L=1200 \text{ м}$ , угол наклона  $i=2^\circ$ .

Произвести расчеты по техническому обеспечению вспашки на площади  $S = 300 \text{ га}$  за  $D_p = 8$  дней.

### **Лабораторно-практическая работа №4** **Расчёт технического обеспечения** **предпосевной обработки почвы**

#### Введение.

Предпосевная обработка почвы имеет целью сохранение влаги, уничтожение сорняков, создание рыхлого поверхностного слоя, благоприятного для роста и развития культурных растений, а также выравнивание поверхности. Предпосевная обработка под яровые культуры предполагает боронование, дискование, культивацию и прикатывание. Под озимые культуры, кроме того, требуются лушение и перелашка.

**Цель задания.** Привитие студентам практических навыков по принятию и реализации обоснованных инженерных решений.

**Содержание задания.** Каждый студент должен произвести расчеты по комплектованию и составу почвообрабатывающих агрегатов по варианту, указанному преподавателем.

В выполненном задании должны быть описаны требования, предъявляемые к предпосевной обработке. Следует подобрать состав

агрегатов, установить режим их работы и необходимое количество для выполнения работ в лучшие агротехнические сроки, определить расход топлива и трудозатраты описать основные правила оценки качества предпосевной обработки.

Методические указания.

1. Проанализировать производственные условия, в которых будет организована работа.

Пример. Организовать предпосевную обработку почвы на площади  $S = 400$  га за пять рабочих дней ( $D_p=5$ ). В хозяйстве имеются тракторы Т-150, культиваторы КПС-4, катки ЗККШ-6 и РВК-5,4. Продолжительность смены  $T_{см}=7$ ч, коэффициент сменности  $к_{см}=2$ , коэффициент использования времени смены  $\tau=0,7$ .

2. Привести основные агротехнические требования, предъявляемые к обработке (табл. 1).

3. Подобрать состав агрегата для предпосевной обработки почвы с трактором Т-150. Из тех машин, которые имеются в хозяйстве можно составить агрегаты по двум схемам:

- 1) Т-150 + культиватор, Т-150 + каток;
- 2) Т-150 + РВК-5,4.

Таблица 1 Агротехнические требования к сплошной культивации

Показатель 1	Допустимое отклонение 2
Отклонение средней фактической глубины обработки от заданной, см.	не более $\pm 1$
Подрезание сорняков лапами, % стрельчатыми рыхлящими	полное не менее 95
Высота гребней и глубина борозд, см	не более 4
Выворачивание нижних слоёв почвы	не допускается
Огрехи и необработанные полосы	не допускается

Для предпосевной обработки по первой схеме необходимы агрегата, каждый из которых выполняет одну операцию. Так, для сплошной культивации с трактором Т-150 рекомендуется использовать сцепку СП-16,2 культиватора КПС-4 и 8 средних зубовых борон БЗСС-1,0 (ширина захвата агрегата  $B_p=8$  м); для прикатывания с трактором Т-150 используются трехзвенные кольчатые катки ЗККШ-6 со сцепкой СГ-21 (ширина захвата  $B_{acr}=18$  м).

Агрегат из трактора Т-150 и РВК-5,4 за один проход культивирует почву на глубину 15 см, разрушая глыбы и комки, выравнивает и прикатывает ее. Ширина захвата агрегата  $B_{агр} = 5,4$  м.

4. Определить тяговое сопротивление агрегатов. Удельное сопротивление кольчатых катков  $\kappa_0 = 0,7$ , культиваторов -  $\kappa_0 = 2,3$ , выравнивателя -  $\kappa_0 = 0,7$  кН/м, сопротивление сцепки СП-16 -  $R_{сч} = 1,5$  кН, СГ-21 —  $R_{сч} = 1,8$  кН. Следовательно, тяговое сопротивление агрегата Т-150 + СП-16 + 2КПС-4 будет равно:  $R_a = 1,6 + 2,3 \times 8 = 20$  кН, агрегата Т-150 + СГ-21 + 3ККШ-6 —  $R_a = 1,8 + 0,7 \times 18 = 14,4$  кН.

Удельное сопротивление комбинированного агрегата складывается из суммы удельных сопротивлений культиваторов, катков, выравнивателя:  $\kappa_0 = 2,3 + 0,7 + 0,7 = 3,7$  кН/м. Полное сопротивление агрегата РВК-5,4  $R_a = 5,4 \times 3,7 = 19,98$  кН.

5. Определить рабочую передачу и часовой расход топлива. Устанавливается диапазон возможного скоростного режима с учётом агротехнических требований. Видно, что скорость движения агрегата при предпосевной обработке составляет 6 – 12 км/ч. По технической характеристике трактора Т-150 этому показателю соответствуют I - VI передачи. Зная тяговые характеристики трактора, можно рассчитать передачу и часовой расход топлива, причем нужно выбрать такую передачу, тяговое усилие которой соответствует тяговому сопротивлению агрегата, а коэффициент использования тягового усилия находится в пределах допустимого.

Так, для агрегата Т-150 + СП-16 + 2КПС-4 необходимо использовать V передачу, которой соответствуют рабочая скорость движения  $v_p = 11,44$  км/ч, тяговое усилие  $P_{кр} = 23,8$  кН, расход топлива  $G_{тч} = 28,4$  кг/ч. Для комбинированного агрегата Т-150 + РВК-5,4 также следует принять V передачу.

Из приведенных рассуждений можно сделать вывод, что предпосевную обработку целесообразнее проводить комбинированным агрегатом.

6. Определить часовую производительность и необходимое количество агрегатов для обработки заданной площади.

Для комбинированного агрегата Т-150 + РВК-5,4 определены скорость движения  $v_p = 11,44$  км/ч, ширина захвата агрегата  $B_p = 5,4$  м, известен коэффициент использования времени смены  $\tau = 0,7$ . Часовая производительность будет равна:

$$W_q = C_w \cdot B_p \cdot v_p \cdot \tau = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 11,4 \cdot 0,7 = 4,3 \text{ га/ч.}$$

Необходимое количество агрегатов будет равно:

$$na = \frac{S}{D_p \cdot W_q \cdot T_{cm} \cdot k_{cm}} = \frac{4000}{5 \cdot 4,3 \cdot 7 \cdot 2} = 13,29 \quad (1)$$

Округлив до большего целого числа, получим  $na = 14$ .

7. Определить расход топлива на весь объём работы по выражению:

$$Gm = Gmч \cdot na \cdot D_p \cdot T_{cm} \cdot k_{cm} = 28,4 \cdot 14 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 2 = 27832 \text{ кг.}$$

8. Определить трудовые затраты на весь объём работы:

$$ЗТ = \frac{n_M}{W_q} \cdot S = \frac{1}{4,3} \cdot 4000 = 930 \text{ чел.-ч.} \quad (2)$$

9. Перечислить основные показатели качества работы культиваторов и агрегатов с РВК и методику их определения. Контроль и оценку качества культивации следует проводить, используя данные табл. 2.

Таблица 2 Контроль и оценка качества культивации

Показатель	Норматив	Балл	Метод определения
Отклонение от заданной глубины обработки, см	$\pm 1$	3	Измерить глубину культивации в 10 метрах по диагонали
	$\pm 2$	2	
	Более 2	0	
Гребнистость, см	3	3	Замерить длину профиля поперёк направления культивации шнуром (10м), соединённым 2-метровой линейкой
	4	2	
	5	1	
Засорённость, шт./10м <sup>2</sup>	0	3	Подсчитать количество сорняков на заданной площади в 5-кратной повторности по диагонали поля
	2	2	
	4	1	
	Более 4	0	

## **Лабораторно-практическая работа №5** **Расчёт технического обеспечения** **посева зерновых**

### **ВВЕДЕНИЕ**

К организации посева предъявляются жесткие требования, что обусловлено необходимостью обеспечения высокого качества и чрезвычайно сжатыми сроками.

Цель задания. Закрепить теоретические знания студентов и привить навыки самостоятельного решения производственных задач

Содержание задания. Студент должен произвести расчеты по варианту, указанному преподавателем. Исходная информация содержится в задании: недостающие показатели студент принимает самостоятельно с последующей ссылкой на литературный источник.

В выполненном задании должны быть указаны агротехнические требования к посеву и показатели, характеризующие эффективность работы посевных агрегатов; расчеты по определению суточного и сменного темпа проведения работ для обеспечения посева в лучшие агротехнические сроки; расчет состава и часовой производительности посевного агрегата.

Должны быть определены структура и количественный состав основных и вспомогательных звеньев посевного комплекса, произведен расчет необходимого количества топлива, описаны правила контроля качества посевных работ.

**Посев** (*сев*) — внесение семян в специально подготовленную почву. Термин применяется для определения посева зерновых, там где традиционно семена разбрасывались пригоршнями, массово, без подсчёта, то есть сеялись. Норма посева рассчитывается в штуках, но на практике отмеряется по массе, в килограммах на гектар.

Там где посадочный материал сажают под счёт, индивидуально, применяется термин «посадка», (например, *посадка картофеля* или *посадка малины*).

### **Норма высева**

Количество семян высеваемое на единицу площади (гектар). Рекомендуюмую норму высева указывают в сертификате на семена. Занижение нормы высева снизит урожайность, а завышение приводит к взаимной конкуренции растений за воду, свет и минеральные питательные вещества, что тоже скажется на урожае. Норма высева сильно зависит от всхожести семян, потерь при перезимовке, кустистости,

наличия влаги и минеральных веществ в почве, прогноза по осадкам на сезон, способа посева.



Ручной посев. Россия, начало XX века. 



Современный посевной агрегат 

Например, для озимой пшеницы это традиционно 5 млн. штук/га или 200 кг/га. Потери перезимовки 12% (при удачной перезимовке) и невсхожесть примерно 12%, то есть 1/4 посеянных зёрен не взойдёт. Итого на поле будет 3,75 млн. ростков, что при весе колоса 1 грамм и коэффициенте кустистости 1,2 даст урожай 45 ц/га.

### **Глубина заделки семян**

Глубина расположения семени в почве при котором оно имеет оптимальные условия для прорастания и укоренения. Очень важное значение для роста растений имеет глубина заделки семян. Если семена высеять в одно время, но на разную глубину, то семена, заделанные очень мелко, прорастают раньше других, но затем всходы их развиваться не могут, так как верхний слой почвы быстро высыхает. При

глубокой заделке семян всходы имеют тонкие слабые стебли и короткие корни. Если семена заделаны в почву слишком глубоко, ростки не могут достичь поверхности земли и растения погибают. Наиболее удачны всходы при заделке семян на глубину 3—5 см.

### **Виды посева**

Геометрия посева предполагает глубину заделки семян - вертикальное расположение в почве, и взаиморасположение семян по площади - горизонтальное расположение друг от друга. Глубина заделки подбирается для каждой культуры или сорта эмпирически. Желательно, чтобы все семена по вертикали располагались на одной глубине от поверхности земли. Чтобы с как можно меньшим количеством посевного материала получить наиболее высокий урожай, необходимо равномерное разбрасывание семян на поле. Посев производится рукой, или машинами.

Различают следующие виды посева: разбросной, рядовой (строчный) и сплошной.

#### **Разбросной посев**

При разбросном посеве семена разбрасываются рукой по поверхности поля. Равномерно распределяет семена по поверхности поля, но они лежат на земле. Для заделки семян в землю проходят бороной, получается различная глубина заделки (главный минус разбросного посева). С появлением сеялок метод перестал применяться.

#### **Рядовой (строчный) посев**

При рядовом посеве в земле прорезается щель, в которую высыпается цепочка семян. Обеспечивает одинаковую глубину заделки семян, сеялки просты в использовании и обслуживании. В 2013 году это был основной способ посева для большинства зерновых (пшеницы, ячменя, ржи, кукурузы, подсолнечника). Главный минус метода — неравномерность распределения: в строчках семенам вскоре становится тесно, а рядом — пустые междурядья, как правило по 15 см шириной, где земля пересушивается и заполняется сорняками

Именно поэтому у метода очень много разновидностей:

- **узкорядный** с междурядьем 7,5—10 см (попытка уменьшить междурядья и «включить» их в работу, уменьшение междурядья на 1 см даёт прибавку к урожаю на 1%);
- **перекрёстный рядовой**, сеют в строчку вдоль, потом поперёк, пытаясь погуще засеять поле, однако сеялка проходит по полю дважды;
- **пунктирный или точный высев**, появился благодаря внедрению процессоров и датчиков поштучно подсчитывающих семена.

Метод позволяет выкладывать на погонный метр рядка заданное количество семян с равным промежутком. Массово применяется для так называемых пропашных культур (кукурузы и подсолнечника), с междурядьем 70 см для прополки и внесения удобрений;

- **ленточный (полосный) посев** (ещё одна попытка занять междурядья) строчку делают шире за счёт прорезания в почве канавки пошире и рассеивания семян лентой до 10 см.

Обычные размеры междурядья: овёс, яровая пшеница, рожь, ячмень, вика — 10—20 см; клевер, люцерна, эспарцет, горчица, пшеница, горох — 12—20 см; гречиха, бобы — 14—30 см; люпин, полевая репа, морковь, зелёный рапс — 17—36 см; сахарная свекла, репа, рапс — 22—50 см; кормовая свекла — 86—70 см.

### **Сплошной посев**

Доступность процессоров и современных материалов позволило создать машины для технологии посева, которая соединяет в себе равномерное распределение по полю (как в расбросном посеве) и в то же время одинаковую глубину заделки (как в строчном посеве). Этот метод ещё называют подпочвенно-разбросной. Процесс происходит во временно образованной полости (0,5сек), под волной грунта, которую поднимает культиваторная лапа. Семена подаются по трубкам-семяпроводам под культиваторную лапу и там специальными рассекающими потоком семян распределяется веером. Сверху семена сразу же накрываются слоем поднятой земли. После сеялки остаются ленты посева до 30 см шириной который стыкуются друг с другом, то есть без междурядий. Вопрос забивания трубок-семяпроводов решён с помощью оптических датчиков. Они отслеживают количество пролетающих семян и сигнализируют на пульт тракториста об снижении или прекращении потока семян. Сплошной посев оптимальнее заполняет пространство поля, позволяет увеличить норму высева с 5млн. семян до 7млн. (по пшенице). При этом растения не загущены, им хватает площади питания и освещения, сорнякам не остаётся свободного места. Возможно сеять все известные зерновые культуры, кроме кукурузы на зерно.

### **Время посева**

Растения, которые хорошо переносят зиму, высеваются осенью, как озимые, что позволяет им быстрее развиваться весной, напротив, растения, в начале своего развития чувствительные к холоду, высеваются весной в качестве яровых. Время посева для каждого отдельного растения определяется потребностью растения в тепле и влаге при прорастании и дальнейшем развитии и подготовленностью и влажностью почвы. Семена, посеянные слишком ранней весной, не прораста-

ют совсем или медленно и могут легко загнить, ростки — замёрзнуть и, кроме того, в этом случае растения заглушаются сорной травой. Своевременным оказывается наиболее ранний посев тех растений, которые требуют при прорастании большой влажности, или располагают длинным вегетационным периодом. В суровом, влажном климате, в горах, на связных почвах нужно сеять позднее; в мягком, сухом климате и на рыхлых почвах — раньше.

### **Посевной материал**

В качестве посевного материала служат семена или с собственных полей, или покупные. Если посевного материала требуется немного, то под семена оставляют часть засеянного поля, где растения лучше развились. О растениях заботятся и собирают с особенной тщательностью. Собранные растения сохраняются в соломе в прохладном и сухом месте вплоть до употребления. Улучшение сортов растений достигается путём селекции.

При выборе посевного материала принимается во внимание следующие факторы: всхожесть семян; форма величина и вес зёрен; окраска и запах зёрен; подлинность сорта; чистота зёрен.

### **Всхожесть семян**

Для посева употребляют только совершенно зрелые семена, достигшие полной спелости и способные дать сильные ростки. Но так как большей частью семена в складах (амбарах) в короткое время теряют свою всхожесть (например, злаки — после 2 лет, масличные культуры — после 3 лет, конопля, лён — после 4 лет, стручковые — после 5 лет), то обыкновенно для посева берутся семена, полученные с последней жатвы. Уклонение от этого правила может быть допущено в том случае, если семена предыдущего года крупнее и лучшего качества, но и тогда соответственно должна быть увеличена густота посева. Чтобы убедиться во всхожести семян, производят испытание на всхожесть. Достаточно заставить прорасти 100—200 семян на тарелке, поставленной в тёплом месте, между листами фильтровальной бумаги, смачиваемой водой. Для более научного определения всхожести пользуются особыми аппаратами, например Либенберга, Гольдеведе и Шэньяна, колокольным аппаратом Штейнера. Чтобы, по возможности, приблизиться к условиям действительности, эти аппараты помещают в термостаты, снабжённые терморегуляторами, и таким образом, проращивание происходит при определённой температуре. Всхожесть хороших семян злаков, рапса, красного клевера доходит до 95—100 %. При испытании всхожести семян, кроме процента проросших семян, обращают внимание также на быстроту прорастания.

Перед посевом семена обрабатывают протравителями.

### **Форма, величина и вес зёрен**

Употребляемые для посева семена не должны быть разбиты, а картофельные клубни — повреждены насекомыми. Сморщенные зёрна являются признаком неполного развития или следствием уборки жатвы в сырую погоду. Полновесные зерна всегда следует предпочитать лёгким; они отбираются с помощью сортировок. Чем больше абсолютный вес зерна, тем лучшие растения могут быть из него получены, и тем крупнее и лучшего качества семена можно ожидать при жатве. Объёмный вес или вес единицы объёма (количество кг на 1 гектолитр) во многих случаях для семян злаков и других растений служит показателем их достоинства; он зависит главным образом от формы и величины зёрен, менее от биологических их свойств. Для определения объёмного веса служат хлебные весы.

### **Окраска и запах зёрен**

Каждый род семян отличается особенной, свойственной ему окраской и специфическим запахом. Ненормальная окраска указывает на неправильный сбор и хранение, затхлый запах на разрушение вещества семян, в пшенице запах гнилой рыбой или гнилыми яйцами — на присутствие гриба.

### **Подлинность сорта**

Это важно потому, что всегда следует выбирать сорта, наиболее подходящие к данным почвенным и климатическим условиям.

### **Чистота**

Посевной материал всегда должен быть очищен посредством сит или сортировок и зерночистилок от сорной растительности и других посторонних примесей. Достоинство посевного материала может быть выражено произведением процента чистоты на процент всхожести, в свою очередь выраженным в процентах; например для пшеницы чистота 99,5 % и всхожесть 92 %, следовательно её достоинство выразится 91,5 %.

1. Описать производственные условия, в которых будет производиться посев.

Пример. Организовать посев зерновых на площади  $S = 4000$  га, расстояние от поля до центральной усадьбы  $s = 5$  км, длина гона  $L = 800$  м. Посев производится агрегатами Т-150К + СЗ-3,6. Продолжительность посева  $D_p = 5$  дней. Коэффициент сменности  $\kappa_{см} = 2$ , коэффициент использования времени смены  $\tau = 0,65$ , продолжительность смены  $T_{см} = 7$  ч. Агротехнически допустимая скорость движения  $v_p = 10$  км/ч, удельное сопротивление сеялок  $\kappa_0 = 2,3$  кН/м.

2. Привести основные агротехнические требования, предъявляемые к посеву зерновых.

3. По условию задания сев надо произвести за пять дней. Значит, при площади 4000 га в сутки необходимо засеять 800 га, а за смену - 400 га.

4. Известно, что состав машинно-тракторного агрегата определяется с учетом тяговых возможностей энергетического средства, технологически допустимых рабочих скоростей и удельных тяговых сопротивлений рабочих машин.

В нашем примере агротехнически допустимой скорости движения трактора Т-150К соответствует III передача с тяговым усилием  $P_{кр} = 28,9$  кН и скоростью движения  $v_p = 10$  км/ч.

Определим возможную ширину захвата:

$$B_B = \frac{P_{кр}}{\kappa_O} = \frac{28,9}{2,3} = 12,6 \text{ м.} \quad (1)$$

Найдем число машин в агрегате ( $v_m = 3,6$  м):

$$n = \frac{B_B}{v_m} = \frac{12,6}{3,6} = 3,5. \quad (2)$$

Округлив в сторону уменьшения до целого числа, получим  $n = 3$ . Это значит, что для составления агрегата необходима сцепка. Выбираем сцепку СП-11 с сопротивлением  $R_{сч} = 1,8$  кН.

Сопротивление агрегата будет равно:

$$R_a = \kappa_O \times v_m \times n + R_{сч} = 2,3 \times 3 \times 3,6 + 1,8 = 26,64 \text{ кН.} \quad (3)$$

Коэффициент использования тягового усилия

$$\eta_{исп} = \frac{R_a}{P_{кр}} = \frac{26,64}{28,9} = 0,92. \quad (4)$$

Часовая производительность такого агрегата будет равна:

$$W_q = 0,1 \times v_m \times n \times v_p \times \tau = 0,1 \times 3,6 \times 3 \times 9,15 \times 0,65 = 6,42 \text{ га/ч.} \quad (5)$$

5. Определить количественный состав посевного звена. Число посевных агрегатов, необходимых для выполнения посевных работ, можно найти из выражения

$$n = \frac{S}{D_p \cdot W_q \cdot T_{CM} \cdot k_{CM}} = \frac{4000}{5 \cdot 6,42 \cdot 7 \cdot 2} = 8,9. \quad (6)$$

Округлив до целого большего числа, получим  $n_a = 9$ .

6. Рассчитать параметры вспомогательного оборудования (маркеры, слепоуказатели).

Для обеспечения прямолинейности движения и одинаковой ширины стыковых междурядий посевные агрегаты оборудуют маркерами и следоуказателями. Маркер представляет собой приспособление, оставляющее в почве след в виде неглубокой борозды. По этому следу тракторист направляет следоуказатель, устанавливаемый в передней части трактора.

Вылет маркера называется проекция расстояния от крайнего рабочего органа (сошника) до линии, проводимой маркером. Различают вылет маркера вправо ( $X_{np}$ ) и влево ( $X_{л}$ ). Для трехсеялочных агрегатов вылет правого и левого маркеров одинаков:

$$X_M = \frac{B_P + e_{MP} - l}{2} = \frac{10800 + 150 - 1680}{2} = 4635 \text{ мм} \quad (7)$$

где  $B_{MP}$  - ширина междурядья, мм;  $l$  - расстояние между осями передних колес, мм.

Вылет следоуказателя равен:

$$X_C = \frac{B_P + e_{MP}}{2} - X_M = \frac{10800 + 150}{2} - 4635 = 840 \text{ мм} \quad (8)$$

### 7. Определить состав звена по транспортировке и загрузке семян.

Транспортировку и загрузку семян в сеялку необходимо производить автомобильными заправщиками типа ЗСА-40. При этом надо допустить, что средняя скорость движения автопогрузчика  $V_a = 30$  км/ч, грузоподъемность автопогрузчика  $Q_a = 2$  т, время заправки автопогрузчиком одной сеялки  $t_3 = 3$  мин (трех сеялок - 10 мин, или 0,17 ч), время погрузки семян в автопогрузчик при производительности зернопульта ЗМ-60 60 т/ч  $t_{II} = 2/60 = 0,03$  ч. Время движения автопогрузчика с грузом и без груза  $t_{об} = 2 \times 5/30 = 0,3$  ч. Тогда время рейса автопогрузчика равно:

$$t_p = t_n + t_{об} + t_3 = 0,03 + 0,3 + 0,17 = 0,5 \text{ ч.} \quad (9)$$

Необходимое количество автопогрузчиков при норме высева  $H = 0,2$  т/га равно:

$$n_n = \frac{n_a \cdot W_{ч} \cdot t_p \cdot H}{Q_a} = \frac{9 \cdot 6,420,5 \cdot 0,2}{2} = 2,89 \quad (10)$$

Округляя до большего целого числа, получим  $n_{II} = 3$ .

### 8. Определить потребность в топливно-смазочных материалах.

Потребность в топливе и смазочных материалах для проведения посева можно определить, если предварительно рассчитана или из-

вестна норма расхода топлива на выполнение технологической операции.

Часовой расход топлива при работе под нагрузкой, при переездах и поворотах определяют по типовой тяговой характеристике. Нормы расхода топлива для механизированных операций приводятся в справочной литературе.

Установив норму расхода топлива, потребность в нем на выполнение посева определяют как произведение нормы на общий объем работ в физических гектарах.

Для рассматриваемого примера часовой расход топлива при рабочем ходе составляет  $G_{мч} = 30,38$  кг/ч. Общий расход топлива для посева будет равен:

$$G_{ТА} = G_{Тч} \cdot D_P \cdot n_a \cdot T_{CM} \cdot k_{CM} = 30,38 \cdot 5 \cdot 9 \cdot 7 \cdot 2 = 19139 \text{ кг.} \quad (11)$$

Общее количество смазочных материалов и пускового бензина находится в процентном отношении к израсходованному топливу. Индивидуальные нормы расхода масла для трактора Т-150К, согласно справочным данным, составляют: моторного - 3,8 %, трансмиссионного - 0,6, промышленного и специального назначения (для гидросистем) - 0,4, пускового бензина - 1,0 %. Следовательно, расход моторного масла

$$G_{MM} = \frac{3,8 \cdot 19139}{100} \approx 727 \text{ кг,} \quad (12)$$

трансмиссионного

$$G_{TM} = \frac{0,6 \cdot 19139}{100} \approx 115 \text{ кг,} \quad (13)$$

масла для гидросистем

$$G_{ГМ} = \frac{0,4 \cdot 19139}{100} \approx 77 \text{ кг,} \quad (14)$$

расход пускового бензина

$$G_B = \frac{1 \cdot 19139}{100} \approx 191 \text{ кг.} \quad (15)$$

9. Описать правила контроля качества посева зерновых. Следует отметить, что при первых проходах агрегата и затем не реже двух-трех раз в смену надо проверить норму высева, глубину заделки семян, ширину стыковых междурядий между соседними сеялками в агрегате и смежными проходами агрегата.

## **Лабораторно-практическая работа № 6** **Расчёт технического обеспечения** **уборки трав на сено**

### **ВВЕДЕНИЕ.**

Главным условием повышения продуктивности животноводства является создание прочной и полноценной кормовой базы. Основой различных кормов являются естественные и сеяные травы. Качество кормов и эффективность их заготовки зависят от видов сельскохозяйственных культур, сроков уборки и применяемой технологии.

**Цель задания.** Закрепить теоретические знания и привить навыки решения производственно-технических задач в области механизации кормопроизводства.

**Содержание задания.** Задание должно быть выполнено в соответствии с вариантом, указанным преподавателем.

В выполненном задании должны быть указаны агротехнические требования, предъявляемые к заготовке кормов, обоснована технологическая схема. Следует определить режим работы кормоуборочных машин и их необходимое количество, обосновать состав звеньев для погрузки, транспортировки и укладки на хранение рассыпного и прессованного сена, установить трудозатраты на заготовку 1 т рассыпного сена. Указать основные правила контроля качества при проведении заготовки рассыпного сена.

### **Технология заготовки сена**

Сено – это вид объемистого корма, полученный путем обезвоживания скошенной зеленой массы в процессе естественной сушки или активного вентилирования.

Сено – важнейший компонент полноценного кормления животных в зимне-стойловый период, источник грубоволокнистой клетчатки, необходимой для нормального функционирования желудочно-кишечного тракта животных, протеина, сахаров, витаминов, минеральных веществ.

По питательности 1 кг сена среднего качества содержит 40-60 г перевариваемого протеина, 40-45 г сахаров, минеральные вещества, микроэлементы, витамины и приравнивается к 0,5 к.ед.

Установлено, что обязательной составляющей частью рациона молочных кормов должно быть сено хорошего качества, что позволяет без использования концентрированных кормов получать 15-16 л молока в сутки от коровы.

При скармливании высококачественного сена можно удовлетворить потребность животных в кормовых единицах на 40-50%, в перевариваемом протеине – на 35-40%, более чем на 50% – в минеральных веществах и практически полностью в каротине.

Итак, качественное сено в рационе – это, прежде всего, здоровье и долголетие животных, их высокая продуктивность и ежегодное стабильное получение здоровых телят.

Для обеспечения нормальных процессов в желудочно-кишечном тракте крупного рогатого скота в стойловый период необходимо ежедневно скармливать не менее 1,5 кг сена в расчете на 1 центнер живой массы.

Важный показатель химического состава – клетчатка, содержание которой меняется в зависимости от фазы развития растений. В молодых растениях она состоит преимущественно из целлюлозы, в более старых растениях стенки клеток грубеют, и количество клетчатки возрастает, ее перевариваемость и качество сена снижаются. Именно поэтому при заготовке сена такую важную роль играет соблюдение оптимальных фаз сбора растений и их смесей.

Клетчатка растений, собранных в оптимальные фазы, физиологически важна не только как источник энергии, но и как фактор, обеспечивающий нормализацию пищеварения. Коровам в период лактации клетчатка необходима для образования летучих жирных кислот, особенно уксусной – как основного предшественника жира молока. Оптимальное содержание клетчатки в рационах крупного рогатого скота – 22-27%.

Минеральные вещества представлены в сене преимущественно такими элементами как кальций, фосфор, калий, хлор, железо, сера. Больше всего их содержится в сене из бобовых растений. Следует отметить, что основу питательности сена определяет содержание в нем листьев, сохранности которых при заготовке сена следует уделять серьезное внимание.

Химический состав сена не постояен, а зависит от целого ряда факторов, включая агротехнические мероприятия при выращивании и технологии заготовки и хранения сена.

Качественное сено имеет зеленоватый цвет, приятный свежий запах, без пыли, влажность – не выше 17%.

Важный фактор получения сена высокого качества – уборка трав в ранние фазы вегетации. Высокое содержание питательных веществ и витаминов в молодых травах объясняется, прежде всего, их облиственностью. В листьях содержится в 2-2,5 раза больше перевариваемого протеина и в 10 раз больше витаминов, чем в стеблях. В моло-

дых бобовых травах на долю листьев приходится 40-50% массы. По мере старения растений соотношение листьев и стеблей меняется в сторону увеличения доли последних, резко снижаются содержание питательных веществ и их перевариваемость.

При заготовке сена любым способом первая технологическая операция – скашивание трав.

Качество сена зависит от времени уборки. Фазы развития кормовых культур довольно быстро сменяются. Поэтому уборку трав на сено по каждому типу сенокосов следует начинать в оптимальные сроки и заканчивать в течение 8-10 дней. Задержка со сроками уборки приводит к неоправданно большому недобору наиболее ценных питательных веществ. Оптимальный срок уборки бобовых трав для получения высококачественного сена – фаза бутонизации, злаковых – колошение. При скашивании злаковых в начале колошения, по сравнению с фазой цветения, сбор кормовых единиц с 1 га выше на 24%, перевариваемого протеина – на 35%. А вот уборку бобовых следует заканчивать в начале их цветения.

Для уменьшения потерь питательных веществ сено следует собирать в короткие сроки, что можно обеспечить лишь при полной механизации процессов заготовки.

Небольшие площади трав на сено скашивают косилками, большие – КДП-4, КТП-6. На больших площадях используют самоходные косилки-плющилки, которые за один проход выполняют три технологические операции – скашивание, прокатка и формирование валка.

Сушка трав – важный и ответственный этап заготовки сена. Растительная масса содержит значительное количество воды (до 80%), которая содержится в межклеточных капиллярах растительных тканей. Эта вода испаряется быстро. Другая ее часть (до 20%) входит в состав клеток, поэтому испаряется очень медленно.

Листья бобовых растений высыхают быстрее, чем стебли. В связи с неравномерностью высыхания различных частей растений из-за различной поверхности испарения и содержания влаги листья часто пересыхают и осыпаются при подборе сена, поэтому целесообразно производить плющение бобовых. Плющение способствует более быстрому (в 1,5–2 раза) и равномерному подсыханию сена.

Во время сушки трав плющенная масса высыхает на третьи-четвертые сутки после скашивания, не плющенная – на 6-7 день.

Для равномерного высыхания растительной массы используют шевеление. Особенно в шевелении нуждаются высокоурожайные сенокосы. Первое шевеление применяют одновременно или вслед за скашиванием, последующие – по мере подсыхания верхнего слоя тра-

вы. Шевеление скошенной массы, сгребание ее в валки и переворачивание осуществляют колесно-пальцевыми (ГВК-6) или ротационными граблями (ГВР-6). Применяют также поперечные тракторные грабли ГТП-6 и ГПП-6 и широкозахватные грабли 2ГП-2-14А. В валках растительную массу просушивают до соответствующего уровня в зависимости от технологии заготовки сена.

Интенсивность испарения воды из травы зависит от:

- погодных условий – низкая влажность воздуха вызывает быстрое испарение воды из растений, однако при достижении влажности 40-45% у злаков и 50-55% у бобовых трав скорость испарения воды замедляется;

- химического состава растений и толщины стебля – высокое содержание в растениях белков и углеводов способствует плохой водоотдаче; бобовые травы высыхают дольше злаковые в среднем на 24-48 часов;

- фазы развития растений – молодые растения высыхают быстрее, чем в более поздних фазах развития, так как они содержат больше коллоидных веществ и меньше клетчатки.

При сушке меняется состав питательных веществ срезанных растений. Последовательно проходят два процесса: физиолого-биохимический – голодный обмен – в процессе привяливания травы и биохимический – автолиз – при следующем досушивании.

Голодный обмен протекает сразу же после скашивания трав и продолжается до полного прекращения жизнедеятельности растений. Отмирание клеток в различных видах проходит при влажности 35-65% и сопровождается интенсивным потреблением сахаров (потери сахаров составляют более 20%, а каротина – 50%).

Автолиз проходит в отмерших клетках под действием ферментов и сопровождается разложением и потерей белка, аминокислот, крахмала, сахаров. При быстром досушивании потери азотистых веществ незначительны. Длительное досушивание приводит к потере 25-30% белковых веществ и более 50% каротина. Следовательно, при сушке сена необходимо до минимума сократить период автолиза.

Разработаны различные мероприятия, способствующие сокращению потерь питательных веществ от физиолого-биохимических процессов при сушке.

Наиболее распространенный из них – воздушная сушка в полевых условиях. Сухая теплая погода способствует быстрому привяливанию травы, а шевелением доводят влажность растительной массы до 55-60%. Дальнейшее досушивание до 25-30% влажности проходит в валках. Длительность периода сушки – 3-5 дней

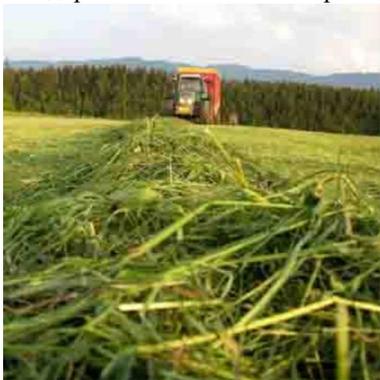
Недосушенное сено быстро плесневеет, поэтому его высушивают до такого уровня влажности, при котором плесень не развивается. Влажность сена не более 17% обеспечивает его надежное хранение.

Сено, которое попало под дождь, теряет свои кормовые качества: покрывается плесенью, приобретает неприятный запах, «горит», стебли и листья становятся ломкими. Кормовая ценность снижается, потому что теряется около 50% протеина и других питательных веществ.

Важно обеспечить своевременную и правильную закладку сухого сена для дальнейшего хранения. Целесообразнее хранить его возле животноводческих ферм.

На месте закладки скирд и стогов поверхность почвы покрывают 20-30 см слоем соломы. Начинают и заканчивают укладку сена в скирды сеном худшего качества, а сверху укрывают соломой.

Хорошо сохраняется прессованное сено в тюках и рулонах. Для прессования сена из валков применяют пресс-подборщики. С целью уменьшения механических потерь сено прессуется при влажности 22-24%. Тюки с сеном, сложенные для дальнейшего подсушивания до стандартной влажности в пирамиды, сохраняются под навесами.



Сено можно убирать по трем технологическим схемам:

- подбор валков подборщиком-копнителем ПК-1,6А, досушивание в копах, перевозка копен к месту стогования стоговозом СПУ-4,0, волокушей ВНШ-3,0 или другими транспортными средствами, скирдование сена погрузчиком-стогометателем ПФ-0,5;

- подбор сена из валков пресс-подборщиками типа ПРП-1,6, погрузка рулонов в транспортные средства приспособлением ППУ-0,75, транспортировка прицепами 2ПТС-4-887А и укладка в штабеля стого-

метателем, оборудованным приспособлением для погрузки и укладки рулонов ППУ-0,75;

- подбор сена из валков пневматическими подборщиками-стогаобразователями СПТ-60, перевоз стогов к месту хранения прицепными стоговозами СП-60.

Порядок выполнения задания следующий.

1. Описать производственные условия организации механизированных работ по заготовке кормов.

*Пример.* Организовать работу технологического комплекса на заготовке прессованного сена массой  $Q_{ПР} = 3000$ т и рассыпного сена  $Q_P = 4000$ т при урожайности травосмеси  $U_T = 20$  т/га. Продолжительность заготовки  $D_P = 10$  дней, время смены  $T_{СМ} = 7$  ч, коэффициент сменности  $K_{СМ} = 2$ , коэффициент использования времени смены  $\tau = 0,8$ . Поля хозяйства ровные, с длиной гона  $L = 800$  м. Скирдование рассыпного сена производится на краю поля. Рулоны складываются у фермы, расстояние их перевозок  $s = 4$  км. В хозяйстве имеются следующие машины: косилки-плющилки Е-301, грабли ГВР-6,0, подборщики-копнители ПК-1,6А, погрузчики ПФ-0,5, тракторы МТЗ-80, стоговозы СПУ-4,0.

2. Описать основные агротехнические требования, предъявляемые к заготовке кормов.

Получение высококачественного сена во многом зависит от сроков уборки трав. Растения рекомендуется скашивать на сено в фазе бутонизации бобовых и колошения злаковых в большинстве зон России. Общая продолжительность периода заготовки сена не должна превышать 10 - 15 дней.

Технологию и комплекс машин выбирают с таким расчетом, чтобы устранить излишнее ворошение, перетряхивание, что снижает качество сена и увеличивает его потери.

Высота среза растений для естественных сенокосов и сеяных трав при первом укосе должна составлять 5 - 6, при втором - 6 - 7 см. Срез луговых и сеяных трав (1-го года) не должен быть ниже 10 - 12 см, однолетние травы и их смеси скашивают на высоте 4 - 6 см. Допустимое отклонение высоты среза от установленного уровня -  $\pm 0,5$  см по всей длине режущего аппарата. Необходимо обеспечить их ровный и полный срез, чтобы растения не выдергивались из почвы, а корни их не попадали в скошенную массу.

Общие потери при скашивании трав не должны превышать 2%. Ширина валка должна быть меньше ширины захвата подборщика.

Башмаки режущих аппаратов не должны проходить по несрезанной траве, поскольку это увеличивает потери.

3. Описать технологические схемы заготовки прессованного и рассыпного сена.

Травы скашивают косилками КС-2.1М, КРН-2,1 или косилками-плющилками Е-301. Для ворошения травы в валках применяют колесно-пальцевые грабли ГВК-6А или ротационные грабли-ворошилки ГВР-6. Эти же или поперечно-навесные грабли ГП-10 и ГПП-6 можно использовать для сбора травы в валки.

4. Определить режим работы кормоуборочных машин на заготовке прессованного (в рулонах) и рассыпного сена. При этом надо учитывать, что однофазная уборка сена - подбор его из валков с прессованием в тюки (рулоны) - имеет существенные преимущества по сравнению с многофазной: повышается качество и уменьшаются потери сена, значительно сокращаются затраты труда, облегчаются и удешевляются его перевозка и хранение сокращается продолжительность сушки, так как для прессования подбирают сено влажностью не более 26%.

Рулонный пресс-подборщик ПРП-1,6 агрегируется с тракторами тягового класса 14 кН. Рабочая скорость  $v_p = 6 - 9$ . Пресс подбирает сено из валков шириной 1,0 - 1,4 м. Диаметр рулона составляет 1,5 м, длина - 1,4 м, масса - 500 кг, щ производительность  $W_{чПП}$  - 13 - 15 т/ч.

Подборщик-стогообразователь СПТ-60 агрегируется с трактором Т-150К. Рабочая скорость  $v_p = 6 - 9$  км/ч, масса стога 8000 кг, производительность 18 т/ч.

Стоговоз СП-60 агрегируется с колесными тракторами класса 14 - 30кН. Рабочая скорость  $v_p = 6 - 12$  км/ч, масса перевозимого стога 8000 кг, производительность 6 - 12 т/ч.

Подборщик-копнитель ПК-1,6А агрегируется с тракторами класса 14 кН. Рабочая скорость  $v_p = 5 - 9$  км/ч, масса тюка 300 кг, производительность 7 - 9 т/ч.

Погрузчик-стогометатель ПФ-0,5 имеет производительность 15 - 18 т/ч, разовый подъем до 500 кг.

5. Определить необходимое количество рулонных пресс-подборщиков исходя из данных, приведенных в п. 1, и используя выражение (1):

$$n_m = \frac{Q_{ПР}}{W_{чПП} \cdot D_p \cdot T_{CM} \cdot \kappa_{CM} \cdot \tau} = \frac{3000}{14 \cdot 10 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 0,8} = 1,91 \quad (1)$$

Округляя до большего целого числа, получим  $n_{ПП} = 2$ .

6. Определить необходимое количество подборщиков-копнителей ПК-1,6 для заготовки рассыпного сена. Приняв производительность  $W_{\text{ПК}} = 8$  т/ч, будем иметь:

$$n_{\text{нк}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{W_{\text{ПК}} \cdot D_{\text{р}} \cdot T_{\text{см}} \cdot \kappa_{\text{см}} \cdot \tau} = \frac{4000}{8 \cdot 10 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 0,8} = 4,46 \quad (2)$$

Округляя до большего целого числа, получим  $n_{\text{ПК}} = 5$ .

7. Определить состав звена для погрузки, транспортировки укладки рассыпного сена на хранение.

При заготовке сена с подбором валков подборщиком-копнителем ПК-1,6А, досушкой в копнах, транспортировкой и укладкой в скирды погрузчиком-стогометателем ПФ-0,5 отпадает необходимость в стоговозах или волокушах. Необходимое количество погрузчиков-стогометателей при коэффициенте использования времени смены  $\tau = 0,6$  будет равно:

$$n_{\text{ПС}} = \frac{4000}{16,5 \cdot 10 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 0,6} = 2,89$$

Округляя до большего целого числа, получим  $n_{\text{ПС}} = 3$ .

8. Определить затраты труда на заготовку 1 т рассыпного сена. В технологии заготовки рассыпного сена используются машины Е-301, ГВР-6,0, ПК-1,6А, ПФ-0,5.

Затраты труда ( $Z_T$ ) на единицу выполненной работы рассчитывают по формуле

$$Z_T = \frac{m_0}{W_{\text{ч}}}, \quad (3)$$

где  $m_0$  - количество персонала, обслуживающего агрегат, чел.;  $W_{\text{ч}}$  - часовая производительность агрегата, га/ч (т/ч).

Если использовалось несколько агрегатов, то затраты труда будут равны сумме затрат по каждому агрегату. В рассматриваемом случае необходимо суммировать затраты при скашивании ( $Z_{\text{ТСК}}$ ), сгребании ( $Z_{\text{ТСГ}}$ ), копнении ( $Z_{\text{ТК}}$ ) и погрузке со скирдованием ( $Z_{\text{ТПОГ}}$ ):

$$Z_T = Z_{\text{ТСК}} + Z_{\text{ТСГ}} + Z_{\text{ТК}} + Z_{\text{ТПОГ}} \quad (4)$$

Каждый агрегат при заготовке сена обслуживает один механизатор.

Из литературных источников известна часовая производительность отдельных агрегатов:

косилки-плющилки Е-301 - 2,5 - 3,0 га/ч;

грабель ГВР-6,0 - 6,0 - 7,0 га/ч;

подборщика-копнителя ПК-1.6А - 7,0 - 9,0 т/ч;

погрузчика ПФ-0,5 - 15,0 - 18,0 т/ч.

Часовая производительность агрегатов на скашивании и сгребании выражается в гектарах за час. Их производительность в тоннах за час с учетом урожайности  $U_T = 20$  т/га и коэффициента выхода сена из травосмеси  $K_B = 0,17 - 0,20$  будет равна:

на скашивании

$$W_{ЧСК} = W_{ЧСК(ГА)} \cdot U_T \cdot k_B = 2,75 \cdot 20 \cdot 0,18 = 9,9 \text{ т/ч}; \quad (5)$$

при сгребании

$$W_{ЧСГ} = W_{ЧСГ(ГА)} \cdot U_T \cdot k_B = 6,5 \cdot 20 \cdot 0,18 = 23,4 \text{ т/ч.}$$

Подставляя числовые значения в выражение (4), получим:

$$Z_T = \frac{1}{9,9} + \frac{1}{23,4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16,5} = 0,33 \text{ чел.-ч/т.}$$

9. Описать правила контроля качества при заготовке рассыпного сена. Надо иметь в виду, что при заготовке сена большое значение имеет влажность убираемой массы. Копнить следует при влажности 25 - 30 %, когда листья злаковых трав уже подсохли и крошатся, но из стеблей еще выделяется сок. В стога сеноукладывается при влажности 20 - 22 %, когда листья и стебли злаковых и бобовых трав становятся ломкими.

Качество выполнения технологического процесса подборщиком- копнителем определяется по потерям сена при подборе его из валков (по длине следа валка 1 м). Пробы (не менее 10) надо брать по диагонали участка, убранного за смену. Система оценки качества подбора из валков балльная: при выполнении агротехнических требований, когда потери составляют менее 2 %, работа оценивается в 4 балла, при 2 - 4 % - в 2, при больших потерях - 0 баллов.

## **Лабораторно-практическая работа №7** **Расчёт технического обеспечения уборки зерновых**

Введение.

Наиболее сложным и напряженным технологическим процессом в производстве сельскохозяйственной продукции является уборка, так как ее необходимо выполнять в сжатые агротехнические сроки с привлечением большого количества энергетических и трудовых ресурсов.

Уборка зерновых должна быть организована так, чтобы обеспечить максимальный сбор выращенного урожая с наиболее высоким качеством зерна и минимальные затраты труда и средств.

Следует помнить, что через 6 дней после наступления полной спелости потери зерна при уборке составляют в среднем 5 %, через 10 дней — 20 %, а через 15 дней — 30 %, поэтому зерновые надо убирать в очень короткие сроки и, как правило, не позднее 5 — 6 дней после наступления полной спелости зерна.

**Цель работы.** Научиться производить инженерные расчеты по организации уборки зерновых.

**Содержание работы.** Применительно к конкретным производственным условиям студент должен произвести расчеты по организации уборки озимой пшеницы согласно варианту, указанному преподавателем.

Выполненная работа должна содержать сведения о способе уборки зерновых и предъявляемых к ней агротехнических требованиях.

Рассчитать скорость движения, производительность и количество комбайнов. Определить количество автомобилей, необходимых для транспортировки зерна от комбайнов. Построить график согласования работы комбайнов и автомобилей. Определить необходимое количество тракторных прицепов для транспортирования измельченной соломы и погрузчиков для ее стогования. Рассчитать затраты труда на гектар убранной площади по всему комплексу уборочных работ и необходимое количество топлива. Указать методы контроля и оценки качества уборки зерновых.

## СПОСОБЫ УБОРКИ

До тридцатых годов прошлого века скашивание растений производилось на стадии восковой спелости, затем они связывались в снопы, в которых происходило дозревание и подсушивание зерна вместе с соломой. Данный способ был назван раздельной уборкой. Он был очень трудозатратен. Сейчас уборка зерновых культур производится прямым и раздельным комбайнированием.

**Прямое комбайнирование** включает в себя следующие операции:

- 1) – срезание растений;
- 2) – обмолот растительной массы;
- 3) – выделение зерна из соломы;
- 4) – очистка зерна от примесей;
- 5) – сбор зерна, а также незерновой части урожая (солома, лёгкая мелкая часть колоса и перебитой соломы, которая называется половой).

Данные процессы выполняются комбайном одновременно в стадии полной спелости зерна.

Уборка методом прямого комбайнирования применяется только для равномерно созревшей малозасорённой хлебной массы. Перед началом уборки позднеспелых (рапс, соя, травы на семена, и прочие), а также неравномерно созревающих культур проводится десикация (опыливание) либо опрыскивание растений с целью их подсушивания.

Основным отличием **раздельного комбайнирования** от прямого является то, что скашивание растений и их обмолот производится раздельно. Сначала масса в фазе восковой спелости скашивается волковыми жатками и укладывается в валки на стерню для последующего подсыхания незерновой части урожая, а также дозревания зерна – первая фаза. Во второй фазе (через 3-6 дней) комбайны, снабжённые подборщиками, подбирают валки, обмолачивают и разделяют их на зерно, солому и полову. Данный способ подходит для уборки риса, зерновых и крупяных культур, когда густота составляет минимум 300 растений на 1 м<sup>2</sup>, а длина стебля от 55 см. Если стеблестой более редкий и короткий, то происходит проваливание растений в стерню, где они увлажняются при контакте с почвой и не подсыхают. Также при подборе таких валков неминуемы потери. Запрещается применение раздельного комбайнирования при затяжной дождливой погоде, так как это ведёт к порче урожая.

Раздельное комбайнирование имеет ряд преимуществ перед прямым методом комбайнирования:

1) – увеличивается сроки уборки урожая до начала массового осыпания зерна, из-за того что работы начинаются в фазе восковой спелости;

2) – уменьшение потерь зерна комбайнами;

3) – растительная масса легче обмолачивается;

4) – снижение затрат на последующую досушку зерна, вследствие уменьшения влажности зерна при нахождении в валках на 4-6 %.

В процессе раздельного комбайнирования производится скашивание урожая и укладка его на стерню посредством валковых жаток, которые агрегируются с комбайнами либо тракторами. К недостаткам раздельного комбайнирования можно отнести удорожание уборки и повышение энергозатрат за счёт приобретения дополнительных машин, а также увеличения числа проходов по полю, что приводит к уплотнению почвы.

Вместе с комбайновым способом уборки предусматривается и некомбайновая уборка – часть операций по обработке урожая производится на стационаре.

**Способ «невейка»** включает в себя сбор зерна и невеяного вороха (половы) в поле и его последующее разделение уже посредством стационарных машин, расположенных на токах. Этот способ отличается от комбайнового тем, что зерно и полова собираются в одну ёмкость, тем самым облегчается организация уборки.

**Уборка урожая с последующей его обработкой на стационаре** включает в себя выполнение в поле только следующих обязательных работ срезание растений с последующим формированием и подбором валков и транспортировкой массы на стационар для дальнейшего обмолота, выделения зерна из соломы, а так же его очищения от половы.

За счёт переноса части операций по сбору урожая с полей на тока упрощается конструкция мобильных машин, увеличивается их время работы в течении суток, расширяются возможности использования электроэнергии, а также автоматизация управления машинами. Вместе с тем, при данном способе уборке происходит неизменное увеличение количества транспортных средств, необходимое для одновременного вывоза всего собранного урожая. Что бы придать массе поточность, необходимую для последующей обработки, её измельчают, вследствие чего возрастает объём дроблённого зерна и как следствие, потери, вызванные распылом. К дополнительным потерям также приводят увеличение вместимости ёмкостей транспортных средств, неравномерная подача зерновой массы к молотильно-сепарирующим машинам, наличие в зерне измельчённых стеблей и как следствие снижение эффективности выделения зерна.

Для обоих вышеописанных способов необходимы зерноочистительные пункты больших площадей, что приводит к усложнению противопожарных, электротехнических и пылеулавливающих устройств, а также усложняет работу комбайнов и транспортных средств в процессе уборки урожая. Однако данные способы можно использовать при уборке бобовых культур, рапса, семенников трав с предварительным подсушиванием.

Снижению потерь зерна, а также минимальным затратам энергии и труда способствует проведение уборочной компании в строго отведённые сроки. Уборка зерна производится в фазах восковой, а также полной спелости.

В период восковой спелости зерновых культур содержание питательных веществ в зерне (влажность порядка 25%) является максимальным. Такое зерно легко разрезается ногтём. фаза восковой спелости длится 6-10 дней (большие значения соответствуют влажной и прохладной погоде, а меньшие – сухой и жаркой).

При наступлении фазы восковой спелости, возможно, начало уборки путём скашивания растений, формирования из них валков и подсушивания стеблей и зерна в валках, которые уложены в поле на стерне.

Наступление **фазы полной спелости** происходит, когда влажность зерна достигает 14-20% и оно становится твёрдым. К этому моменту начинает осыпаться зерно, большая часть листьев отмирает. При затяжной уборке зерна, находящегося в фазе полной спелости, велика вероятность больших потерь. Доказано, что в течении 10-12 дней уборки (от начала фазы полной спелости) потери зерна от осыпания незначительны – менее 0,005%, но после этого периода они сильно увеличиваются. Следовательно, процесс уборки урожая должен быть своевременным и быстрым. Уборка урожая в фазе полной спелости должна совмещать в себе следующие процессы:

- 1) – срез растений;
- 2) – вымолот зерна из колос;
- 3) – выделение зерна из соломы;
- 4) – очистка зерна от примесей.

Спелость зерна определяется химическим и электронным способом.

Сущность **химического способа**: 10-15 соломин (длина 25 см) с колосьями погружают в 1%-й раствор динатриевой соли (эозина). В данном растворе зёрна молочной фазы спелости становятся ярко окрашенными, а зёрна восковой и полной спелости сохраняют свой естественный цвет на протяжении трёх часов нахождения в красителе. Зёрна восковой фазы спелости имеют яркую окраску.

Оценка спелости зерна с помощью **электронного способа** производится посредством специальных приборов, в чью электрическую сеть включаются колосья (верхушечная часть стеблей). У зёрен различной спелости разные показатели влажности и удельного сопротивления, которое изменяет разность потенциалов сети, а значит и показания приборов.

Работа выполняется в следующем порядке.

1. Исходя из заданных условий и состояния хлебостоя необходимо выбрать способ уборки, учитывая, что в настоящее время наибольшее распространение получили однофазный (прямое комбайнирование) и двухфазный (раздельное комбайнирование) способы.

Следует отметить, что прямым комбайнированием целесообразно убирать низкорослые хлеба с высотой хлебостоя менее 60 см и гус-

тотой менее 300 стеблей на 1 м, а также незасоренные, равномерно созревшие и устойчивые к осыпанию.

Раздельный способ уборки позволяет на 5 - 6 дней раньше начать, уборочные работы, предотвратить осыпание зерна, уменьшить потери от его вымолота из колосьев планками мотовила, получить зерно и более ценную кормовую солому с пониженной влажностью, обеспечивающей лучшие условия их хранения, уменьшить энергоемкость обмолота и увеличить производительность комбайнов.

В зависимости от условий, складывающихся к началу уборочных работ, размеры площадей, отводимых для раздельного способа уборки, могут быть различными даже в отделениях или бригадах хозяйств.

Уборку раздельным способом надо планировать на сильно засоренных полях и с легкоосыпающимися культурами. Если на чистых (без сорняков) посевах, скашиваемых в валки или ранее намеченных для раздельной уборки, стадия спелости наступила более чем у 80 % зерна, необходимо переходить на уборку прямым комбайнированием.

2. Учитывая, что уборка может быть проведена двумя способами (прямое и раздельное комбайнирование), необходимо помнить, что агротехнические требования к ним различны.

Так, уборка прямым комбайнированием начинается при достижении 95% стеблей и зерна полной спелости и влажности зерна не более 18 %. Высота среза устанавливается в зависимости от густоты стояния и длины стеблей. Для культур с коротким стеблем, а также с пониклыми и полеглими стеблями высота среза 50 - 100 мм; для культур, имеющих нормальную густоту стояния (более 300 на 1 кв.м), высоту стеблей от 0,6 до 1,5 м (с подсевом трав или с зеленым подгоном) - 180 - 200 мм.

При уборке незасоренных культур чистота зерна, поступающего в бункер комбайна, должна быть не ниже 96 %. При благоприятных погодных условиях потери зерна от недомолота и невытряса не должны превышать 1,5 %, потери за жаткой при уборке культур с прямостоящими стеблями - 0,5%, при уборке культур с пониклыми, полеглими и скрученными стеблями - 1,5 %, дробление семенного зерна - не более 1,0 %, а продовольственного и фуражного - до 2,0%.

При уборке хлебов в неблагоприятную погоду потери за жаткой не должны превышать 1,5 %, если культура имеет прямостоящие стебли; на уборке культур с пониклыми, полеглими и скрученными стеблями - не более 2,5%; потери от недомолота и невытряса не должны превышать 1,5%, дробление зерна должно быть не выше, чем при бла-

гоприятных погодных условиях. Допустимые потери зерна в молотилке, жатке и наклонной камере комбайна не более 0,1%.

Копны незерновой части должны укладываться правильными рядами, параллельными короткой стороне загона, или группами по 20 копен в каждой. Недопустимы потери соломы и половы за комбайном и растягивание копен при выгрузке их из копнителя. Сразу после уборки необходимо освободить поле от копен, Потери соломы и половы при сволакивании и скирдовании не должны превышать 5%.

При раздельной уборке скашивание в валки озимой пшеницы следует начинать в первой половине фазы восковой спелости, когда влажность зерна равна 40 - 35 %.

При раздельной комбайновой уборке косят выше, чем при прямой. Более высокая стерня способствует лучшей просушке стеблей в валках и облегчает работу подборщика. Высоту среза надо подбирать так, чтобы стерня хорошо поддерживала валки. Излишне высокая стерня сгибается под их тяжестью. Рекомендуется следующая высота среза: 100 - 150 мм при хлебостое 800 - 1200 мм, 200 - 250 мм при хлебостое выше 1200 мм.

Большое значение имеет правильный выбор направления движения комбайна с валковой жаткой. Оптимально движение вдоль пахоты и поперек посева (или под углом к рядкам), поперек направления господствующих ветров (или под углом к ним). Наилучшее движение при уборке полеглого хлеба под углом 40 - 50° к направлению полеглости.

Комбайн с подборщиком должен двигаться в том же направлении, что и валковая жатка. Хлебная масса в этом случае поступает из валка к подборщику колосьями вперед.

Потери зерна при скашивании хлебов, подборе и обмолоте валков не должны превышать значений потерь, допустимых для прямого комбайнирования. Чистота зерна, поступающего в бункер комбайна, должна быть не менее 96%.

3. Определить скорость движения комбайна ( $v_D$ ) по формуле

$$v_D = \frac{36 \cdot q_H}{B_p \cdot U \cdot (1 + \delta_K) \cdot \beta}, \quad (1)$$

где  $q_H$  - номинальная пропускная способность молотильного аппарата, кг/с;  $B_p$  - рабочая ширина захвата жатки, м;  $U$  - урожайность, т/га;  $\delta_K$  - отношение массы соломы к массе зерна;  $\beta$  - коэффициент использования ширины захвата.

4. Определить производительность комбайна из выражения

$$W_{\text{ЧК}} = 0,1 \cdot B_P \cdot v_D \cdot \tau, \quad (2)$$

где  $\tau$  - коэффициент использования времени смены.

5. Количество уборочных агрегатов (комбайнов) определяется из выражения

$$n_K = \frac{S}{D_P \cdot \kappa_{\text{СМ}} \cdot T_{\text{СМ}} \cdot W_{\text{ЧК}}}, \quad (3)$$

где  $S$  - площадь, которую необходимо убрать, га;  $D_P$  - количество рабочих дней;  $\kappa_{\text{СМ}}$  - коэффициент сменности,  $T_{\text{СМ}}$  - продолжительность смены, ч.

6. Необходимое количество автомобилей для транспортировки зерна от комбайнов определяется из уравнения

$$n_a = \frac{t_P \cdot n_K}{(t_{\text{НАП}} \cdot t_{\text{ВЫГ}}) \cdot n_{\text{б}}}, \quad (4)$$

где  $t_P$  - длительность рейса, ч;  $t_{\text{НАП}}$  - время наполнения бункера комбайна зерном, ч;  $t_{\text{ВЫГ}}$  - время выгрузки зерна из бункера комбайна, ч;  $n_{\text{б}}$  - количество бункеров комбайна, зерно из которых вмещает кузов одного автомобиля.

Длительность рейса находится по следующей зависимости:

$$t_P = t_{\text{ДВ}} + t_{\text{ЗАГ}} + t_{\text{РАЗ}} + t_{\text{ВЗВ}}, \quad (5)$$

где  $t_{\text{ДВ}}$  - время движения автомобиля с грузом и без груза, ч;  $t_{\text{ЗАГ}}$  - время загрузки автомобиля зерном из-под комбайна, ч;  $t_{\text{РАЗ}}$  - время разгрузки автомобиля, ч;  $t_{\text{ВЗВ}}$  - время на взвешивание автомобиля и оформление документов, ч.

Время движения с грузом и без груза определяется из выражения

$$t_{\text{ДВ}} = \frac{s}{v_X} + \frac{s}{v_P} = \frac{2s \cdot 60}{v_{\text{СР}}}, \quad (6)$$

где  $s$  - расстояние перевозки, км;  $v_X$  и  $v_P$  — скорость движения без груза и с грузом, км/ч;  $v_{\text{СР}}$  - средняя техническая скорость движения автомобиля, км/ч.

Время загрузки автомобиля зерном из-под комбайна находится по зависимости

$$t_{\text{ЗАГ}} = t_{\text{ВЫГ}} \cdot n_{\text{б}} + t_{\text{ПЕР}} (n_{\text{б}} - 1), \quad (7)$$

где  $t_{\text{ПЕР}}$  - время переезда от одного комбайна к другому, ч.

Число бункеров комбайна, зерно из которых вмещает кузов одного автомобиля, находится из соотношения

$$n_{\bar{o}} = \frac{V_K}{J_3 V_{\bar{o}}}, \quad (8)$$

где  $V_K$  - объем кузова автомобиля,  $\text{м}^3$ ;  $J_3$  - плотность зерна;  $V_{\bar{o}}$  - объем бункера комбайна,  $\text{м}^3$ .

Время наполнения бункера комбайна зерном определяется из выражения

$$t_{\text{НАП}} = \frac{K_B \cdot V_B \cdot \gamma_3 \cdot 600}{U \cdot B_P \cdot v_P}, \quad (9)$$

где  $K_B$  - коэффициент затрат времени на возможные холостые повороты и кратковременные остановки;  $\gamma_3$  - плотность зерна,  $\text{т}/\text{м}^3$ .

7. Чтобы обеспечить бесперебойную работу зерноуборочного комбайна с измельчением соломы, необходимо знать количество тракторных прицепов для транспортирования измельченной соломы, которое определяется из выражения

$$n_{\text{ТП}} = \frac{t_{PC} \cdot n_K}{t_{3АГ.С}}, \quad (10)$$

где  $t_{PC}$  - время рейса транспортного агрегата, мин;  $t_{3АГ.С}$  - время загрузки прицепа с учетом маневрирования, мин.

Время рейса транспортного агрегата определяется:

$$t_{PC} = t_{3АГ.С} + t_{ДВС} + t_{РАЗ.С} \quad (11)$$

где  $t_{РАЗ.С}$  - время взвешивания и разгрузки прицепа, мин.

Время загрузки тележки определяется по формуле

$$t_{3АГ} = \frac{Q_T \cdot 60}{U_C \cdot B_P \cdot v_P} + 2, \quad (12)$$

где  $Q_T$  - грузоподъемность тракторной тележки, т;  $U_C$  - урожайность соломы, т/га.

Грузоподъемность прицепа равна:

$$Q_T = V_{\Pi} \cdot \gamma_C, \quad (13)$$

где  $V_{\Pi}$  - объем кузова прицепа (тележки),  $\text{м}^3$ ;  $\gamma_C$  - плотность соломы,  $\text{т}/\text{м}^3$ .

Время движения транспортного агрегата с грузом и без груза равно:

$$t_{ДВ} = \frac{60 \cdot s_C}{V_P} + \frac{60 \cdot s_C}{V_X}, \quad (14)$$

где  $s_C$  — расстояние перевозки измельченной соломы, км.

Полученное значение  $n_{П}$  округляется до ближайшего целого числа, чтобы исключить простой комбайнов в ожидании прицепов.

8. Чтобы определить необходимое количество погрузчиков для стогования измельченной соломы, следует воспользоваться выражением

$$n_{П} = \frac{Q_C}{D_P \cdot K_{СМП} \cdot T_{СМ} \cdot W_{ЧП} \cdot \tau_{СМП}}, \quad (15)$$

где  $Q_C = U \times d \times S$  - масса измельченной соломы, т;  $W_{ЧП}$  - часовая производительность погрузчика, т/ч;  $\tau_{СМП}$  - коэффициент использования времени смены работы погрузчика.

9. Общие затраты труда на 1 га уборной площади ( $Z_T$ , чел.-ч/га) определяются как сумма затрат труда для уборочного, транспортного и погрузочного агрегатов по выражению

$$Z_T = \frac{D_P \cdot T_{СМ} \cdot [K_{СМ} \cdot (m_K + m_{ВОД} \cdot m_{ТР}) + m_{П} \cdot K_{СМП}]}{S} \quad (16)$$

где  $m_K = K_{СМ} \times n_K$  - количество комбайнеров, чел.;  $m_{ВОД} = K_{СМ} \times n_a$  - количество водителей, чел.;  $m_{ТР} = K_{СМ} \times n_{ТР}$  - количество трактористов, занятых на транспортировке измельченной соломы, чел.;  $m_{П} = n_{П} \times K_{СМП}$  - количество механизаторов, работающих на скирдовании измельченной соломы.

10. Количество топлива, необходимого для уборки озимой пшеницы, определяется из расхода топлива на операциях. Для выполнения любой технологической операции расход топлива определяется из выражения

$$G_T = G_q \cdot T_P \cdot n_{ЭСР}, \quad (17)$$

где  $G_q$  - часовой расход топлива энергетическим средством, кг/ч;  $T_P$  - время работы энергетического средства, ч;  $n_{ЭСР}$  - количество энергетических средств, занятых на выполнении данной операции.

11. В период уборки урожая особое внимание следует уделять контролю и оценке качества выполненной работы, которое оценивается величиной потерь зерна. При этом определяются фактические общие потери за жатвенным или комбайновым агрегатами и их причины.

Для оценки качества уборки необходимо отдельно выявить потери за жаткой и подборщиком. Потери зерна за жаткой определяются в пяти местах, характерных по густоте хлебостоя, рамкой площадью  $0,5 \text{ м}^2$ . Зерна, вымолоченные из колосьев, суммируют со свободными зернами, подобранными в пределах учетной площадки. По удвоенному среднему числу зерен, собранных в пределах рамки, по пяти замерам определяется число зерен (свободных, в срезанных и несрезанных колосьях), теряемых за жаткой. Зная урожайность на данном поле, определяют процент потерь за жаткой, на основании чего оценивается качество работы.

Общие потери зерна за подборщиком оцениваются по величине потерь свободного зерна и зерна в неподобранных колосьях. Для этого рамку площадью  $0,5 \text{ м}^2$  надо наложить четыре раза с шагом  $1 \text{ м}$  в том месте, где лежал валок. С каждой учетной площадки надо собрать свободные зерна и колосья, которые затем обмолотить вручную. Среднее число зерен, собранных в пределах рамки на месте, где находится валок, надо поделить на ширину захвата жатки и из частного от деления вычесть среднее число зерен, потерянных за жаткой. Полученную разность надо удвоить, чтобы перевести потери в расчете на  $1 \text{ м}^2$ .

Потери за молотилкой при уборке зерновыми комбайнами с копнителем складываются из потерь от недомолота и невытряса. Для определения потерь из-за недомолота из различных мест копны соломы надо взять 50 вымолоченных колосьев, вымолотить вручную находящиеся в них зерна и пересчитать. По табл.1 определить потери зерна.

Для определения качества зерна в бункере работающего комбайна надо взять пробу зерна объемом около  $25 \text{ см}$  (спичечный коробок) и отсортировать ее на целое зерно, поврежденное сорную примесь. Дробленые частицы надо перевести в целые зерна, для чего число первых поделить на два или три (в зависимости от преобладания половинок или третей) и на общее число зерен в пробе. Для определения количества дробленого зерна в процентах результат надо умножить на 100. На основе отдельных показателей производится оценка качества работы зерноуборочных агрегатов с учетом рекомендации табл. 3.

Таблица 1 Определение потерь зерна в результате недомолота, шт. на 1 м<sup>2</sup>.

Кол-во зёрен в 50 колосьях	Потери зерна, шт. на 1 кв.м., в зависимости от густоты стояния, шт. на 1 кв.м.							
	250	300	350	400	450	500	550	600
1	5	6	7	8	9	10	11	12
2	10	12	14	16	18	20	22	24
3	15	18	21	24	27	30	33	36
4	20	24	28	32	36	40	44	48
5	25	30	35	40	45	50	55	60
6	30	36	42	48	54	60	66	72
7	35	42	49	56	63	70	77	84
8	40	48	56	64	72	80	88	96
9	45	54	63	72	81	90	99	108
10	50	60	70	80	90	100	110	120

Таблица 3.12 Определение потерь зерна в полове и соломе от невытряса, шт. на 1 м<sup>2</sup>.

Кол-во зёрен в стакане (горсти)	Потери зерна, шт. на 1 кв.м., при урожайности, т/га.							
	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5
1	6	7	9	10	12	13	15	16
2	12	15	18	21	24	27	30	33
3	18	20	27	31	36	44	45	49
4	24	30	36	42	48	54	60	66
5	30	37	45	52	60	67	75	82
6	36	45	54	63	72	82	90	99
7	42	52	63	73	84	96	105	115
8	48	60	72	84	96	109	120	132
9	54	67	81	94	108	122	135	148
10	60	75	90	105	120	136	150	165

Для определения потерь свободного зерна в результате невытряса надо взять стаканом (200 мл) или средней горстью пробу половы из трех уровней: сверху, в середине и снизу. Перед взятием пробы соломой, находящуюся над ней, нужно несколько раз встряхнуть, добиваясь, чтобы свободное зерно, задержавшееся в соломе, ушло в полову. Из пробы надо выделить зерно. По числу зерен определяются их потери на 1 м в полове и соломе (табл. 2).

При групповой работе зерноуборочных комбайнов настройку на оптимальный режим следует провести сначала на одном комбайне, после чего определенный режим переносится на остальные комбайны звена. И хотя из-за большого разброса технических параметров невозможно обеспечить идентичность регулировок всех рабочих органов зерноуборочных комбайнов в группе (звене), настройка по эталонному комбайну позволяет обеспечить режим работы, близкий к оптимальному.

Таблица 3 Оценка качества уборки зерновых

Показатель	Условия работы		Балл
	благоприятные	неблагоприятные	
Суммарные общие потери зерна, %	До 2	До 3	5
	2-3	3-4	4
	3-4	4-5	3
	Более 4	Более 5	0
Дробление зерна, %	До 2	До 2	1
	Более 2	Более 2	0
Засорённость бункерного зерна, %	До 3	До 3	1
	Более 3	Более 3	0
Высота стерни	Соответствует агротехническим требованиям	Несоответствует агротехническим требованиям	1
	Прямолинейность соблюдена, растянутые копны отсутствуют	Прямолинейность несоблюдена, имеются растянутые копны	0
Укладка копен соломы	Прямолинейность соблюдена, растянутые копны отсутствуют	Прямолинейность несоблюдена, имеются растянутые копны	1
	Прямолинейность соблюдена, растянутые копны отсутствуют	Прямолинейность несоблюдена, имеются растянутые копны	0

Задание. В хозяйстве имеется 175 га посевов озимой пшеницы, возделываемой по интенсивной технологии. Посевы чистые, одновременно созревающие и находящиеся в стадии конца восковой спелости.

Высота хлебостоя 70 см, урожайность зерна  $U=4$  т/га, соломистость  $\delta = 1,5$ . В хозяйстве имеются комбайны СК-5 “Нива”, жатки шириной захвата 4,1 м, половосоломособиратели ПУН-5, автомобили ГАЗ-53Б грузоподъемностью 4 т, тракторные прицепы ПТС-4-887А с объемом кузова 45м, которые агрегируются с тракторами МТЗ-80, погрузчиками ПФ-0,5. Необходимо организовать уборку за 6 дней.

При расчетах можно принять следующие условия.

Пропускная способность молотилки комбайна  $q_H = 5$  кг/с, коэффициент использования ширины захвата  $\beta = 0,96$ , коэффициент использования времени смены работы комбайна  $\tau = 0,65$ , объем бункера комбайна  $V_b = 3$  м<sup>3</sup>, коэффициент затрат времени на возможные холостые повороты и кратковременные остановки  $\kappa_B = 1,1$ , плотность зерна  $\gamma_3 = 0,85$  т/м<sup>3</sup>, расстояние его транспортировки  $s_3 = 5$  км, среднетехническая скорость автомобиля  $V_{cp} = 40$  км/ч, время разгрузки  $t_{PA3} = 0,14$  ч, время выгрузки зерна из комбайна  $t_{BMM} = 0,08$ ч. Плотность измельченной соломы  $\gamma_c = 0,05$  т/м, расстояние ее транспортировки  $s_c = 3$  км, время выгрузки соломы из прицепа  $t_{BMMII} = 0,08$  ч, скорость трактора с груженым прицепом  $v_{III} = 10$  км/ч, скорость без груза  $v_{III} = 25$  км/ч.

Производительность погрузчика ПФ-0,5  $W_{III} = 20$ т/ч, коэффициент использования времени смены работы погрузчика  $\tau_n = 0,7$ .

### Лабораторно-практическая работа №8

#### Расчёт технического обеспечения уборки кукурузы на силос

##### Введение.

Высокими кормовыми достоинствами обладает зеленая масса кукурузы с початками в фазе молочно-восковой спелости. На силос кукурузу убирают при влажности зеленой массы 70 - 75% когда в ней содержится до 4% сахара, который ускоряет молочно-кислое брожение. Стебли скашивают, измельчают, транспортируют, закладывают в траншеи, трамбуют и укрывают, в закрытом состоянии силос можно хранить более года.

Уборка кукурузы на силос должна быть организована так, чтобы сроки работы были как можно более короткими, а затраты труда и средств минимальными.

**Цель задания.** Получить практические навыки выполнения инженерных расчетов по организации производственного процесса в конкретных условиях с нахождением показателей, характеризующих процесс уборки.

**Содержание задания.** В производственных условиях кукуруза возделывается на определенной площади  $S$  с плановой урожайностью  $U$ . Агротехническими требованиями регламентируется срок проведения уборки  $D_p$ .

Каждое хозяйство располагает определенным набором энергетических и транспортных средств, уборочной и другой техникой. Студент должен произвести расчеты по организации уборки кукурузы на силос согласно варианту, указанному преподавателем.

Выполненное задание должно содержать агротехнические требования, предъявляемые к уборке кукурузы на силос; описание технологической схемы и применяемых агрегатов; расчет эксплуатационной производительности комбайна в заданных условиях, расчет количества комбайнов; расчет потребности в транспортных средствах; расчет потребности в тракторах для трамбовки силосной массы; расчет затрат труда на выполнение всего объема работ, контроль качества уборки кукурузы.

Показатели, не указанные в индивидуальном задании, но необходимые для расчета, студент принимает самостоятельно. При этом обязательна ссылка на литературный источник.

Выращивание кукурузы на силос широко распространено в России, ведь это один из основных кормов для домашнего скота, причем технология возделывания кукурузы несколько отличается от зерновой технологии. Сходство заключается в том, что для производства силоса используются те же сорта кукурузы и высеваются семена примерно в те же сроки, как и при производстве зерна.

Высокая кормовая ценность силосной кукурузы определяется подходящими климатическими условиями, особенностями почвы и строгим выполнением необходимых агротехнических мероприятий. Технология возделывания кукурузы на силос, как правило, подразумевает использование современных комбайнов и качественного оборудования, ручной труд не требуется.

Если удалось добиться высокой урожайности кукурузы не в ущерб кормовой ценности, значит, все мероприятия были осуществле-

ны правильно. Определяют кормовую ценность по таким показателям, как:

- 1) пригодность кукурузы для силосования;
- 2) содержание сухого вещества;
- 3) доля зерна и початков;
- 4) концентрация энергии исходя из соотношения крахмальных единиц на один килограмм сухого вещества;
- 5) хорошая перевариваемость силоса скотом.

### **Севооборот**

Для кукурузы, которая предназначена на силос, лучшими предшественниками считаются зерновые и бобовые культуры. После сахарной свеклы и подсолнечника кукурузу лучше не сажать, поскольку эти культуры приводят к иссушению и к истощению почвы, а сахарная свекла забирает из земли много цинка, который необходим кукурузе. В результате, кукурузное растение после таких предшественников отстает в росте, на листьях проявляется бледно-желтая окраска вдоль жилок, початки деформируются.

### **Почва**

Кукуруза не любит уплотненного грунта, поэтому разноглубинной обработке почвы уделяется особое внимание. Широкозахватные и комбинированные агрегаты используются для общего уменьшения уплотнения земли, для снижения плотности подпахотных слоев применяются глубокорыхлители, полевые работы выполняются только по спелой почве.

Осенью, когда зерновые убраны, осуществляется лущение стерни, и спустя две недели грунт вспахивается на 25 см. По весне проводят боронование земли на 5 см в глубину с целью закрытия воды, и культивируют грунт на 8 см.

### **Сорта и гибриды кукурузы**

При выборе сортов и гибридов, обязательно обращают внимание на следующие показатели: кормовые качества, устойчивость к вредителям, болезням, засухе, заморозкам, урожайность, группа спелости и стойкость к полеганию. Семена откалибровываются и пропариваются допустимыми препаратами.

### **Сроки посева**

Возделывание кукурузы можно начинать уже тогда, когда земля на глубине 7 см прогреется до +10 градусов. Если сроки посева очень ранние или погодные условия не слишком благоприятные, норма высева увеличивается на 10%.

### **Густота посева кукурузы на силос**

Насколько густо следует высевать семена, определяют в зависимости от сортов и гибридов кукурузы. Больше всего силосной массы удастся собрать при густоте около ста тысяч растений на один гектар. Между семенами кукурузы в рядах выдерживается по 70 см, для точного посева используются пневматические сеялки, отличающиеся высокой скоростью работы.

### **Удобрения**

Современные технологии подразумевают обязательное внесение органических и минеральных сбалансированных удобрений согласно потребности кукурузных растений. На тяжелые почвы азотные удобрения до посева единовременно, а на легкие почвы азот первый раз вносится до посева, второй раз – после посева через полтора месяца. Перегноем удобряют почву осенью, во время вспашки, весной же, непосредственно перед севом в землю на 10 см заделывают компост.

### **Гербициды**

Возделывание кукурузы на силос не обходится и без применения гербицидов, направленных на уничтожение многолетних сорняков. Гербициды сплошного действия вносятся после того, как убрана предшествующая культура. В период вегетации кукурузы для борьбы с широколиственными сорняками используют такие гербициды, как титус, майстер, примэкстра голд, диален, базис и др.

### **Болезни и вредители**

Основное внимание уделяется борьбе с проволочником путем тщательного искоренения пырея ползучего, соблюдения севооборота и обработки семян инсектицидами. Для предотвращения распространенных болезней кукурузы зерна протравливаются или же используются гибриды, устойчивые к заболеваниям

### **Уборка урожая кукурузы на силос**

При внимательном соблюдении приведенной выше технологии возделывания кукурузы на силос удается регулярно добиваться стабильно высоких урожаев.

Уборка силосной кукурузы производится в тот момент, когда в початках зерна достигают восковой спелости (максимальное содержание сухого вещества) или молочно-восковой, а листья остаются зелеными. Позднеспелая кукуруза не всегда успевает достичь этой фазы спелости, поэтому уборку ее осуществляют до первых морозов с помощью комбайнов, которые срезают и измельчают кукурузные растения.

Скашивают кукурузу на силос на высоте 20 см. Полученный силос в виде хорошо утрамбованной массы закладывается в траншеи на поле, так увеличивается его сохранность и улучшается качество.

### **Силосование**

Силосование зеленых кормов повышенной влажности, как правило, сопровождается большими потерями питательных веществ с вытекающим соком. Кукуруза в период молочной спелости имеет влажность 82-87%, поэтому потери массы с соком достигают 30%, а силос имеет низкое качество. Регулировать влажность и силосуемость сырья можно с помощью совместного силосования высоковлажного сырья с сухими компонентами, смешанных посевов силосных культур с зернофуражными и бобовыми культурами, проявлявания силосуемого сырья.

Для предотвращения потерь с вытекающим соком целесообразно добавлять в силосуемую массу соломенную резку. При влажности массы 85% и выше необходимо добавлять 15-20% сухой измельченной соломы, при влажности сырья 80% - 10-12%. В этом случае влажность готового силоса будет в пределах 70-75%.

Силосование можно проводить послойно. На дно траншеи укладывают измельченную солому слоем 40-50 см, затем слой зеленой массы 30-40 см и опять слой соломы. Каждый слой соломы и зеленой массы тщательно перемешивают и уплотняют бульдозером с одновременным внесением различных консервирующих препаратов.

Использование при заготовке силоса смешанных посевов культур повышенной влажности (кукуруза, подсолнечник) с овсом, горохово-вики-овсяными смесями - эффективный способ снижения потерь, влажности и кислотности силоса, а также повышения его питательности.

Однолетние и многолетние бобово-злаковые травосмеси целесообразно предварительно проявлять до влажности 70-75%. Силос из подвяленной массы имеет более благоприятные биохимические и органолептические показатели, чем силос из трав с высокой влажностью.

Величина потерь с вытекающим соком зависит и от размера частиц резки. При влажности массы в пределах 75% величина резки может быть более мелкой (до 30 мм), при влажности 80% и выше измельчение должно быть более крупным (до 50 мм и более).

При загрузке траншей нельзя допускать заезда транспортных средств на ранее уложенную силосуемую массу. Массу лучше сгружать в конце траншеи и бульдозером перемещать в нужное место. Это

предотвратит загрязнение корма землей и значительно ускорит разгрузку транспорта.

При силосовании сырья влажностью до 75% зеленую массу надо сильно уплотнять с самого начала и до конца загрузки хранилища. Это необходимо для быстрого вытеснения воздуха из массы, предотвращения ее разогревания, меньшей осадки корма и более рационального использования хранилищ. Ежедневно после окончания работ массу необходимо дополнительно уплотнять не менее 3-4 ч, особенно у стен траншеи. Необходимо следить за тем, чтобы в период закладки не повышалась температура массы, т. к. это ведет к резкому снижению переваримости, особенно протеина.

При силосовании массы с избыточным содержанием воды (80% и выше) без добавления соломы трамбовку следует проводить умеренно, лишь в процессе ее укладки и разравнивания по поверхности траншеи. Дополнительно уплотнять такую массу не следует, т. к. это приводит к повышенным потерям за счет вытекания сока. Срок закладки одного хранилища высотой 3-3,5 м и емкостью 2-3 тыс. т не должен превышать четырех дней. После заполнения траншеи массу быстро укрывают полиэтиленовой пленкой и слоем земли или торфа толщиной до 10 см.

Особое внимание следует уделять правильному формированию поверхности бурта, с тем, чтобы атмосферные осадки не задерживались в углублениях и не проникали в глубину массы. Края пленки вдоль стен траншеи надо тщательно заделывать грунтом в виде полосы шириной 25-30 см и толщиной около 15 см. Способ укрытия имеет исключительно важное значение для качества и сохранности корма.

Однолетние и многолетние бобово-злаковые травы в ранние фазы развития имеют повышенную влажность и относятся к группе трудносилосующихся трав. Для получения из них доброкачественного силоса целесообразно в сухую жаркую погоду перед силосованием подвяливать травосмеси до влажности 70-75%. Это особенно важно, когда нельзя приготовить сенаж, тем более сено. Рекомендуется добавлять в силосуемую массу химические консерванты из расчета: пиросульфит натрия 4-5 кг/т, бензойную кислоту 3-4 кг/т, муравьиную 4-5 л/т, пропионовую 4-5 л/т или уксусную 5 л/т. Консерванты можно добавлять во все виды силосуемой массы, а в трудносилосующиеся культуры добавлять 2-3% мелассы, растворенной в 3-5-кратном количестве воды. Эти культуры рекомендуется силосовать в смеси с кукурузой, подсолнечником и другими легкосилосующимися культурами, которые содержат избыточное количество легкосбраживаемых сахаров и мало протеина. Поэтому для обогащения силоса азотом можно ис-

пользовать мочевины из расчета 4-5 кг/т (2,3 кг азота), одно- и двухзамещенные фосфорнокислый аммоний и натрий (1,2-2,2 кг/т), сернокислый натрий и аммоний (4-5 кг/т).

Химические консерванты, вносимые в силосуемую массу влажностью до 75%, необходимо растворять в воде в соотношении 1:3. При силосовании кукурузы и другого сырья влажностью более 80% химические консерванты вносить нецелесообразно.

### **Силосование в рукава**

Любой вид сельскохозяйственного корма может быть сохранен в полимерных рукавах. Процесс силосования начинается сразу после наполнения рукава, при этом значение pH стремительно понижается, что позволяет сохранять качество кормов на высоком уровне. Потери в таком случае получаются на уровне 3%, редко достигая значения 5%.

Силосование оказывает очень большое влияние на повышение производительной эффективности кормового рациона и, не в последнюю очередь, на экономичность производства молока. Результатом является наибольшая экономия по сравнению с хранением силоса в силосных ямах. Производственные затраты полностью окупаются за счет сохранения качества кормов.

Оптимальные условия консервирования и низкие потери питательных веществ достигаются благодаря моментальному прекращению доступа воздуха (холодное брожение), надлежащему уплотнению силосной массы, отсутствию потерь силоса в поверхностных и крайних пластах силосной массы, поглощению силосного сока в рукаве, уменьшению потерь питательных веществ, что является возможным при повторном брожении. Сохранение силоса в полимерных рукавах является наиболее благоприятным методом для воспрепятствования попадания кислорода в корм.

### **Процесс силосования осуществляется следующим образом:**

Кормовой материал при помощи перевозчиков зеленой массы доставляется к силосному прессу и выгружается на закладочный стол. Погруженная масса на ленте-транспортере подается на прессовочный ротор. Ротор прессует кормовой материал и закладывает его в полимерный рукав. При этом силосуемая масса уплотняется. После того, как мешок полностью набивается, его сразу герметизируют. Свежий качественный корм извлекают по мере надобности на протяжении всего года.

### **Основными преимуществами данной системы являются:**

- низкие капитальные затраты при производстве 1 т силоса и отсутствие рисков,

- нет необходимости долгосрочных вложений при строительстве капитальных сооружений (таких как силосные траншеи),
- высокая производительность и надежность силосных прессов,
- гибкость в использовании,
- эффективное брожение и низкие потери.

Работа выполняется в следующем порядке.

Выполнение задания следует проводить в такой последовательности.

1. Дать производственную и природную характеристику условий, в которых будет выполняться заданная работа. Принять продолжительность времени смены, плотность силосной массы, пропускную способность комбайна, расстояние перевозки силоса, ширину захвата жатки комбайна, коэффициент рабочих ходов, емкость кузова транспортного средства и коэффициент ее использования, длину гона, время одного поворота агрегата, время замены транспортного средства возле комбайна, время технологических переездов комбайна, время основной работы и коэффициент сменности, коэффициент надежности технологического процесса, скорость движения транспортного средства с грузом и безгруза, время его разгрузки, производительность трактора при уплотнении силосной массы.

2. Изложить агротехнические требования на заданную работу сроки уборки нужно устанавливать с учетом наличия в растениях максимального количества питательных веществ, т. е. в фазе молочно-восковой спелости зерна, а в районах, где она не достигает такой фазы, - до наступления первых заморозков. Длительность периода уборки не должна превышать 8-10 дней.

Высота среза растений не должна быть больше 9 см с допусаемым отклонением  $\pm 1$  см. Влажность силосной массы рекомендуется следующая: 65 - 75 % при длине измельченных частиц 20 - 30 мм; 75 - 80 % - при 40 - 50 мм; свыше 80 % - при 100-120 мм. Влажность силосной массы можно регулировать за счет добавок относительно сухих компонентов - соломы, полowy и т. п. Если же силосную массу убирают с пониженной влажностью (кукуруза в фазе полной спелости зерна) то добавляют воду, бахчевые кормовые культуры, корнеплоды и их ботву, а также отходы сельскохозяйственного производства (барду, жом и т.п.).

Общие потери при скашивании и транспортировке не должны быть более 3%. За один день рекомендуется укладывать на хранение слой толщиной 0,8 - 1,2 м в траншее и 4 - 5 м в башне. Попадание в корм топлива, смазочных материалов, земли и посторонних предметов

(металла, камней) не допускается. При работе в дождливую погоду запрещается заезжать в силосохранилище транспортным средствам и выезжать из него трактору трамбуящему массу.

После окончания закладки силосной массы ее рекомендуется немедленно укрыть, чтобы изолировать от воздуха и атмосферной влаги. Промедление приводит к потерям корма, так как верхние слои плесневеют, а нижние согреваются и гниют.

3. Описать технологические схемы и агрегаты, применяемые для уборки кукурузы на силос, обращая внимание на то, что технология заготовки силоса включает следующие операции: скашивание растений, измельчение массы, загрузку ее в транспортные средства, перевозку к месту силосования, разгрузку, внесение консервантов, подачу массы в хранилище, ее разравнивание и уплотнение, герметизацию заполненных хранилищ.

Косят растения кормоуборочными комбайнами (КС-1,8 «Вихрь», КСС-2,6). Для транспортировки измельченной массы к закладке рекомендуется использовать прицепы ПСЕ-12,5; 2ПТС-4 887Б, ПСЕ-20, ПСЕ-30, ПСЕ-40 и другие в агрегате с энергонасыщенными тракторами МТЗ-80/82 и Т-150К, а также автомобили-самосвалы с надставными бортами (ГАЗ-53Б ЗИЛ-ММЗ-554Б, КамАЗ-5511). При этом тракторные прицепы экономически целесообразно применять при небольших расстояниях перевозки (до 3 км).

Уплотняют силосную массу в хранилищах при помощи тракторов Т-130, Т-4А, ДТ-75, Т-150, К-701, оборудованных бульдозерными навесками и грабельными разравнивателями.

Для соблюдения принципа поточности технологического процесса заготовки силоса производительность кормоуборочной техники (ведущее звено комплекса) должна быть одинаковой с производительностью транспортных средств, а также машин и механизмов для закладки силоса в хранилище.

4. Определить часовую эксплуатационную производительность кормоуборочного комбайна по формуле

$$W_{чк} = 3,6 \cdot \frac{q_k}{U} \cdot \tau, \quad (1)$$

где  $q_k$  - пропускная способность комбайна, кг/с;  $U$  - урожайность зеленой массы, т/га;  $\tau$  - коэффициент использования времени смены, подсчитываемый из отношения

$$\tau = \frac{T_{OP}}{T_{CM}}, \quad (2)$$

где  $T_{OP}$  - время основной работы, ч;  $T_{CM}$  - время смены, ч.

5. Рассчитать количество силосоуборочных комбайнов, необходимых для уборки кукурузы, по формуле

$$n_K = \frac{S}{D_P \cdot W_{\text{ч}} \cdot \kappa_{CM} \cdot T_{CM}}, \quad (3)$$

где  $S$  - площадь убираемой кукурузы, га;  $D_P$  - количество рабочих дней;  $W_{\text{ч}}$  - часовая производительность уборочного агрегата, га/ч;  $\kappa_{CM}$  - коэффициент сменности;  $T_{CM}$  - продолжительность смены, ч.

6. Определить потребность в транспортных средствах. Для бесперебойной работы силосоуборочных комбайнов число транспортных средств можно найти из выражения

$$n_{TC} = \frac{t_P}{t_3}, \quad (4)$$

где  $t_P$  - продолжительность одного рейса (оборота), ч;  $t_3$  - продолжительность загрузки транспортного средства силосной массой, ч.

Средняя продолжительность одного рейса определяется:

$$t_P = t_{DG} + t_{DX} + t_{3AG} + t_{PA3} \quad (5)$$

где  $t_{DG}$  и  $t_{DX}$  - время движения транспортного средства соответственно с грузом и без него, ч, определяемое по формулам

$$t_{DG} = \frac{S}{V_G} \quad \text{и} \quad t_{DX} = \frac{S}{V_X} \quad (6)$$

где  $s$  - расстояние перевозки силосной массы, км;  $v_G$  и  $v_X$  - скорости движения транспортного средства с грузом и без груза, км/ч;  $t_{3AG}$  и  $t_{PA3}$  - продолжительность загрузки и разгрузки с учетом времени маневрирования, взвешивания и оформления документов, ч.

7. Определить потребность в тракторах для уплотнения силосной массы по формуле

$$n_{TY} = \frac{S \cdot U}{D_P \cdot W_{\text{чУ}} \cdot T_{CM} \cdot \kappa_{CM}}, \quad (7)$$

где  $W_{\text{чУ}}$  - производительность трактора с бульдозерной навеской для уплотнения силосной массы, т/ч.

8. Определить затраты труда на выполнение всего объема работ. По полученным в пунктах 5 - 7 расчетам устанавливается количество комбайнеров ( $m_K$ ), водителей транспортных средств ( $m_{TC}$ ) и трактористов ( $m_{TP}$ ) на трамбовке силосной массы. Продолжительность уборки и время смены известны. В этом случае затраты труда будут равны:

$$Z_T = D_P \cdot T_{CM} (m_K + m_{TC} + m_{TP}). \quad (8)$$

Затраты труда на единицу площади -

$$Z_{ГА} = \frac{Z_T}{S}; \quad (9)$$

затраты труда на единицу продукции -

$$Z_{ГТ} = \frac{Z_T}{S \cdot U}. \quad (10)$$

9. Изложить правила контроля и оценки качества уборки кукурузы. Контроль и оценку качества уборки кукурузы на силос необходимо проводить при скашивании, закладке и хранении силоса.

Качество работы кормоуборочного агрегата оценивается высотой среза, потерями и степенью измельчения растительной массы. Высота среза растений должна составлять 8 - 10 см, длина резки 2- 4, 4 - 5 и 10 - 12 см. при влажности массы соответственно 65 75, 75 80 и выше 80 %. Допустимые потери урожая зеленой массы - 3 %.

Качество закладки кормуемой массы в хранилище характеризуется двумя показателями - продолжительностью заполнения и плотностью силосной массы. При продолжительности заполнения 3-4 дня качество оценивается в 5 баллов, 5-7 дней-4, более 7 дней-0. Если плотность силосной массы более 600 кг/м<sup>3</sup>, ставят 4 балла, от 500 до 600-2, менее 500 кг/м<sup>3</sup>-0.

При хранении качество силоса оценивают по балльной системе, предложенной институтом кормов имени В.Р. Вильямса. Если общее количество баллов составляет 16 - 20, то корм относят к первому классу, 11 - 15 - ко второму, 6 - 10 - к третьему, при оценке, ниже 6 баллов корм считают неклассным.

10. Для обеспечения бесперебойной работы уборочно-транспортного комплекса необходимо определить потребность в топливе.

При выполнении технологических операций затраты топлива определяют из выражения

$$G_T = \sum_{i=1}^n G_{ci} \cdot T_{pi} \cdot n_i, \quad (11)$$

где  $G_{ci}$  - часовой расход топлива  $i$ -го энергетического средства, кг/ч;  $T_{pi}$  - общее время работы  $i$ -го энергетического средства, ч;  $n_i$  — количество энергетических средств, выполняющих данную операцию.

Задание. В хозяйстве предстоит убрать кукурузу на силос на площади  $S = 200$  га с урожайностью  $U = 30$  т/га. Оптимальный срок уборки  $D_p = 6$  дней. В хозяйстве имеются комбайны КСК-100А, тракторы ДТ-75М с бульдозерной навеской ДЗ-42 и автомобили-самосвалы ГАЗ-САЗ-53Б.

Организовать уборку кукурузы на силос в заданные сроки. При расчетах можно принять следующие условия. Продолжительность смены ( $T_{CM}$ ) - 7 ч; плотность силосной массы ( $\gamma$ ) - 0,45 т/м; пропускная способность комбайна ( $q_k$ ) - 25 кг/с; расстояние перевозки силоса ( $s$ ) - 5 км; ширина захвата жатки комбайна ( $B_p$ ) - 3,4 м; коэффициент рабочих ходов ( $\varphi$ ) - 0,25; емкость кузова ГАЗ-САЗ-53Б ( $V$ ) - 10 м<sup>3</sup>; коэффициент использования емкости кузова ( $\alpha$ ) - 0,95; длина гона ( $L$ ) - 800 м; время одного поворота агрегата ( $t_{ПОВ}$ ) - 54 с; время загрузки транспортного средства возле комбайна ( $t_{ЗАГ}$ ) - 0,016 ч; время технологических переездов комбайна ( $t_{П}$ ) — 0,3 ч; время основной работы ( $T_{ОР}$ ) - 5,3 ч; коэффициент сменности ( $\kappa_{CM}$ ) - 2; коэффициент надежности технологического процесса ( $\kappa_{НАД}$ ) - 0,90; скорость автомобиля с грузом ( $V^2$ ) - 30 км/ч, без груза ( $v_x$ ) - 40 км/ч; время разгрузки автомобиля ( $t_{РАЗ}$ ) - 0,06 ч; производительность трактора ДТ-75М с бульдозерной навеской при уплотнении силосной массы ( $W_{ЧУ}$ ) - 32 т/ч при  $\kappa_{CM} = 3$ .

## Лабораторная работа № 9 Расчёт технического обеспечения уборки картофеля

### Введение

Наиболее ответственным и трудоемким процессом при возделывании картофеля является уборка. Заданием предусматривается определение состава уборочно-транспортного отряда по уборке картофеля с определенной площади и в заданные сроки.

**Цель задания.** Закрепление теоретических знаний и приобретение практических навыков в инженерных расчетах по организации возделывания картофеля по интенсивной технологии.

**Содержание задания.** Студентам предлагается произвести расчеты для организации уборки картофеля в оптимальные сроки согласно варианту, указанному преподавателем.

При выполнении задания студент должен описать агротехнические требования, предъявляемые к уборке картофеля, существующие способы уборки и выбрать из них наиболее приемлемый для заданных условий. Произвести расчет необходимого количества уборочной техники. Привести условие поточности при работе сборочно-транспортного отряда. Указать методы оценки качества уборки картофеля.

### **Выбор участка и размещение в севообороте.**

Выращивать картофель нужно на почвах, которые на протяжении вегетации сохраняют рыхлость, не заплывают при выпадении осадков. Они пригодны для комбайновой уборки. Наиболее подходящие для картофеля песчаные, супесчаные и суглинистые почвы. Глинистые почвы, особенно черноземы, более плодородны, но сильно уплотняются. Для улучшения воздухопроницаемости таких почв необходимо внесение повышенных доз органических удобрений, применение специальной техники при обработке почвы. Картофель в специализированных севооборотах может занимать до 25 – 33% пашни. После картофеля в почве остается мало органических остатков. Поэтому в картофельных севооборотах необходимо иметь многолетние бобовые травы или сидеральные культуры, обогащающие почву органическим веществом. Для бездефицитного баланса гумуса на черноземах нужно вносить органических удобрений (с учетом многолетних трав) не менее 6 т/га пашни, а на серой лесной, особенно супесчаной почве — 10т/га. Для предупреждения ливневой эрозии почвы картофельные севообороты нужно располагать на ровных участках, избегая склонов более 3°.

### **Обработка почвы.**

Подготовка почвы под картофель включает систему зяблевой и предпосадочной ее обработки. Система основной обработки зависит от предшественника, погоды, состояния почвы, засоренности и др. Стерню зерновых и зернобобовых культур лущат на глубину 6 – 8 см. Дернину многолетних злаковых и злаково-бобовых трав сначала разрабатывают тяжелыми дисковыми боронами. На полях, засоренных однолетними одно- и двудольными сорняками, применяют обработку осенью после уборки предшествующей культуры гербицидом раундап, 36 % в.р. — 6 – 8 л/га, а при наличии также и многолетних сорняков используют чистарт, 70% с.п. — 6 – 8 кг/га.

Зябь пашут плугами с предплужниками на глубину 28 – 30 см. Под картофель часто применяют полупаровую обработку рано вспаханной зяби. При появлении сорняков и падалицы зябь культивируют на глубину 8 – 10 см. Поля, засоренные многолетними, особенно корнеотпрысковыми сорняками, обрабатывают по типу улучшенной зяби с двумя предпахотными лушениями: первое — дисковое на глубину 5 – 6 см сразу после уборки. Второе — лемешное (или плоскорезное), на 12 – 14 см, после появления розеток осота и других сорняков. Поле пашут в поздние сроки, после отрастания сорняков. Весенняя обработка черноземов в зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения состоит из боронования зяби и предпосадочного рыхления физически спелой почвы плугами без отвалов на глубину 25 – 27 см в агрегате с боронами, особенно в том случае, когда органические удобрения были внесены осенью.

На дерново-подзолистых же и серых лесных хорошо увлажненных тяжелых почвах система обработки почвы включает боронование, культивацию и глубокое рыхление накануне посадки картофеля. Ранневесеннее боронование зяби проводят боронами в два следа, лучше диагонально-перекрестным способом на глубину 4–6см. Затем через 2 – 3 дня почву рыхлят на глубину 28 – 30 см плугом без отвалов, плоскорезом или чизель-культиватором. Этот прием создания глубокого рыхлого слоя особенно эффективен на тяжелых хорошо увлажненных почвах.

### **Нарезка гребней.**

Гребневая технология возделывания картофеля улучшает аэрацию почвы и обеспечивает хорошее качество работы картофелеуборочных комбайнов. Она имеет преимущества на тяжелой глинистой и суглинистой почве, особенно во влажных условиях. Гребневая посадка позволяет рыхлить почву и уничтожить сорняки путем междурядных обработок задолго до появления всходов картофеля.

### **Удобрения.**

На создание 1т урожая клубней и соответствующего количества (0,8 т) ботвы картофель расходует около 6-7 кг азота, 1,5 – 2,7 кг фосфора, 6 – 8 кг калия, 4кг кальция и 2 кг магния. Расход питательных веществ зависит от степени развития ботвы. При мощной ботве расход питательных веществ увеличивается на 20-30 %. Очень отзывчив картофель на внесение навоза, являющегося источником углекислоты, необходимых макро- и микроэлементов питания. Под картофель навоз и другие органические удобрения необходимо вносить только осенью под зяблевую вспашку. Наряду с наво-

зом в качестве органического удобрения можно использовать солому и пожнивный сидерат. На черноземных почвах вносят по 30-40 т/га полупревшего навоза, а случае внесения соломы или поживного сидерата дозу навоза можно уменьшить до 20 – 30 т/га. Применение свежего навоза под картофель нежелательно и допустимо лишь при внесении под раннюю (августовскую) зябь. Иначе возможно усиление поражения клубней паршой.

### **Подготовка клубней к посадке.**

Процесс подготовки картофеля к посадке включает: выгрузку клубней из мест хранения, удаление загнивших клубней, переработку их и разделение на фракции, воздушно-тепловой обогрев, обработку их защитно-стимулирующими средствами и питательными смесями, проращивание на свету и др. На посадку используют здоровые, невырожденные, типичные для сорта клубни.

### **Посадка картофеля.**

Гребневая посадка картофеля — способ, при котором над рядами высаженных клубней создаются гребни, а между ними — борозды. Урожай клубней формируется в гребнях, которые наращивают при довсходовых культивациях. Гребни обеспечивают лучшую аэрацию и прогревание почвы.

### **Сроки.**

Чрезмерно ранние и поздние сроки посадки картофеля снижают его урожайность. Посадку надо начинать, когда почва достигнет физической спелости и прогреется на глубину 10 – 12 см до 5 – 7°C. Это обычно совпадает с началом цветения черемухи. Продолжительность посадки картофеля должна быть не более 10 – 12 дней. Обычно оптимальный срок посадки картофеля с 25 – 28 апреля по 5 – 10 мая. Глубина посадки картофеля зависит от региона, способа посадки, крупности клубней, свойств почвы и др. Она колеблется от 4 – 5 до 10 – 12 см. Путем выбора глубины посадки регулируют обеспечение прорастающих клубней теплом, влагой и воздухом. Как правило, в ранние сроки во влажную глинистую плохо прогретую почву клубни высаживают мелко на 4 – 5 см, в оптимальные — на 6 – 8 см, а в поздние сроки в подсохшую, глубоко прогретую, хорошо аэрируемую почву на 8 – 10 см.

### **Уход.**

Основные задачи ухода за плантацией картофеля — обеспечить рыхлость почвы, защиту растений от сорняков, болезней и вредителей в течение всей вегетации. При гребневой посадке проводят довсходовые обработки междурядий культиваторами, оборудованными стрельчатыми лапами (или окучниками), которые рыхлят почву и

уничтожают сорняки в борозде и на откосах гребней, а вершины гребней обрабатывают сетчатыми или ротационными боронами, навешанными на эти же культиваторы. Первую обработку проводят через 6 – 7 дней после посадки картофеля, вторую — через 6 – 7 дней после первой. Своевременные довсходовые обработки уничтожают до 80 – 90 % сорняков. На сильно засоренных полях за 3 – 5 дней до появления всходов картофеля применяют гербициды. Первую между-рядную обработку всходов картофеля проводят при обозначении рядков (высота растений 5 – 8 см) на глубину 14 – 16 см культиваторами, оборудованными стрелчатыми лапами. Через 6 – 8 дней после первой проводят вторую междурядную обработку на глубину 8 – 10 см. Окучивание картофеля улучшает рыхлость почвы и создает лучшие условия для клубнеобразования, уничтожает сорняки. Оно необходимо на тяжелых почвах, особенно при мелкой посадке в ранние сроки. Слой, присыпанный к растениям почвы в гребне должен быть 4 – 6 см. В случае размывания гребней дождями или при высокой засоренности проводят повторное окучивание. В засуху окучивание может усилить иссушение почвы и снизить урожайность. В таком случае проводят лишь неглубокое рыхление почвы для под-резания сорняков.

### **Уборка**

Уборку картофеля продовольственного назначения начинают при полной физиологической спелости клубней, обычно совпадающей с подсыханием ботвы. В это время клубни достигают максимального размера и накапливают большое количество сухого вещества и крах-мала. Картофель для летнего потребления убирают обычно еще при зеленой ботве или в начале ее пожелтения, когда кожура клубней очень нежная и тонкая. Ранняя уборка в этом случае заметно снижает урожай, но экономически себя оправдывает, так как цены на ранний молодой картофель выше, чем на поздний. Уборку следует заканчи-вать в Центральных районах Нечерноземной зоны к 1 октября

Применяют несколько способов комбайновой уборки: прямое комбайнирование, раздельное и комбинированное. Прямое комбайни-рование применяют на легких и средних по гранулометрическому со-ставу почвах при удовлетворительной и хорошей сепарации, когда комбайн может справиться с отделением почвы и других примесей от клубней.

Раздельным способом урожай убирают, если комбайн не справ-ляется с сепарацией из-за повышенной влажности почвы. При этом способе картофелекопатель - валкоукладчик УКВ-2 отделяет основную

часть клубней от примесей и укладывает их в валок. Когда валок просохнет, его подбирают комбайном с подборщиком.

Комбинированную уборку ведут на полях с низкой урожайностью, а также на супесчаных и среднесуглинистых почвах, имеющих оптимальную влажность и обеспечивающих удовлетворительную сепарацию почвы. Комбинированный способ позволяет увеличить производительность комбайна и сократить число его проходов по полю. Сущность его а следующем: клубни с двух или четырех рядков укладывают УКВ-2 в междурядья двух соседних необрунных рядков. Образованный валок убирают за один проход комбайном, который одновременно выкапывает два необрунных рядка, лежащих рядом с валком.

Картофелеуборочные комбайны эффективно работают при условии, если твердость почвы не превышает 1,4 МПа, влажность - не более 18-22 %, глубина залегания нижних клубней - 18-20 см, ширина гнезда - до 40 см, урожайность клубней - в пределах 15-50 т/га, Потери клубней после прохода картофелеуборочного комбайна не должны превышать 3 %, но не более 0,6 т/га. Чистота клубней, убрунных комбайном., должна быть не ниже 80 %. Повреждения клубней не должны превышать 10%.

Степень повреждения при комбайновой уборке можно существенно снизить за счет применения агротехнических приемов, направленных на ускорение созревания клубней, тщательной регулировки рабочих органов комбайнов и правильного выбора сроков уборки. Исследования ВНИИКХ показали, что повреждения клубней при уборке резко возрастают при температуре воздуха и почвы ниже 7...8 °С. Поэтому конечным сроком уборки следует считать дату устойчивого перехода среднесуточных температур ниже этого уровня.

#### **Послеуборочная доработка**

Она включает следующие операции: прием и транспортирование массы от уборочного агрегата, очистку от примесей, калибрование, отделение дефектных клубней, закладку на хранение. Количество и очередность указанных операций зависят от способа уборки, метеорологических условий, биологического состояния и назначения картофеля, типа хранилищ.

Главная причина потерь при хранении - механические повреждения клубней и болезни, поражающие их в поле или при неблагоприятных условиях уборки и хранения. Поэтому все мероприятия по выращиванию, уборке, послеуборочной обработке, транспортировке и загрузке продукции в хранилище должны быть проведены с минимальным травмированием продукции.

Картофель, убранный а дождливые дни с переувлажненных почв, необходимо обсушить. Просушивание проводят от нескольких часов до 2 суток сухим наружным воздухом в дневное время до полного удаления капельножидкой влаги в верхней части насыпи. При просушивании картофеля в лечебный период вентилятор включают 5-6 раз в сутки по 30 мин. с перерывами 3,5-4 ч.

Дозревание у большинства сортов продолжается около 20-30 дней. Клубни в это время значительно теряют в массе из-за быстрого испарения воды через кожуру и усиленного дыхания. В связи с интенсивным дыханием картофеля после уборки выделяется много тепла, влаги и углекислого газа, которые, накапливаясь в избытке, могут вызвать порчу продукции, что необходимо учитывать, особенно при закладке на хранение незрелых семенных клубней. Если их засыпать сразу же после уборки толстым слоем на постоянное хранение, то в результате значительного выделения тепла они перегреваются, потемнеют и могут сгнить. Поэтому молодые клубни лучше всего укладывать на дозревание небольшим слоем. В течение полтора недель в них значительно стабилизируются биохимические процессы, кожура станет плотнее, нормализуется дыхание.

При уборке незрелого или пораженного болезнями продовольственного картофеля, а также при неблагоприятных погодных условиях поступают так же, как с незрелым семенным материалом, т.е. укладывают клубни на временное хранение в бурты или под навес, а через две недели перебирают и дорабатывают.

Для предотвращения распространения болезней во время хранения, после завершения периода охлаждения проводят фумигацию препаратом «Вист» из расчета 5-10 г/т продовольственного картофеля .

#### Выполнение работы

Таблица 1-Агротехнические требования к уборке картофеля

Показатель	Допустимые отклонения
Скорость движения, км/ч	Не более 6
Глубина подкапывания, см	До 21-25
Ширина подкапывания, см	До 40
Потери клубней в почве, %	Не более 5
Повреждение клубней (по массе), %	Не более 3
Потери клубней на поверхности, %	Не более 5
Чистота клубней, %	Не менее 90
Отклонение от установленной глубины хода лемехов, см	Не более $\pm 2$

При любом способе организации работ сильно развитая ботва (высотой более 50 см) должна быть скошена и убрана с поля не позднее чем за 1 — 2 дня до массовой уборки картофеля. Клубни, оставшиеся на поверхности поля и неподкопанные, должны быть собраны при перепашке или бороновании.

Выбрать способ уборки картофеля исходя из того, что в зависимости от наличия в хозяйстве техники, почвенно-климатических условий и урожайности применяют три способа уборки: прямое комбайнирование (поточный), раздельный и комбинированный.

Способ прямого комбайнирования предполагает групповое использование картофелеуборочных комбайнов и сортировальных агрегатов. Убирают клубни комбайнами ККУ-2 “Дружба” в различных модификациях, Е-665/4, Е-667/2, Е-668/1 и четырехрядными комбайнами КKM-4, агрегируемыми с тракторами класса тяги 14 — 30 кН (табл. 2)

Таблица 2 – Техническая характеристика картофелеуборочных комбайнов

Показатель	ККУ-2	КKM-4	Е-667/2	Е-668/1
Ширина захвата, м	1,4	2,8	2,1	1,4
Производительность, га/ч	0,17-0,19	0,25-0,40	0,25-0,35	0,18-0,21
Рабочая скорость, км/ч	1,6-4	1-6	До 6	1,6-3,6
Вместимость бункера, кг	750	-	-	1000
Агрегатирование с трактором	МТЗ-80/82, ДТ-75М	-	МТЗ-80/82, ДТ-75М	МТЗ-80/82, ДТ-75М
Кол-во обслуживающего персонала на переборочных столах, чел	До 6	-	-	До 6

Раздельный способ применяют на тяжелых почвах, а также в том случае, когда комбайн не в состоянии отделить клубни от земли. В данной ситуации клубни картофелекопателями КТН-2В, КТН-1А, КВН-2М, УКВ-2 (табл. 3) сначала кладут в валок, выделяют основную массу почвы и ботвы, затем валок подбирают.

При комбинированном способе уборки косилками КИР-1,5, КИР-1,5Б, КУФ-1,8 или БМ-6А (табл. 4) скашивают и удаляют с поля ботву, потом картофелекопателем выкапывают клубни с двух рядков и укладывают их в междурядья двух смежных невыкопанных рядков. Идущий рядом картофелеуборочный комбайн подкапывает их и одновременно собирает картофель со всех четырех рядков.

Таблица 3 - Техническая характеристика машин для уборки картофеля

Показатель	КТН-2В	КТН-1А	КВН-2М	УКВ-2
Ширина захвата, м	1,4	0,7	1,4	1,4
Рабочая скорость, км/ч	2-3,2	3,5-5	2-3,2	2-6
Производительность, га/ч	0,2-0,5	0,2-0,4	0,2-0,5	0,3-0,5
Агрегатирование с трактором	МТЗ-80	МТЗ-80	МТЗ-80	МТЗ-80, ДТ-75М

Этот способ применяют на супесчаных, средних и легких суглинистых почвах с хорошей фильтрацией.

Таблица 4 - Технические характеристики косилок-измельчителей

Показатель	КИР-1,5	КИР-1,5Б	КУФ-1,8	БМ-6А
Ширина захвата, м	1,5	1,5	1,8	2,7
Рабочая скорость, км/ч	До 8	До 8	5-7	5-9
Производительность, га/ч	0,5-0,7	0,5-0,7	1-1,2	1,3-2,4
Обслуживающий персонал, чел	1	1	1	1
Агрегатирование с трактором	МТЗ-80	МТЗ-80	МТЗ-80	Т-70С, МТЗ-80

На тяжелых суглинистых почвах следует применять дельный способ уборки картофеля. Работу целесообразно проводить уборочно-транспортными отрядами, которые обычно из технологических звеньев: по подготовке полей к уборке, уборочно-транспортных, по послеуборочной доработке карте кладке на хранение, техническому и культурно-бытовому обслуживанию. Уборка должна производиться непрерывно (поточно). Это условие обеспечивается одинаковой производительностью всех звеньев отряда, выраженной в единицах площади (га):

$$W_q \cdot n \cdot T = W_{q_1} \cdot n_1 \cdot T_1 = W_{q_2} \cdot n_2 \cdot T_2 = \dots = W_{q_n} \cdot n_n \cdot T_n \quad (1)$$

либо в единицах массы (т):

$$W_q \cdot n \cdot T \cdot U = W_{q_1} \cdot n_1 \cdot T_1 \cdot U = W_{q_2} \cdot n_2 \cdot T_2 \cdot U = \dots = W_{q_n} \cdot n_n \cdot T_n \cdot U \quad (2)$$

где  $W_{q_{1,2,\dots,n}}$  — часовая производительность агрегатов по звеньям (в поточной линии), га/ч;  $n$  — число агрегатов или транспортных

единиц;  $T_{1,2,\dots,n}$  — суточная продолжительность работы агрегатов по звеньям, ч;  $U$  — урожайность, т/га.

Главным в отряде является уборочно-транспортное звено, которое предназначается для уборки и транспортировки собранной продукции на картофелесортировальные пункты. Поэтому для определения числа агрегатов во всех звеньях уборочного отряда необходимо установить количество уборочных машин и их дневную производительность и исходя из этого — все машины, входящие в отряд, используя формулы:

Необходимое количество автомобилей для транспортировки картофеля от картофелеуборочных комбайнов определяется из уравнения

$$n_a = \frac{t_p \cdot n_K}{(t_{НАП} \cdot t_{ВЫГ}) \cdot n_б}, \quad (3)$$

где  $t_p$  - длительность рейса, ч;  $t_{НАП}$  - время наполнения бункера комбайна, ч;  $t_{ВЫГ}$  - время выгрузки из бункера комбайна, ч;  $n_б$  - количество бункеров комбайна, картофель из которых вмещает кузов одного автомобиля.

Длительность рейса находится по следующей зависимости:

$$t_p = t_{ДВ} + t_{ЗАГ} + t_{РАЗ} + t_{ВЗВ}, \quad (4)$$

где  $t_{ДВ}$  - время движения автомобиля с грузом и без груза, ч;  $t_{ЗАГ}$  - время загрузки автомобиля картофелем из-под комбайна, ч;  $t_{РАЗ}$  - время разгрузки автомобиля, ч;  $t_{ВЗВ}$  - время на взвешивание автомобиля и оформление документов, ч.

Время движения с грузом и без груза определяется из выражения

$$t_{ДВ} = \frac{s}{v_X} + \frac{s}{v_P} = \frac{2s \cdot 60}{v_{CP}}, \quad (5)$$

где  $s$  - расстояние перевозки, км;  $v_X$  и  $v_P$  — скорость движения без груза и с грузом, км/ч;  $v_{CP}$  - средняя техническая скорость движения автомобиля, км/ч.

Время загрузки автомобиля картофелем из-под комбайна находится по зависимости

$$t_{ЗАГ} = t_{ВЫГ} \cdot n_б + t_{ПЕР}(n_б - 1), \quad (6)$$

где  $t_{ПЕР}$  - время переезда от одного комбайна к другому, ч.

Число бункеров комбайна, картофель из которых вмещает кузов одного автомобиля, находится из соотношения

$$n_{\delta} = \frac{V_K}{J_3 V_{\delta}}, \quad (7)$$

где  $V_K$  - объем кузова автомобиля, м<sup>3</sup>;  $J_3$  - плотность картофеля;  $V_{\delta}$  - объем бункера комбайна, м<sup>3</sup>.

Время наполнения бункера комбайна картофелем определяется из выражения

$$t_{НАП} = \frac{K_B \cdot V_B \cdot \gamma_3 \cdot 600}{U \cdot B_P \cdot v_P}, \quad (8)$$

где  $K_B$  - коэффициент затрат времени на возможные холостые повороты и кратковременные остановки;  $\gamma_3$  - плотность картофеля, т/м<sup>3</sup>.

Чтобы обеспечить бесперебойную работу зерноуборочного комбайна с измельчением соломы, необходимо знать количество тракторных прицепов для транспортирования измельченной соломы, которое определяется из выражения

$$n_{ТП} = \frac{t_{PC} \cdot n_K}{t_{ЗАГ.С}}, \quad (9)$$

где  $t_{PC}$  - время рейса транспортного агрегата, мин;  $t_{ЗАГ.С}$  - время загрузки прицепа с учетом маневрирования, мин.

Пример. Необходимо определить количество картофелеуборочных комбайнов ККУ-2 “Дружба” для уборки картофеля с площади  $S = 300$  га, при урожайности  $U=12$  т/га за двадцать дней ( $D_p=20$  дн.). Коэффициент сменности  $k_{см} = 1,5$ . Из табл. 2 имеем, что часовая производительность комбайна  $W_{ч} = 0,18$  Продолжительность смены  $T_{см} = 7$  ч, коэффициент использования времени смены  $\tau = 0,6$ . Уборка производится раздельным способом, поэтому производительность за 1 ч принять  $W_{ч} = 0,36$  га/ч. Необходимое количество комбайнов находят с помощью формулы:

$$n_k = \frac{S}{D_p \cdot W_{ч} \cdot T_{см} \cdot \tau \cdot k_{см}} = \frac{300}{20 \cdot 0,36 \cdot 7 \cdot 0,6 \cdot 1,5} = 6,6 \quad (10)$$

Расчетное значение округляют до большего целого числа. Следует принять  $n_k = 7$ .

Из полученного результата следует, что целесообразно в комплексном отряде иметь два уборочных звена: в одном 3 комбайна, в другом — 4.

Зная необходимое количество комбайнов, можно определить число картофелекопателей. Из табл. 3 производительность УКВ-2 можно принять  $W_{чкк} = 0,4$  га/ч, продолжительность и режим их работы такие же, как и у комбайна. Следовательно, количество картофелекопателей после преобразования выражения:

$$W_{чк} \cdot n_{к} \cdot T \cdot k_{см} \cdot \tau = W_{чкк} \cdot n_{кк} \cdot T_{см} \cdot k_{см} \cdot \tau \quad (11)$$

будет равно:

$$n_{кк} = \frac{W_{чк} \cdot n}{W_{чкк}} = \frac{0,36 \cdot 7}{0,4} = 6,3 \quad (12)$$

Округляя до большего целого числа, будем иметь  $n_{кк} = 7$ . Это говорит о том, что для раздельной уборки на каждый комбайн необходимо иметь по одному картофелекопателью.

Используя выражение (10), приняв из табл. 4 производительность ботвоуборочной машины  $W_{чуб} = 0,6$  га/ч и учитывая, что продолжительность и режим их работы такие же, как и у копателей, будем иметь:

$$n_{б} = \frac{W_{чкк} \cdot n_{кк}}{W_{чб}} = \frac{0,4 \cdot 7}{0,6} = 4,6. \quad (13)$$

Округлив до большего целого числа, получим  $n_{б} = 5$ .

С целью бесперебойной работы комбайна его должен сопровождать транспортный агрегат. Каждый следующий транспортный агрегат должен подъезжать к комбайну после заполнения кузова (тележки) предыдущего, т. е. это время заполнения кузова (тележки) клубнями картофеля ( $t_{зк}$ ).

Принимаем в качестве транспортного средства агрегат МТЗ-80 + ПСЕ-12,5 с номинальной грузоподъемностью  $Q_H = 4$  т. Расстояние перевозки с поля к месту сортировки и закладки на хранение  $s = 4$  км. Среднетехническая скорость транспортного агрегата  $V_{ср\tau} = 20$  км/ч. Коэффициент использования грузоподъемности транспортного средства  $\alpha = 1$ , так как картофель относится к первому классу грузов. Время разгрузки следует принять  $t_{разг} = 0,1$  ч. Определим время загрузки транспортного средства:

$$t_{зк} = \frac{Q_H}{W_{чк} \cdot U} = \frac{4}{0,36 \cdot 12} = 0,9 \text{ ч}; \quad (14)$$

время движения транспортного агрегата с грузом и обратно:

$$t_{\text{оe}} = \frac{2 \cdot s}{v_{\text{ср.м}}} = \frac{2 \cdot 4}{20} = 0,4 \quad (15)$$

время рейса:

$$t_p = t_{\text{зк}} + t_{\text{оe}} + t_e = 0,9 + 0,4 + 0,1 = 1,4 \quad (16)$$

Тогда число транспортных средств равно:

$$n_T = n_K \frac{t_p}{t_{\text{зк}}} = 7 \cdot \frac{1,4}{0,9} = 10,8 \quad (17)$$

Округлив до большего числа, будем иметь  $n_T = 11$ .

Количество картофелесортировальных пунктов КСП-25 при  $W_{\text{чкп}} = 25$  т/ч (табл. 5) определим из выражения:

$$n_{\text{чкп}} = \frac{W_{\text{чк}} \cdot n \cdot U}{W_{\text{чкп}}} = \frac{0,36 \cdot 7 \cdot 12}{25} = 1,2.$$

Округлив до большего целого числа, будем иметь  $n_{\text{чкп}}=2$

Таблица 5 - Техническая характеристика стационарных картофелесортировальных пунктов

Показатель	КСП-25	К-750	К-754	КСП-50
Производительность, га/ч	25	30	40	50
Потребляемая электрическая мощность, кВт	50	85	70	100
Кол-во обслуживающего персонала, чел	8-20	8-19	8-26	16-40

Таблица 6 – Оценка качества работы на уборке картофеля прямым комбайнированием

Показатель	Норматив	Балл
Потери клубней, %	До 2	2
	2-3	1
	Более 3	0
Повреждение клубней, %	До 8	4
	8-10	3
	10-12	2
Резаные клубни, %	До 0,5	3
	0,5-1	2
	Более 1	0

Для уборки картофеля с указанной площади в заданных условиях состав технических средств будет выглядеть следующим образом:

картофелеуборочные комбайны ККУ-2 — 7;  
картофелекопатели-валкоукладчики УКВ-2 — 7;  
ботвоуборочные машины КИР-1,5 — 5;  
прицепы ПСЕ-12,5 — 11;  
тракторы МТЗ-80, — 30;  
картофелесортировальные пункты — 2.

Оценка качества уборки картофеля производится по потерям и повреждению клубней (табл. 6).

## **Лабораторная работа № 10** **Расчёт технического обеспечения** **уборки сахарной свеклы**

### Введение

Уборка корнеплодов и ботвы сахарной свеклы без ручной доочистки корней с минимальными потерями урожая и своевременная их вывозка — главная задача при организации уборки сахарной свеклы. Заданием предусматривается проведение расчетов по определению количества уборочных и транспортных средств, необходимого количества механизаторов и топлива для организации уборки сахарной свеклы с определенной площади и в заданные сроки.

**Цель задания.** Закрепление теоретических знаний по интенсивной технологии возделывания сахарной свеклы на индустриальной основе.

**Содержание задания.** Студентам предлагается организовать уборку сахарной свеклы в условиях, определенных заданием, которое выдает преподаватель. При выполнении задания студент должен описать агротехнические требования, предъявляемые к уборке сахарной свеклы, и существующие способы уборки, обосновать принятый способ уборки. Произвести расчеты производительности уборочных и транспортных агрегатов и их необходимого количества. Определить расход топлива и затраты труда на весь комплекс механизированных работ. Указать мероприятия по организации контроля качества уборки сахарной свеклы.

### **Уборка сахарной свеклы**

Цель уборки сахарной свеклы — сбор корнеплодов и ботвы для производства сахара и корма с наименьшими затратами и потерями

качества во время хранения и переработки. В зависимости от климатических и погодных условий длительность уборочной кампании составляет от 20 до 50 дней.

У зерновых срок уборки можно легко установить по достигнутой спелости. Таких показаний у сахарной свеклы нет. Можно считать свеклу спелой, когда она в течение нескольких дней затрачивает больше запасов энергии на дыхание, чем образует новые запасные вещества ассимиляцией. Но у здоровой свеклы этот срок наступает поздней осенью. Обычно у сахарной свеклы замедляется формирование корнеплода, но продолжается сахарообразование с накоплением сахара. При благоприятной солнечной погоде и здоровом листовом аппарате процесс продолжается вплоть до октября, а при отсутствии заморозков — до ноября. В условиях средней Европы считают следующий прирост урожайности при более поздней уборке: конец сентября — 2,0%; начало октября — 1,5 и конец октября - 0,7%. Гибриды сахаристого направления [сахаристый (Z) и максимально сахаристый (ZZ)-тип] достигают приемлемой урожайности сахара и очищенного сбора (выход) сахара раньше, чем гибриды урожайного направления [нормальный (N)-тип]. Если ботва свеклы отмирает вследствие заморозков, засухи или поражения грибными болезнями (например, церкоспорозом или мучнистой росой), уборку следует провести до формирования новых листьев, так как это происходит за счет запасов энергии в корнеплодах. Если собирают ботву на корм, также выбирают более ранний срок. Необходимо провести уборку в такой срок, который обеспечит наименьшие потери при механизированной уборке, наименьшие повреждения почвенной структуры уборочной техникой и наименьшие потери при хранении. Потери при оптимальных условиях механизированной уборки, как отмечено выше, составляют 5%. При неблагоприятных погодных и почвенных условиях они могут достигать 20% и более. При влажной почве загрязнение корнеплодов и ботвы выше, а отсев земляных примесей ухудшается. Поэтому на определение срока уборки, в конечном счете влияют такие факторы, как:

- мощность уборочной техники;
- проходимость полей уборочной техникой;
- использование мощности сахарного завода.

Уборку надо закончить до наступления заморозков. Необходимо учитывать при решении о начале сроков уборки возможные потери сахара недобором при ранней уборке и потери его при хранении корнеплодов и находить компромисс.

### **Качество уборки сахарной свеклы**

Высоким качеством работ при уборке следует достигать оптимального уровня срезки ботвы, минимума поражения поверхности корнеплодов, низкой доли почвы на корнеплодах, наименьших потерь свеклы и разрушений почвенной структуры. Основные потери при уборке сахарной свеклы больше, чем у других сельскохозяйственных культур. Они зависят от многих факторов. Для предотвращения следует предпринимать комплекс мер, направленных на их снижение. Потери тем выше, чем более неблагоприятны почвенные и погодные условия. Во время поздних сроков уборки возникает риск возрастания влажности почвы. При экстремально сухих почвенных условиях и плохой структуре почвы растёт опасность обламывания хвостиков. В обоих случаях необходимо снизить скорость движения агрегата, уменьшив при влажных условиях глубину хода рабочих органов (6-8 см), а при сухих — увеличив глубину до 10 см. В последнем случае особенно важна правильно установленная режущая кромка высокоточных рабочих органов. Положительные результаты даёт двухфазная одновременная уборка. Важна точная установка и регулировка уборочной техники по указаниям фирм-производителей для режимов работы при разных условиях.

Для определения потерь при уборке можно учесть биологический урожай. При этом убирают вручную корнеплоды по тем отрезкам поля, которые были отмечены для определения всхожести семян по длине 22,5 м (на междурядьях 45 см) или 20 м (при междурядьях 50 см). Затем взвешивают их и умножают на 1000. Из средней массы всех отрезков получают биологический урожай. Во время уборки контролируют потери и качество работы техники. Для этого отмеряют 10 м<sup>2</sup>, то есть у шестирядной уборочной техники 6 рядов по 3,70 м. На этой площадке собирают все корнеплоды или части их, оставшиеся в почве, взвешивают и результат делят на 100. Так получают потери в центнерах в пересчете на гектар. Для точного определения потерь на гектар надо у каждого агрегата, по крайней мере, 5 раз за смену провести такой контроль. Потери возникают из-за недоподбора корнеплодов (поверхностные потери), из-за недокопки корнеплодов и обламывания их хвостиков (подземные потери). Их вызывает и слишком низкая срезка ботвы. От точки срезки ботвы зависит не только урожайность, но и качество корнеплода и в итоге очищенная урожайность сахара. Оптимальная срезка ботвы — 1 см под самыми нижними зелеными черешками листьев. При этом решающее значение имеет качество режущей кромки ножа-ботвосрезателя. Корнеплоды очень чувствительны к падению и, в зависимости от материала, уже при незначительных высотах появляются довольно большие поверхностные повреждения. По-

верхностно поврежденные корнеплоды теряют сахар при повышенном дыхании и выщелачивании промывочной водой при переработке. Благодаря щадящей технологии уборки корнеплоды предохраняются от потерь, вызываемых повышенным дыханием во время хранения и выщелачиванием промывочной водой при переработке

Ширина колеи, ширина колес и расстояние свеклоуборочных механизмов должны быть согласованы с шириной междурядий во время посева, чтобы не повреждалась свекла. От массы почвы на корнеплодах зависят затраты на их транспортировку к заводу, на хранение почвы и ее обратную транспортировку. Кроме того, в результате выноса почвы разрушается ее плодородие. В Германии в 1991 г. заземленность корнеплодов составила 15%, вынос ее с одного гектара составил в среднем 7 т. При площади под сахарной свеклой в размере 570 тыс. га за этот год выносилось 4 млн. т почвы. По экономическим и экологическим причинам надо снизить процент почвы на корнеплодах следующим образом:

- выбором гибридов; известкованием; высокой полевой всхожестью
- уборкой при оптимальных погодных и почвенных условиях;
- правильной разбивкой поля на загоны;
- выбором правильно подкапывающей лапы свеклоподъемника и ее правильной установкой;
- выбором правильной скорости движения уборочной техники;
- правильной установкой решётного отделителя примесей почвы и вильчатого копача;
- дополнительным устройством очистных звезд, очистных барабанов и ступеней передачи;

регулированием барабанного свеклоочистителя на средний диаметр корнеплодов. Он работает лучше при оптимальной густоте стояния, так как масса и размер корнеплодов более выровнены, чем при пониженной или повышенной густоте стояния

### **Хранение сахарной свеклы**

При уборке свеклы перевалочным способом особое внимание следует уделить своевременному их кагатированию. Установлено, что в сухую погоду корни, оставленные в небольших кучах без укрытия, теряют в сутки до 5-8% своего веса и снижают сахаристость до 0,1%. Кроме того, привядшие корни при хранении их в буртах очень поражаются грибковыми и бактериальными болезнями и теряют сахара больше в несколько раз. Рекомендуются следующие размеры кагатов: ширина по основанию 2,5-3 м, высота 1,2-1,5 м, ширина верхней части 0,3-0,4 м, длина не менее 3-5 м. Участок, предназначенный под кагаты,

очищают и дезинфицируют известью из расчета 200 г на 1 кв. м. Для предохранения корней от высыхания, заморозков кагаты сверху накрывают матами. Ботву силосуют отдельно или в смеси с сечкой из кукурузных стеблей. Надо иметь в виду, что при подсыхании ботва теряет много питательных веществ, прежде всего сахара. Корни свеклы при хранении в результате жизненных процессов, связанных с дыханием, теряют много сухого вещества, особенно сахара. Интенсивность дыхания зависит от многих факторов, прежде всего от температуры. С повышением температуры на 10°С она повышается в 2-2,5 раза. Усиливает дыхание свободный доступ кислорода, света и т.д. Чем дольше сохраняется свекла до переработки и чем хуже условия хранения, тем больше теряется сахара.

Особенно большие потери сахара бывают при загнивании свеклы. Наибольший вред при этом им наносят бурая и черная сухая гниль, а также фузариум. Названы грибки, вызывающие Кагатную гниль свеклы, лучше всего развиваются при температуре 20-25 °С и кислой реакции среды рН 4,5. В нейтральной среде упомянутые грибки прекращают свое развитие. Большой вред наносят свекле в период их хранения и различные бактерии. Для бактерий благоприятной реакцией среды является рН 7-7,2, но они могут развиваться и в кислой среде.

Главными причинами, которые ухудшают условия хранения свеклы, является повреждение корней при сборе и вялости их в период сбора и кагатирования. Наименьшие потери бывают, когда свекла хранится в буртах при температуре от 0 до 2 °С. С повышением их резко возрастают потери сахара и повреждения свеклы различными болезнями. Совсем прекращаются жизненные процессы в свекле и деятельность микроорганизмов при хранении их в замороженном состоянии. Но при оттаивания свеклы интенсивно происходит процесс инверсии сахара и свеклы быстро гниют, поэтому мороженая свекла должна идти на переработку в замороженном виде.

При выполнении задания необходимо придерживаться следующей последовательности.

1. Описать условия, в которых будет организована уборка сахарной свеклы. Недостающие данные необходимо принять самостоятельно, используя справочную и другую литературу.

2. Указать основные агротехнические требования, которые предъявляются к уборке сахарной свеклы. При этом следует отметить, что свеклоуборочные машины, которые имеются в свеклосеющих хозяйствах, позволяют убирать выращенный урожай с допустимым уровнем потерь, который не должен превышать 3 %, общая загрязнен-

ность корней должна быть не выше 10 %, в том числе ботвой — не более 3 %. Потери ботвы — не более 15%, отходы головок корнеплодов при обрезке ботвы по массе — не выше 5 %.

3. Привести способы механизированной уборки сахарной свеклы, отметив, что основными являются поточный, перевалочный и поточно-перевалочный.

Сущность поточного способа заключается в том, что весь комплекс уборочных работ выполняется последовательно, без разрыва во времени между отдельными технологическими операциями. Свеклу от комбайна вывозят на приемный пункт сахарного завода.

При перевалочном способе корни, поднятые комбайном, загружаются в самосвалы тракторные прицепы или автомобили-самосвалы и перевозятся на конец загона, где складываются в бурты или кагаты и хранятся до отправки на приемные пункты.

При поточно-перевалочном способе уборки часть выкопанных корнеплодов загружается на транспортные средства и отправляется на свеклоприемные пункты, а оставшуюся часть отвозят на временное хранение в полевые кагаты.

4. Часовая и сменная производительность корнеуборочной машины определяется из выражений

$$\text{часовая} - W_{\text{ч}} = C_W \cdot B_p \cdot v_p \cdot \tau;$$

$$\text{сменная} - W_{\text{см}} = C_W \cdot B_p \cdot v_p \cdot T_p;$$

где  $B_p$  – рабочая ширина захвата агрегата, м;  $\tau$  – степень использования времени смены,

$$\tau = \frac{T_p}{T_{\text{см}}}; \quad (1)$$

$C_W$  – коэффициент, зависящий от того, в каких единицах принята рабочая скорость движения  $v_p$ : если в км/ч -  $C_W = 0,1$ , если в м/с -  $C_W = 0,36$ .

5. Необходимое количество корнеуборочных машин рассчитывается по выражению

$$n_K = \frac{S}{D_p \cdot W_{\text{ч}} \cdot \kappa_{\text{см}} \cdot T_{\text{см}}}, \quad (2)$$

где  $S$  - площадь убираемой кукурузы, га;  $D_p$  - количество рабочих дней;  $W_{\text{ч}}$  - часовая производительность уборочного агрегата, га/ч;  $\kappa_{\text{см}}$  - коэффициент сменности;  $T_{\text{см}}$  - продолжительность смены, ч.

6. Необходимое количество ботвоуборочных машин определяется по формуле

$$n_{TY} = \frac{S \cdot U}{D_p \cdot W_{чу} \cdot T_{CM} \cdot k_{CM}}, \quad (3)$$

где  $W_{чу}$  - производительность трактора с бульдозерной навеской для насыпи буртов, т/ч.

7. Для обеспечения бесперебойной работы свеклоуборочной комбайна его должен сопровождать транспортный агрегат. Каждой следующий транспортный агрегат должен подъезжать к комбайну после заполнения кузова предыдущего, т. е. Это время заполнения кузова корнеплодами ( $t_{зк}$ ). При времени оборота тракторного агрегата  $t_p$  число транспортных средств равно:

$$n_T = \frac{t_p}{t_{зк}} \quad (4)$$

время рейса —

$$t_p = t_n + t_{\partial z} + t_{\partial x} + t_{разз} \quad (5)$$

где:  $t_n$ ,  $t_{разз}$  — время погрузки и разгрузки транспортного агрегата,  $t_n = t_{зк}$ ;  $t_{\partial z}$ ,  $t_{\partial x}$  - время движения транспортного средства с грузом и без груза, км/ч

$$t_{\partial z} = \frac{L}{v_r}, t_{\partial x} = \frac{L}{v_x}, \quad (6)$$

где  $L$  - длина гона, км;  $v_r$ ,  $v_x$  — скорость движения транспортного средства с грузом и без груза; время заполнения кузова —

$$t_{зк} = \frac{Q_H}{W_q^T}, \quad (7)$$

где  $Q_H$  - грузоподъемность транспортного средства т;  $W_q^T$  - часовая производительность комбайна, т/ч,

$$W_q^T = W_q \cdot U, \quad (8)$$

где  $U$  — урожайность сахарной свеклы, т/га.

8. Расчет необходимого количества транспортных средств для транспортировки ботвы сахарной свеклы к месту ее силосования надо произвести по формулам

$$n_{TC} = \frac{t_P}{t_3}, \quad (9)$$

где  $t_P$  - продолжительность одного рейса (оборота), ч;  $t_3$  - продолжительность загрузки транспортного средства силосной массой, ч.

Средняя продолжительность одного рейса определяется:

$$t_P = t_{ДГ} + t_{ДХ} + t_{ЗАГ} + t_{РАЗ} \quad (10)$$

где  $t_{ДГ}$  и  $t_{ДХ}$  - время движения транспортного средства соответственно с грузом и без него, ч, определяемое по формулам

$$t_{ДГ} = \frac{S}{V_G} \quad \text{и} \quad t_{ДХ} = \frac{S}{V_X} \quad (11)$$

где  $s$  - расстояние перевозки силосной массы, км;  $v_G$  и  $v_X$  - скорости движения транспортного средства с грузом и без груза, км/ч;  $t_{ЗАГ}$  и  $t_{РАЗ}$  - продолжительность загрузки и разгрузки с учетом времени маневрирования, взвешивания и оформления документов, ч.

9. Необходимое количество погрузчиков СПС-4,2 для погрузки сахарной свеклы из кагатов в автомобили можно найти из выражения:

$$n_{П} = \frac{S \cdot U}{D_P \cdot W_{ЧП} \cdot T_{СМ} \cdot \tau_{П} \cdot K_{СМ}}, \quad (12)$$

где  $\tau_{П}$  - коэффициент использования времени смены погрузчика.

10. Для определения количества автомобилей, необходимых для перевозки корней сахарной свеклы из полевых кагатов на свеклоприемный пункт, следует использовать выражение.

$$m = \frac{Q}{D_P \cdot W_{ДН}},$$

где  $Q$  - количество груза, подлежащее перевозке, т;  $D_P$  - количество рабочих дней.

11. Затраты труда можно определить по выражению,

$$Z_T = \frac{m_{П}}{W_{ЧП}} + \frac{m_P}{W_{ЧР}}, \quad (13)$$

учитывая, что они складываются из затрат труда на уборку и транспортировку ботвы, выкапывание корней и их транспортировку в полевые кагаты и на свеклоприемный пункт.

12. Расход топлива на уборку сахарной свеклы складывается из расхода топлива тракторов, работающих с ботвоуборочными машинами и тракторными прицепами, самих ботвоуборочных машин и автомобилей, перевозящих корни на свеклоприемный пункт. При расчете расхода топлива следует использовать формулы

$$G_{ТП} = G_{ЧП} \cdot D_P \cdot T_{РП} \cdot n_{П}, \quad (14)$$

$$G_{ТП} = G_{ЧР} \cdot D_P \cdot T_{РР} \cdot n_{Р}, \quad (15)$$

где

$G_{ЧП}$ ,  $G_{ЧР}$  – часовой расход топлива соответственно погрузчика и разбрасывателя, кг/ч;  $T_{РП}$ ,  $T_{РР}$  – время работы погрузчика и разбрасывателя, ч;  $n_{П}$ ,  $n_{Р}$  – количество погрузчиков и разбрасывателей.

13. Оценка качества уборочных работ производится по трем основным показателям: потерям корней, их повреждению и загрязнению вороха корней зеленой массой (табл. 1).

Таблица 1 – Оценка качества работы свеклоуборочных комбайнов

Показатель	Норматив	Балл
Потери подкопанных и неподкопанных корней за агрегатами КС-6Б, РКС-6, %	До 2	4
	До 3	3
	До 5	2
Повреждение корней, %	До 2	4
	До 3	3
	До 5	2
Загрязнение вороха корней зеленой массой, %	До 1,5	2
	До 2	1
	До 3	0

**Пример.** В хозяйстве необходимо убрать за  $D_p = 20$  дней сахарную свеклу с площади  $S = 320$  га. Урожайность корнеплодов  $U = 30$  т/га, ботвы —  $U_g = 16,5$  т/га. Расстояние транспортировки корней на приёмный пункт  $s_k = 10$  км, ботвы к месту силосования  $s_b = 3$  км

В хозяйстве имеются корнеуборочные комбайны КС-6, уборочные машины БМ-6А, погрузчики СПС-4,2, трактором МТЗ-80 с прицепами ПСЭ-125 грузоподъемностью  $Q_{НП} = 4$  т, автомобили ЗИЛ-130 грузоподъемностью  $Q_a = 5$  т.

Организовать уборку сахарной свеклы в заданные сроки. Для решения данной задачи необходимо принять значения некоторых показателей. Так, коэффициент использования времени смены самоход-

ной корнеуборочной машины КС-6,  $\tau_k = 0,6$ . Производительность погрузчика СПС-4,2 за час чистой работы  $W_{\text{чп}} = 200$  т/ч, коэффициент использования времени смены погрузчика  $\tau_n = 0,6$ . Техническая скорость автомобилей  $v_a = 40$  км/ч, время разгрузки автомобиля  $t_{\text{РАЗГ}} = 0,5$  ч. Подготовительной заключительное время  $T_{\text{ПЗ}} = 0,64$  ч, время на техническое обслуживание в течение смены  $T_{\text{ТО}} = 0,14$  ч, физиологическое —  $T_{\text{Ф}} = 0,14$  ч.

Время разгрузки тракторного прицепа  $t_{\text{РАЗГ.П}} = 0,1$ ч, среднетехническая скорость  $v_T = 20$  км/ч. Длина гона  $L = 800$  м.

### Решение.

1. Производственные условия, в которых будет производить уборка сахарной свеклы, отражены в задании и в принятых дополнительных условиях.

2. Агротехнические требования приведены в п. 2 методических указаний.

3. Учитывая производственные условия, целесообразно будет принять перевалочный способ уборки сахарной свеклы

4. Подставив числовые значения в выражение, определим часовую и сменную производительность корнеуборочной машины:

$$W_{\text{чк}} = 0,1 \cdot 2,7 \cdot 7 \cdot 0,6 = 1,13 \text{ га/ч};$$

$$W_{\text{см}} = W_{\text{чк}} \cdot T_{\text{см}} = 1,13 \cdot 7 = 7,94 \text{ га/см.}$$

Часовая производительность комбайна КС-6 будет равна:

$$W_{\text{ч}}^T = 1,13 \cdot 30 = 33,9 \text{ т/ч.}$$

5. Приняв коэффициент сменности равным 1 ( $k_{\text{см}} = 1$ ) и подставив в выражение другие числовые значения, можно определить необходимое количество комбайнов:

$$n_K = \frac{320}{20 \cdot 7,94 \cdot 1} = 2,02$$

Расчетное значение следует округлить до большего целого числа и принять  $n_K = 3$ .

6. Из технической характеристики ботвоуборочной машины 1БМ-6А известно, что ее часовая производительность  $W_{\text{чп}}$  находится в пределах 1,3 - 2,4 га/ч (следует принять  $W_{\text{чп}} = 1,75$  га/ч). В день машина работает 7 ч, коэффициент сменности  $k_{\text{см.б}} = 1$ . Из выражения определим необходимое их количество:

$$n_{\sigma} = \frac{320}{20 \cdot 1,75 \cdot 7 \cdot 1} = 1,31$$

Расчетное значение округлим до большего целого числа, следовательно,  $n_B = 2$ .

7. Транспортировку корней от свеклоуборочного комбайна осуществляют транспортные агрегаты МТЗ-80 + ПСЭ-12,5. Чтобы определить количество транспортных средств для обслуживания трех комбайнов, необходимо установить время заполнения тележки:

$$t_{зк} = \frac{4}{33,9} = 0,12 \text{ ч.}$$

время разгрузки транспортного прицепа дано в условии задания:

$$t_{разг.п} = 0,1 \text{ ч.}$$

время движения с грузом и без груза:

$$t_{об} = \frac{2 \cdot 0,8}{20} = 0,08 \text{ ч.}$$

время рейса:

$$t_p = 0,12 + 0,1 + 0,08 = 0,3 \text{ ч.}$$

тогда:

$$n_T = 3 \cdot \frac{0,3}{0,12} = 7,5$$

Расчетное значение следует округлить до большего целого числа и следовательно,  $n_T = 8$ .

8. Применяв аналогичные расчеты, можно определить необходимое количество агрегатов МТЗ-80 + ПСЭ-12,5 для транспортировки ботвы от двух ботвоуборочных машин до места закладки силоса ( $n_{ТБ} = 8$ ).

9. Подставляя числовые значения в формулу, можно определить необходимое количество погрузчиков сахарной свеклы ( $k_{СМ} = 1,5$ ):

$$n_{П} = \frac{320 \cdot 30}{20 \cdot 200 \cdot 7 \cdot 0,6 \cdot 1,5} = 0,38$$

Расчетное значение следует округлить до большего целого числа. В этом случае  $n_{П} = 1$ .

10. Расчет необходимого количества автомобилей для транспортировки сахарной свеклы на приемный пункт следует вести по методике практической работы. Используя формулы и исходные данные задания, определяют необходимое количество автомобилей. Автомобиль ЗИЛ-130 имеет грузоподъемность  $Q_a = 5$  т. Его среднетехническая скорость  $v_a = 40$  км/ч. Принимаем челночный маршрут и коэффициент использования пробега за езду  $\phi_{проб} = 0,5$ , а коэффициент ис-

пользования грузоподъемности  $\alpha_{гр} = 0,6$ , так как свекла относится к третьему классу грузов. Время погрузки автомобиля  $t_{пог} = 5/200 = 0,03$  ч, время разгрузки  $t_{разг} = 0,5$  ч (с учетом ожидания). Время нахождения в наряде  $t = 10$  ч, время нахождения на маршруте  $t_M = 10 - 0,6 - 0,14 - 0,14 = 9,12$  ч.

Определим число ездов за день:

$$n_p = \frac{9,12 \cdot 0,5 \cdot 40}{10 + 0,5 \cdot 40 \cdot 0,53} = 8,85$$

Принимаем  $n_p = 9$ .

Определим дневную выработку автомобиля:

$$W_{дн.т} = 5 \cdot 0,60 \cdot 9 = 27 \text{ т.}$$

Установим количество автомобилей:

$$m_a = \frac{320 \cdot 30}{20 \cdot 27} = 17,7$$

Принимаем  $m_a = 18$ .

11. Затраты труда на весь комплекс уборочных работ в расчете на 1 т свеклы будут равны:

$$З_T = \frac{(3 + 2 + 8 + 8) \cdot 7 \cdot 20 + 18 \cdot 10 \cdot 20 + 1 \cdot 10 \cdot 20}{320 \cdot 30} = 0,67 \text{ чел.} \cdot \text{ч} / \text{т.}$$

12. Расход топлива будет равен:

для работы свеклоуборочных комбайнов —

$$G_K = 15 \cdot 3 \cdot 7 \cdot 20 = 6300 \text{ кг};$$

для работы ботвоуборочных машин —

$$G_6 = 15 \cdot 2 \cdot 7 \cdot 20 = 4200 \text{ кг};$$

для транспортировки корней свеклы от комбайна —

$$G_{TK} = 15 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 20 = 16800 \text{ кг},$$

для транспортировки ботвы —

$$G_{TB} = 15 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 20 = 16800 \text{ кг};$$

для работы свеклопогрузчика —

$$G_n = 15 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 20 = 3000 \text{ кг.}$$

Для обеспечения работы автомобилей топливом необходимо определить по формуле суточный пробег одного автомобиля:

$$s_{сут} = \frac{10 \cdot 9}{0,5} = 180 \text{ км}$$

а также общий пробег всех автомобилей:

$$s_0 = 180 \cdot 20 \cdot 18 = 64800 \text{ км}$$

Расход топлива автомобилем ЗИЛ-130 на 100 км пробега составляет 44 л , тогда общий расход топлива будет

$$G_{TA} = \frac{64800}{100} \cdot 44 = 28512 \text{ л.}$$

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### *основная литература:*

1. Гусаков Ф.А., Стальмакова Н.В. Организация и технология механизированных работ в растениеводстве. Практикум. – М.: КолосС, 2009 – 288с.
2. Ковалев Ю.Н. Основы ведения фермерского хозяйства. - М.: КолосС, 2009 - 272с.
3. Зангиев А. А. Эксплуатация машинно-тракторного парка [Текст] / А. А. Зангиев, А. В. Шпилько, А.Г. Левшин. – М.: Колос, 2008. – 320 с. – (Учебники и учебные пособия для студентов средних профессиональных учебных заведений)

### *дополнительная литература:*

1. Карпов А.М. Практикум по производственной эксплуатации машинно-тракторного парка. Саранск, 1995 г.
2. Иофинов С. А., Лышко Г. П. Эксплуатация машинно-тракторного парка.-М.: Колос, 1986.

### *программное обеспечение и Интернет-ресурсы*

1. <http://agrorost.com/reconstruction/proectirovanie>
2. <http://www.char.ru/358/204790.htm>
- 3 <http://miragro.com/proektirovanie-i-stroitelstvo-selskokhozyaistvennykh-kompleksov.html>

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

## Приложение 1

### Варианты заданий к лабораторной работе № 1

Вариант	Площадь, га	Норма внесения, т/га	Продолжительность, дни	Марка прицепа разбрасывателя	Марка трактора	Расстояние от фермы до поля, км
1	150	30	5	РОУ-6	МТЗ-80	6
2	160	40	6	РОУ-6	МТЗ-80	5
3	170	30	7	ПРТ-10	Т-150К	4
4	180	40	8	РОУ-6	МТЗ-80	3
5	190	30	9	ПРТ-10	Т-150К	4
6	200	40	10	ПРТ-16	К-700	5
7	200	30	5	ПРТ-16	К-700	6
8	190	40	6	ПРТ-10	Т-150К	5
9	180	30	7	РОУ-6	МТЗ-80	4
10	170	40	8	ПРТ-10	Т-150К	3
11	160	30	9	РОУ-6	МТЗ-80	4
12	150	40	10	РОУ-6	МТЗ-80	5
13	150	50	5	РОУ-6	МТЗ-80	6
14	160	50	6	РОУ-6	МТЗ-80	5
15	170	40	7	ПРТ-10	Т-150К	4
16	180	40	8	ПРТ-10	Т-150К	3
17	190	30	9	ПРТ-10	Т-150К	4
18	200	30	10	ПРТ-16	К-700	5
19	200	40	5	ПРТ-16	К-700	6
20	190	30	6	ПРТ-10	Т-150К	5
21	180	40	7	ПРТ-10	Т-150К	4
22	170	30	8	ПРТ-10	Т-150К	3
23	160	40	9	РОУ-6	МТЗ-80	4
24	150	30	10	РОУ-6	МТЗ-80	5
25	150	40	5	РОУ-6	МТЗ-80	6

Приложение 2

Варианты заданий к лабораторной работе № 2

Вариант	Площадь, $\mu$ га	Норма внесения, $\text{т/га}$	Срок выполнения, дни	Удаление от склада удобрений, км	Марка трактора	Марка машины	Скорость движения без груза, км/ч	Скорость движения с грузом, км/ч	Продолжительность сметны, ч	Коэффициент сметности, $\alpha$	Длина гола
1	300	0,4	2	3	T-40A	1-PMГ-4	20	14	7	1,5	800
2	400	0,5	3	2	T-40A	1-PMГ-4	21	13	7	2,0	600
3	500	0,6	4	3	T-40A	1-PMГ-4	22	12	7	1,5	1000
4	600	0,7	2	4	MT3-80	PYM-5	23	11	7	2,0	1200
5	700	0,8	3	5	MT3-80	PYM-5	24	10	7	1,5	1100
6	800	0,9	4	5	MT3-80	PYM-5	25	11	7	2,0	1200
7	900	1,0	2	4	MT3-80	PYM-5	26	12	7	1,5	1000
8	900	1,1	3	3	T-150K	PYM-8	25	13	7	2,0	900
9	1000	1,2	4	2	T-150K	PYM-8	26	14	7	1,5	800
10	1100	1,3	2	3	T-150K	PYM-8	24	13	7	2,0	700
11	1000	1,4	3	2	T-150K	PYM-8	23	14	7	1,5	600
12	700	1,5	4	2	MT3-80	PYM-5	22	12	7	2,0	1200
13	800	1,4	2	3	MT3-80	PYM-5	21	11	7	1,5	1100
14	400	1,3	3	4	T-40A	1-PMГ-4	20	10	7	2,0	1000
15	500	1,2	4	5	T-40A	1-PMГ-4	21	11	7	1,5	900
16	600	1,1	2	2	MT3-80	PYM-5	22	12	7	2,0	800
17	900	1,0	3	3	T-150K	PYM-8	23	13	7	1,5	700
18	1000	0,9	4	4	T-150K	PYM-8	24	14	7	2,0	600
19	600	0,8	2	5	MT3-80	PYM-5	25	11	7	1,5	700
20	700	0,7	3	3	T-150K	PYM-8	26	12	7	2,0	800
21	800	0,6	4	4	T-150K	PYM-8	20	13	7	1,5	900
22	900	0,5	2	5	T-150K	PYM-8	21	14	7	2,0	1000
23	1000	0,4	3	4	T-150K	PYM-8	21	13	7	1,5	1100
24	700	0,5	4	5	MT3-80	PYM-5	23	12	7	2,0	1000
25	800	0,6	2	2	MT3-80	PYM-5	24	11	7	1,5	1000

Приложение 3

Варианты заданий к лабораторной работе № 3

Вариант	Площадь, $\text{дм}^2$	Кол-во раб., дней	Марка трактора	Удельное сопротивление почвы вешалки, $\text{кН/м}^2$	Глубина вешалки, $\text{мм}$	$K_{\text{д}}$ , %	Длина тона, $\text{мм}$	Угол наклона, град.	Влажность почвы, %	Коэффициент использования времени смены
1	100	5	ДТ-75МВ	75	0,22	2	900	1	19	0,65
2	150	6	T-150К	70	0,23	3	1000	2	20	0,70
3	200	7	T-4А	65	0,24	2	1100	3	21	0,75
4	250	8	ДТ-75МВ	60	0,25	3	1200	4	22	0,70
5	300	9	T-4А	65	0,26	2	1200	5	23	0,65
6	250	8	ДТ-75МВ	70	0,27	3	1200	4	19	0,60
7	200	7	ДТ-75МВ	75	0,28	2	1100	3	20	0,65
8	150	6	ДТ-75МВ	70	0,29	3	1000	2	21	0,70
9	100	5	ДТ-75МВ	65	0,30	2	900	1	22	0,75
10	150	5	ДТ-75МВ	60	0,29	3	1000	2	23	0,70
11	200	10	T-150К	55	0,28	2	1100	3	22	0,65
12	250	10	T-150К	50	0,27	3	1200	4	21	0,60
13	300	10	T-4А	55	0,26	2	1200	5	20	0,65
14	250	10	ДТ-75МВ	60	0,25	3	1200	4	19	0,70
15	200	10	ДТ-75МВ	65	0,24	2	1100	3	20	0,65
16	150	6	ДТ-75МВ	70	0,23	3	1000	2	21	0,70
17	100	5	ДТ-75МВ	75	0,22	2	900	1	22	0,65
18	150	6	ДТ-75МВ	70	0,23	3	1000	1	23	0,60
19	200	7	T-4А	65	0,24	2	1100	2	22	0,65
20	250	7	T-150К	60	0,25	3	1200	3	21	0,70
21	300	10	T-4А	55	0,26	2	1200	4	20	0,75
22	250	8	ДТ-75МВ	50	0,27	3	1200	5	19	0,75
23	200	9	ДТ-75МВ	55	0,28	2	1100	1	20	0,70
24	150	5	ДТ-75МВ	60	0,29	3	1000	2	21	0,65
25	100	5	ДТ-75МВ	65	0,30	2	900	3	22	0,60

**Приложение 4**

**Варианты заданий к лабораторной работе № 4**

Вариант	Площадь обработки, га	Количество рабочих дней	Коэффициент использования времени смены	Марка трактора	Марка с/х. машины
1	4000	5	0,60	T-150	КПС-4
2	3500	4	0,65	ДТ-75	-
3	4000	6	0,70	ДТ-175С	РВК-3,6
4	3500	4	0,55	T-4A	РВК-5,4
5	3000	5	0,60	ДТ-75МВ	РВК-3,6
6	3500	4	0,65	ДТ-75М	КПС-4
7	4000	5	0,70	T-130	-
8	3000	5	0,60	ДТ-175С	РВК-3,6
9	3500	4	0,65	T-150	РВК-5,4
10	4000	4	0,60	T-4A	-
11	3500	4	0,65	T-150	-
12	4000	6	0,55	T-4A	КПС-4
13	2000	4	0,55	T-70С	-
14	2500	3	0,60	ДТ-75	КПС-4+3ККШ-6
15	3000	4	0,60	ДТ-175С	-
16	3500	4	0,65	T-150	-
17	4000	5	0,70	T-4Л	-
18	2000	3	0,65	T-70С	-
19	2500	3	0,60	ДТ-75	-
20	3000	4	0,55	ДТ-175С	РВК-5,4
21	3500	5	0,55	T-150	-
22	4000	6	0,60	T-4A	-
23	3500	5	0,60	T-150	-
24	4000	5	0,55	T-4A	-
25	2000	3	0,60	T-70С	-

## Приложение 5

### Варианты заданий к лабораторной работе № 5



Вариант	Площадь посева, га	Марка трактора	Количество рабочих дней	Длина гона, м	Расстояние от центральной усадьбы, км
1	4000	T-150	5	600	3
2	3500	ДТ-75	4	700	4
3	4000	ДТ-175С	6	800	5
4	3500	T-4A	4	900	6
5	3000	ДТ-75МВ	5	1000	7
6	3500	ДТ-75М	4	900	6
7	4000	T-130	5	800	5
8	3000	ДТ-175С	5	700	4
9	3500	T-150	4	600	3
10	4000	T-4A	4	700	3
11	3500	T-150	4	800	4
12	4000	T-4A	6	900	4
13	2000	T-70С	4	1000	5
14	2500	ДТ-75	3	900	5
15	3000	ДТ-175С	4	800	5
16	3500	T-150	4	700	4
17	4000	T-4A	5	600	4
18	2000	T-70С	3	700	4
19	2500	ДТ-75	3	800	6
20	3000	ДТ-175С	4	900	6
21	3500	T-150	5	1000	6
22	4000	T-4A	6	600	4
23	3500	T-150	5	700	4
24	4000	T-4A	5	800	5
25	2000	T-70С	3	900	5

**Приложение 6**

**Варианты заданий к лабораторной работе № 6**

Вариант	Объем заготовки, т	Урожайность травяной смеси, т/га	Длина гона, м	Количество рабочих дней	Расстояние от поля до фермы, км	Коэффициент выхода сена из травосмеси
1	3000	22	700	9	3	0,17
2	3200	23	600	8	4	0,18
3	3400	24	800	10	5	0,19
4	3600	25	900	7	3	0,20
5	3800	26	1000	11	4	0,17
6	4000	27	1100	10	5	0,18
7	3000	28	1000	8	3	0,19
8	3100	29	900	9	4	0,20
9	3200	20	800	7	5	0,17
10	3300	21	700	8	3	0,18
11	3400	22	600	9	4	0,19
12	3500	23	700	10	5	0,20
13	3600	24	800	7	3	0,17
14	3700	25	800	9	4	0,18
15	3800	24	900	10	5	0,19
16	3900	23	700	7	3	0,20
17	4000	22	700	9	4	0,17
18	3800	21	800	10	5	0,18
19	3600	20	900	7	3	0,19
20	3400	21	900	9	4	0,20
21	3200	22	1000	10	5	0,17
22	3000	23	1000	7	3	0,18
23	3200	24	1100	9	4	0,19
24	3400	23	1100	10	5	0,20
25	3600	22	900	7	3	0,17

Приложение 7

Варианты заданий к лабораторной работе № 7  
уборки зерновых

Вариант	Убираемая площадь, га	Урожайность, га	Солодность	Уборочный агрегат	Марка транспортного средства	Кол-во рабочих дней
1	100	5,5	1,5	СК-5 "Нива"	ГАЗ-3507	5
2	125	5,0	1,5	СК-5 "Нива"	ГАЗ-3507	6
3	150	4,5	1,0	СК-5 "Нива"	ГАЗ-5ЭБ	7
4	175	4,0	1,5	СК-6 "Нива"	ГАЗ-3507	8
5	200	3,5	1,0	СК-5 "Нива"	ГАЗ-3507	9
6	225	3,0	1,5	СК-6 "Нива"	ЗИЛ-ММЗ-554Б	10
7	200	2,5	1,0	СК-5 "Нива"	ЗИЛ-ММЗ-554Б	11
8	175	3,0	1,5	СК-6 "Нива"	ЗИЛ-ММЗ-554Б	12
9	150	3,5	1,0	СК-5 "Нива"	КамАЗ-5511	9
10	125	4,0	1,5	Дон-1500	КамАЗ-5511	8
11	100	4,5	1,0	Дон-1500	КамАЗ-5511	7
12	175	5,0	1,5	Дон-1500	ГАЗ-3507	6
13	150	5,5	1,0	Дон-1500	ГАЗ-3507	5
14	175	5,0	1,5	Дон-1500	ГАЗ-3507	6
15	200	4,5	1,0	Дон-1500	ГАЗ-5ЭБ	7
16	225	4,0	1,5	Дон-1500	ГАЗ-5ЭБ	8
17	200	3,5	1,0	Дон-1500	ГАЗ-5ЭБ	9
18	175	3,0	1,5	Дон-1200	КамАЗ-5511	10
19	150	2,5	1,0	СК-5 "Нива"	КамАЗ-5511	11
20	125	3,0	1,5	СК-5 "Нива"	КамАЗ-5511	10
21	100	3,5	1,0	СК-5 "Нива"	ЗИЛ-ММЗ-554Б	9
22	125	4,0	1,5	"Енисей"	ЗИЛ-ММЗ-554Б	8
23	150	4,5	1,0	Дон-1500	ЗИЛ-ММЗ-554Б	7
24	175	5,0	1,5	Дон-1500	ГАЗ-3507	6
25	200	5,5	1,0	Дон-1500	ГАЗ-3507	5

**Приложение 8**

**Варианты заданий к лабораторной работе № 8**

Вариант	Убираемая площадь, га	Урожайность, т/га	Расстояние перевозки, км	Состояние почвы
1	60	10	10	Тяжелый суглинок
2	110	11	9	-
3	150	12	8	-
4	210	13	7	-
5	150	14	6	-
6	110	15	5	Легкая песчаная
7	260	14	4	-
8	320	13	2	-
9	400	13	3	-
10	60	12	4	-
11	110	11	5	Супесчаная
12	150	14	6	-
13	210	15	7	-
14	150	16	8	-
15	110	15	9	-
16	260	14	10	Средний суглинок
17	320	13	11	-
18	400	12	10	-
19	380	11	9	-
20	360	10	8	-
21	340	11	7	Почва хорошо просеивается
22	320	12	5	-
23	300	13	4	-
24	280	14	4	-
25	260	15	4	-

**Приложение 9**

**Варианты заданий к лабораторной работе № 9**

Вариант	Убираемая площадь, га	Урожайность, т/га	Расстояние перевозки, км	Состояние почвы
1	60	10	10	Тяжелый суглинок
2	110	11	9	-
3	150	12	8	-
4	210	13	7	-
5	150	14	6	-
6	110	15	5	Легкая песчаная
7	260	14	4	-
8	320	13	2	-
9	400	13	3	-
10	60	12	4	-
11	110	11	5	Супесчаная
12	150	14	6	-
13	210	15	7	-
14	150	16	8	-
15	110	15	9	-
16	260	14	10	Средний суглинок
17	320	13	11	-
18	400	12	10	-
19	380	11	9	-
20	360	10	8	-
21	340	11	7	Почва хорошо просеивается
22	320	12	5	-
23	300	13	4	-
24	280	14	4	-
25	260	15	4	-

Приложение 10

Варианты заданий к лабораторной работе № 10

Вариант	Убираемая площадь, га	Урожайность, т/га		Расстояние перевозки, км		Расстояние до свеклоприем. пункта, км
		свеклы	ботвы	свеклы	ботвы	
1	150	10	5,0	0,80	1	10
2	200	11	5,5	1,10	2	15
3	250	12	6,0	1,20	3	10
4	300	13	6,5	1,30	1	15
5	350	14	7,0	1,50	2	10
6	400	15	7,5	1,80	3	15
7	160	16	8,0	1,20	1	10
8	210	17	8,5	1,21	2	15
9	260	18	9,0	1,20	3	10
10	310	19	9,5	1,19	1	15
11	360	20	10,0	1,18	2	10
12	410	21	10,5	1,17	3	15
13	170	22	10,0	1,16	1	10
14	180	23	11,0	1,15	2	15
15	190	24	12,0	1,14	3	10
16	200	25	13,0	1,13	1	15
17	210	26	14,0	1,12	2	10
18	220	27	15,0	1,11	3	15
19	230	28	14,0	0,9	1	10
20	240	29	16,0	0,9	2	15
21	250	30	15,0	0,8	3	10
22	260	31	15,5	0,8	1	15
23	270	32	16,5	0,8	2	10
24	280	33	16,0	0,8	3	15
25	290	34	15,5	0,8	1	20
26	300	35	15,0	0,8	2	21

## Приложение 11

Примерные значения продолжительности остановки для технологического обслуживания агрегата на каждый час сменного времени  $t'_{тех}$

Вид работы	Продолжительность остановки на 1 час сменного времени
Лушение стерни, дискование	0,02...0,03
Вспашка	0,01...0,02
Боронование	0,03...0,04
Сплошная культивация	0,03...0,04
Междурядная культивация	0,04...0,05
Прикатывание	0,01...0,02

Продолжительность остановки машин для заправки технологической емкости  $t_{ос}$ , ч

Марка машины	$t_{ос}$ , ч	Марка машины	$t_{ос}$ , ч
Сеялка зерновая типа СЗ-3,6	0,06	Машины для внесения удобрений: ЗА-М (3000)	0,05
Сеялка пропашная типа: СУПН-8А	0,09	СУПН-12	0,11
Кинзе-16-рядная	0,18	ZG-B (8000)	0,13
СТС-70 "ТУМАН"	0,05	Опрыскиватели:	
Сеялка свекловичная: 12-рядная	0,10	ИХ-3000	0,08
18-рядная	0,12	ИХ-4200	0,15
24-рядная	0,18	КОМАНДОР	0,2
Посевной комплекс: ПК-8,5	0,12	Конкорд	0,12
СТС-70 "ТУМАН"	0,05	Навозоразбрасыватели:	
Хорш-18,3	0,10	ПК-6,1	0,12

## Приложение 12

### Влияние расстояния между клубнями на урожайность картофеля

Масса посадочных клубней, г	Расстояние между клубнями в ряду, см	Урожайность, ц/га	Количество клубней на растении	Коэффициент размножения
40	20	413	9,7	13,8
80	40	398	17,9	13,3
120	60	424	24,2	14,1

### Ориентировочный расход посадочного материала

Размер клубней, мм	Масса клубней, г	Продовольственный картофель		Семенной картофель	
		тыс. раст./га	ц/га	тыс. раст./га	ц/га
30...45	40...45	48...50	21...25	55...60	24...27
30...55	60...65	42...45	26...30	48...52	29...32
45...55	80...85	38...40	31...33	42...46	35...40

## Приложение 13

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ СРЕДНЕЙ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ КОМБАЙНА С КОПНИТЕЛЕМ ПРИ УБОРКЕ ПШЕНИЦЫ, КМ/Ч

Урожай	Отношение зерна к соломе при ширине жатки, м											
	6				7				8			
ность, Ц/га	1:0,8	1:1	1:1,2	1:1,5	1:0,8	1:1	1:1,2	1:1,5	1:0,8	1:1	1:1,2	1:1,5
20				9,6			10,0	8,2		10,1	8,2	6,7
22	—	—	—	8,7	—	—	9,2	7,5	—	9,1	7,4	6,1
25	—	—	9,4	7,7	—	9,8	8,1	6,6	9,9	8,0	6,5	5,4
27	—	—	8,7	7,1	—	9,1	7,5	6,1	9,1	7,4	6,1	5,0
30	—	9,6	7,9	6,4	10,0	8,3	6,8	5,5	8,1	6,7	5,5	4,5
32	—	9,0	7,4	6,0	9,3	7,8	6,3	5,2	7,6	6,4	5,1	4,2
35	10,1	8,3	6,8	5,5	8,5	7,1	5,9	4,7	6,9	5,8	4,7	3,9
37	9,6	7,8	6,3	5,2	8,1	6,7	5,5	4,5	6,5	5,4	4,5	3,6
40	8,8	7,2	5,9	4,8	7,5	6,2	5,1	4,1	6,1	5,0	4,2	3,4
42	8,4	6,8	5,7	4,6	7,2	5,9	4,8	3,9	5,9	4,8	3,9	3,2
45	7,9	6,4	5,2	4,3	6,7	5,5	4,5	3,7	5,5	4,4	3,6	3,0
50	7,1	5,8	4,7	3,3	6,0	4,9	4,0	3,3	4,9	4,1	3,3	2,7
55	6,4	5,3	4,3	3,5	5,5	4,6	3,7	3,0	4,4	4,7	3,0	2,5
60	5,9	4,8	3,9	3,2	5,1	4,2	3,4	2,8	4,1	3,4	2,7	2,3
65	5,5	4,4	3,6	3,0	4,7	3,8	3,2	2,5	3,7	3,1	2,5	2,1
75	4,8	3,8	3,1	2,6	4,1	3,3	2,8	2,2	3,2	2,7	2,2	1,8
80	4,5	3,6	2,9	2,4	3,8	3,1	2,6	2	3	2,5	2	1,7

**Приложение 14**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ РЕГУЛИРОВКА ЖАТКИ НА  
УБОРКЕ ЗЕРНОВЫХ**

Состояние хлебного массива	Нормальный прямостоящий										Высокий (свыше 80 см)								
	Скорость комбайна, км/ч	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8
Частота вращения мотвила, мин <sup>-1</sup>	15	18	26	31	36	40	43	46	49	49	15	18	26	31	36	40	43	46	49
Состояние хлебного массива	Низкорослый (30...40 см)										Полеглий								
	Скорость комбайна, км/ч	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Частота вращения мотвила, мин <sup>-1</sup>	15	18	26	31	36	40	48	46	49	18	26	31	36	40	43	46	49	49	

## Содержание

Введение.....	3
Лабораторно-практическая работа №1 Расчёт технического обеспечения внесения органических удобрений.....	5
Лабораторно-практическая работа №2 Расчёт технического обеспечения внесения минеральных удобрений.....	13
Лабораторно-практическая работа №3 Расчёт технического обеспечения работы пахотных агрегатов.....	23
Лабораторно-практическая работа №4 Расчёт технического обеспечения предпосевной обработки почвы.....	29
Лабораторно-практическая работа №5 Расчёт технического обеспечения посева зерновых.....	33
Лабораторно-практическая работа №6 Расчёт технического обеспечения уборки трав на сено.....	42
Лабораторно-практическая работа №7 Расчёт технического обеспечения уборки зерновых.....	50
Лабораторно-практическая работа №8 Расчёт технического обеспечения уборки кукурузы на силос.....	63
Лабораторно-практическая работа №9 Расчёт технического обеспечения уборки картофеля.....	74
Лабораторная работа № 10 Расчёт технического обеспечения уборки сахарной свеклы.....	87
Библиографический список.....	100
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	102

Составители:

Салахутдинов Ильмас Рифкатович

кандидат технических наук,  
доцент кафедры «Эксплуатация мобильных машин и  
технологического оборудования»  
Глущенко Андрей Анатольевич  
кандидат технических наук,  
доцент кафедры «Эксплуатация мобильных машин и  
технологического оборудования»

## **Проектирование технических комплексов**

Лабораторный практикум  
Ульяновск: УГСХА им. П.А. Столыпина, 2015, - 117 с.

Подписано в печать  
Формат 60х90/16 Бумага офсетная №1  
Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 7,31  
Тираж 300 Заказ \_\_\_\_\_

---

Адрес издателя: 432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1