УДК 631.552/.554

РАСЧЕТ УБОРОЧНО-ТРАНСПОРТНОГО ЗВЕНА

Тимшин Д.И., Ушаков А.О., Курбанов Р.Ф., Саитов В.Е.

ФГБОУ ВО «Вятская государственная сельскохозяйственная академия», Киров, e-mail: vicsait-valita@e-kirov.ru

Статья посвящена методике расчета состава уборочно-транспортного звена для уборки сельскохозяйственных культур с учетом нестабильности динамики уборочных работ. Для расчета состава звена учитывают максимальные суточные объёмы работ. В статье представлены результаты расчета уборочно-транспортного звена на уборке силосной массы в СПК «Красная Талица» Слободского района Кировской области с 2011 по 2015 гг. и уборки зерновых по Слободскому району Кировской области с 2012 по 2015 гг. Представлены сравнительные результаты расчетов при среднесуточном и максимальном объёме работ. Также в статье представлены график динамики заготовки силосной массы и график динамики уборки зерновых культур. Для различных вариантов и оперативности решения поставленных задач представлена номограмма для определения транспортных средств. Указано значение и факторы автомобильного транспорта в обслуживающем звене агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: сельскохозяйственные грузы, динамика уборки, суточный темп работ, уборочно-транспортное звено, комбайновые агрегаты, транспортные агрегаты

CALCULATION OF CLEANING AND TRANSPORTATION PERSON

Timshin D.I., Ushakov A.O., Kurbanov R.F., Saitov V.E.

Federal state budgetary educational institution of higher education Vyatka state agricultural Academy, Kirov, e-mail: vicsait-valita@e-kirov.ru

The article is devoted to the method of calculating the composition of the harvesting and transport link for harvesting crops, taking into account the instability of the dynamics of harvesting operations. To calculate the composition of the link take into account the maximum daily volume of work. The article presents the results of calculation of the harvesting and transport link for harvesting silage in the SEC «Krasnaya Talitsa» in the Slobodskiy district of the Kirov Region from 2011 to 2015, and harvesting grain in the Slobodskiy district of the Kirov Region from 2012 to 2015. Comparative results of calculations are presented at average daily and maximum volume of work. Also in the article the graph of dynamics of silage harvesting and the schedule of harvesting dynamics of grain crops are presented. The nomogram for the determination of vehicles is presented for various variants and efficiency of the solution of the tasks. The value and factors of road transport in the service unit of the agro-industrial complex are indicated.

Keywords: agricultural cargo, dynamics of harvesting, daily rate of work, harvesting and transport link, combine units, transport aggregates

Крупнейшим обслуживающим звеном агропромышленного комплекса (АПК) является транспортный. Определяющее значение в нём занимает автомобильный транспорт. Его значимость в транспортном звене АПК можно определить несколькими факторами: им перевозится подавляющий объем грузов, занимает определяющее значение в осуществлении производственных процессов сельского хозяйства.

Многие перевозки, осуществляемые в сельском хозяйстве, связаны с обслуживанием транспортно-производственных процессов, состоящих из последовательно выполняемых технологических, транспортных и грузовых операций. Сельскохозяйственные грузы имеют свою специфику, в некоторых из них происходят биохимические превращения. В связи с этим выдвигаются определенные требования к средствам и способам перевозки груза, регламентируя время и сроки проведения уборочно-транспортного процесса. Также основным фактором сельского хозяйства является то, что определяющее количество процессов выполняется под открытым небом и зависит от климатических, дорожных и почвенных условий [5].

Перевозка зелёной массы для скармливания, силосования и других целей в среднем составляет 30–50% от общего объема перевозок урожая сельскохозяйственных культур. В связи с тем, что сроки уборки и транспортировки зеленой массы ограничены, для её перевозок требуется значительное количество транспортных средств.

Важным элементом уборочного процесса зерна является его транспортировка. Затраты на ее осуществление составляют 20–30% от общих затрат на производство зерна [5].

Для сокращения потерь зерна при перевозке транспортные средства, помимо проверки технического состояния, оборудуются наставными бортами, борта уплотняются, для защиты от выдувания применяются пологи, закрывающие груз. В целях

обеспечения защиты от возгорания на глушители транспортных средств устанавливаются искрогасители.

На сегодняшний день принято выделять две основные технологии перевозки зерна: бесперевалочную и перевалочную. При применении первой технологии зерно от уборочного агрегата в поле перемещается одним транспортным средством до места разгрузки, например, склада хранения или места первичной обработки. При второй же технологии в процессе транспортировки происходит перегрузка зерна от одного транспортного средства в другое. Для перегрузки применяются перевалочные заделы или компенсаторы-накопители.

Цель исследования

Целью исследования является расчет состава уборочно-транспортного звена для уборки сельскохозяйственных культур с учетом нестабильности динамики уборочных работ.

Материалы и методы исследования

Весомым резервом повышения эффективности использования в сельском хозяйстве автомобильного транспорта является совершенствование перевозок урожая с полей [2, 6, 7].

Для организации рационального взаимодействия комбайнов и транспортных средств на поле необходимо производить расчет уборочно-транспортного звена. Ритмичная работа автомобилей и комбайнов будет выполняться при соблюдении поточности работ. С учетом этого используют следующую методику расчетов [1, 8].

Вначале определяем суточный темп уборки:

$$P_{сут} = \frac{F}{D_к \cdot K_п}, \quad (1)$$

где $P_{сут}$ – суточный темп уборки, га/сут.;
F – общая площадь под многолетними травами на силос, га;
$D_к$ – календарные сроки уборки, дни;
$K_п$ – коэффициент погодности в период уборки.

Далее определяем часовую производительность комбайнового агрегата:

$$Wк = 0{,}36 \cdot B_к \cdot V_к \cdot \tau, \quad (2)$$

где $W_к$ – часовая производительность комбайнового агрегата, га/ч;
$B_к$ – ширина жатки, м;
$V_к$ – средняя рабочая скорость кормоуборочных агрегатов, м/с;
τ – коэффициент использования времени кормоуборочного агрегата.

С учетом продолжительности работ суточная производительность одного комбайнового агрегата составит

$$W_{сут(к)} = W_к \cdot T_{сут}, \quad (3)$$

где $W_{сут(к)}$ – суточная производительность одного комбайнового агрегата, га/сут.;
$T_{сут}$ – согласованная продолжительность рабочего дня, ч.

С учетом формул (1) и (3) количество комбайнов определится:

$$N_к = \frac{P_{сут}}{W_{сут(к)}} \quad (4)$$

Результаты расчетов округляем до целого в большую сторону.

Для расчета состава транспортного звена определяют часовую производительность комбайнового звена:

$$W_{чк} = n_к \cdot W_к \cdot U, \quad (5)$$

где $W_{чк}$ – часовая производительность комбайнового звена, т/ч;
$n_к$ – количество комбайнов, шт.;
U – урожайность трав, т/га.

Часовая производительность одного автомобиля определяется по выражению

$$W_т = \frac{Q_г \cdot K_г}{t_р}. \quad (6)$$

где $W_т$ – часовая производительность автомобиля, т/ч;
$Q_г$ – грузоподъемность, т;
$K_г$ – коэффициент использования грузоподъемности;
$t_р$ – продолжительность одного рейса транспортного агрегата, ч.

Из формул (5) и (6) определяем число автомобилей:

$$N_т = \frac{W_{чк}}{W_т}, \quad (7)$$

где $N_т$ – расчетное число автомобилей, шт.

Результаты расчетов округляем до целого в большую сторону.

При необходимости расчетов следующей цепочки технологических звеньев поступают аналогично. Например, при перевозке силоса необходимо определить количество бульдозеров для работы на силосной траншее.

Суточная производительность одного бульдозера составляет

$$W_{бул.} = W_{бч} \cdot T_{сут} \quad (8)$$

где $W_{бул.}$ – суточная производительность одного бульдозера, т/сут.;
$W_{бч}$ – производительность бульдозера, т/ч.

Суточная производительность комбайновых агрегатов составляет:

$$W_{к.сут} = W_{чк} \cdot T_{сут}, \quad (9)$$

где $W_{к.сут}$ – суточная производительность комбайновых агрегатов, т/сут.

Расчетное число бульдозеров определяется по формуле

$$N_б = \frac{W_{к.сут}}{W_{бул.}} \quad (10)$$

Результаты расчетов округляем до целого в большую сторону.

В этой методике используют среднесуточный темп работ (1). Она является относительно постоянной. Однако в производстве динамика суточных объемов работ имеет нестабильный характер [2, 3]. Это подтверждают результаты исследований динамики уборки зерновых культур и силосной массы за 2012…2015 годы в конкретном хозяйстве и районе центральной агроклиматической зоны Кировской области.

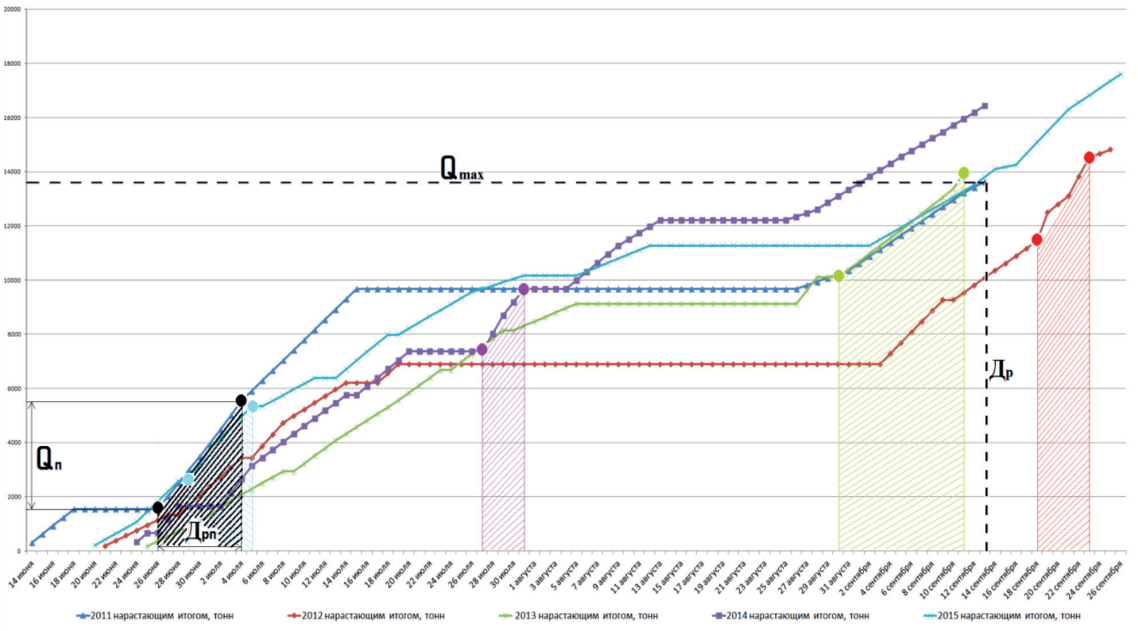

Рис. 1. Динамика заготовки силосной массы в СПК «Красная Талица»: Q_{max} – количество сельскохозяйственной культуры, убранной за год, тонн; $Д_р$ – общее количество рабочих дней уборки; $Q_п$ – пиковый объем уборки сельскохозяйственной культуры, тонн; $Д_{рп}$ – количество рабочих дней уборки пикового объема

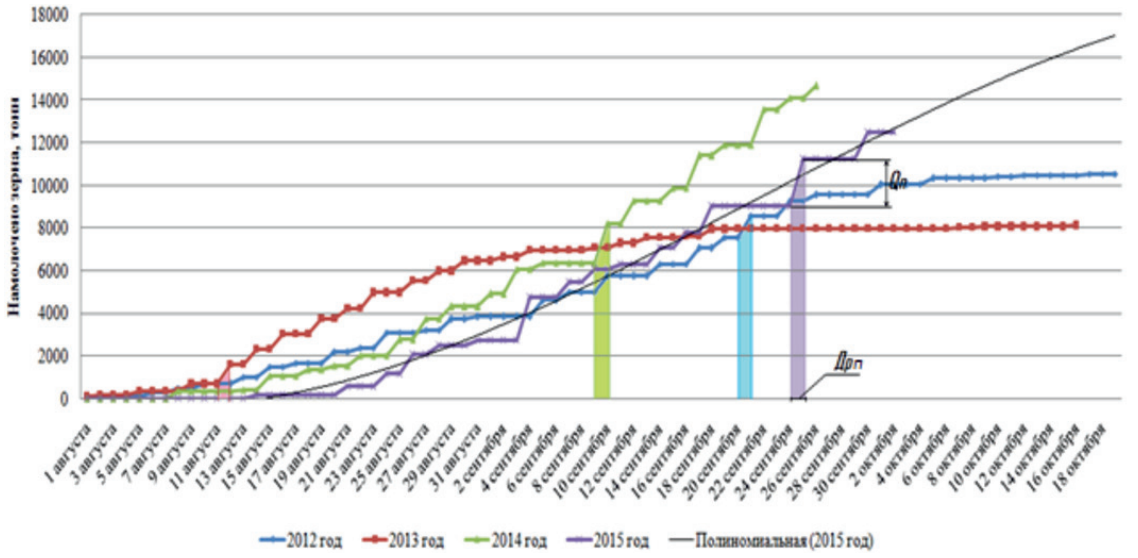

Рис. 2. Динамика уборки зерновых в Слободском районе Кировской области

Результаты исследования и их обсуждение

В статье представлены результаты расчета уборочно-транспортного звена на уборке силосной массы в СПК «Красная Талица» Слободского района Кировской области с 2011 по 2015 гг. и уборки зерновых по Слободскому району Кировской области с 2012 по 2015 гг.

На основании отчетных данных по уборке силоса в СПК «Красная Талица» с 2011 по 2015 годы был проведен анализ, а также анализ уборочного процесса зерновых культур в Слободском районе Кировской области с 2012 по 2015 годы. Данные уборочных процессов приведены графически на рис. 1 и 2.

На рисунках четко заметен нестабильный характер суточных темпов работ. На-

блюдаются пиковые объемы (Q_n) работ, которые выполняются за несколько рабочих дней ($Д_{рп}$). Чтобы оперативно управлять уборочными процессами, необходимо рассчитать потребность в составляющих уборочно-транспортного звена по ранее представленной методике, подставляя в выражение (4) вместо $P_{сут}$ значение Q_n.

Результаты анализа динамики уборки силоса и зерновых культур представлены в табл. 1 и 3. Расчеты агрегатов уборочно-транспортного звена представлены в табл. 2 и 4.

Таблица 1

Сравнительная оценка среднесуточного объема работ на уборке силоса

Годы	Средний темп, тонн ($Q_{max}/Д_р$)	Пиковый темп, тонн ($Q_п/Д_{р.п}$)	Пиковый темп к среднему темпу,%
2011	148,1	524	353,8
2012	152,7	1060	694,2
2013	176,4	570	323,1
2014	200,4	662,5	330,6
2015	177,8	592	333,0

Таблица 2

Состав комбайнового, транспортного и бульдозерного комплекса

Годы	Суточная производительность, тонн	$W_{сут(к),}$ т/сут	$N_к$, шт.	$W_{чк}$, т/ч	$W_т$, т/ч	$N_т$, шт.	$W_{бул.}$, т/сут.	$W_{к.сут}$, т/сут.	$N_б$, шт.
При среднесуточном темпе уборки									
2011	148,1	427,7	1	42,77	4,5	10	300	427,7	2
2012	152,7		1	42,77		10		427,7	2
2013	176,4		1	42,77		10		427,7	2
2014	200,4		1	42,77		10		427,7	2
2015	177,8		1	42,77		10		427,7	2
При пиковом темпе уборки									
2011	524	427,7	2	85,54	4,5	19	300	855,4	3
2012	1060		3	128,3		29		1283,	5
2013	570		2	85,54		19		855,4	3
2014	662,5		2	85,54		19		855,4	3
2015	592		2	85,54		19		855,4	3

Таблица 3

Сравнительная оценка среднесуточного объема работ на уборке зерновых

Годы	Средний темп, тонн ($Q_{max}/Д_р$)	Пиковый темп, тонн ($Q_п/Д_{р.п}$)	Пиковый темп к среднему темпу,%
2012	134,8	1000,0	741,7
2013	105,4	916,0	869,0
2014	293,3	1843,0	628,3
2015	249,6	2238,0	896,7

Таблица 4

Состав комбайнового и транспортного звена

Годы	Суточная производительность, тонн	$W_{сут(к)}$, т/сут.	$N_к$, шт.	$W_{чк}$, т/ч	$W_т$, т/ч	$N_т$, шт.
При среднесуточном темпе уборки						
2012	134,8	63,0	3	18,9	4,5	5
2013	105,4		2	12,6		3
2014	293,3		5	31,5		7
2015	249,6		4	25,2		6
При пиковом темпе уборки						
2012	1000,0	63,0	16	100,8	4,5	23
2013	916,0		15	94,5		21
2014	1843,0		30	189,0		42
2015	2238,0		36	226,8		51

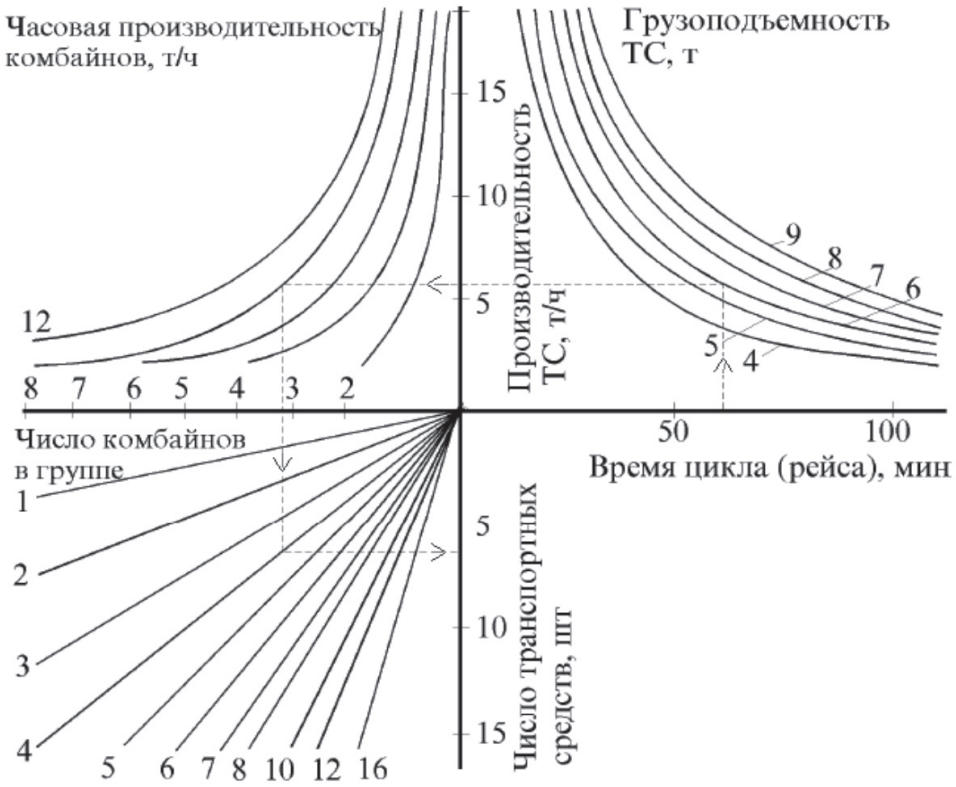

Рис. 3. Номограмма для определения числа транспортных средств, необходимых для перевозки зерна от комбайнов

Из таблиц видно, что пиковый темп уборки больше среднего темпа при уборке силоса в 3–7 раз, а при уборке зерновых в 6–9 раз. Это ещё раз показывает, что погода и сроки уборки сельскохозяйственных культур имеют существенное влияние на темп уборки. В связи с этим возрастает потребность в составе комбайново-транспортного звена. В 2015 году при заготовке силоса при среднесуточном темпе уборки предприятию необходимы 1 комбайн, 10 автомобилей и 2 бульдозера, а при пиковом темпе уборки нужно 2 комбайна, 19 автомобилей и 3 бульдозера. При уборке зерна в 2015 году при среднесуточном темпе уборки требовалось 4 комбайна и 6 автомобилей, а при пиковом темпе 36 комбайнов, 51 автомобиль.

Для оперативного управления работой уборочно-транспортного звена необходимо выполнять расчёты с учетом изменяющихся условий. В настоящее время при использовании современных электронно-вычислительных машин и программ данные расчеты не займут много времени. Также для различных вариантов и оперативности решения поставленных задач можно использовать номограмму для определения транспортных средств, разработанную ВНИПТИМЭСХ (рис. 3). Зная время рейса автомобиля, можно определить число транспортных средств, необходимых для перевозки материала с поля от определенной группы комбайнов, работающих с известной производительностью [4].

Выводы

Анализ динамики уборочных процессов сельскохозяйственных культур (на примере уборки силоса и зерновых культур) показал, что процесс носит нестабильный характер. Расчеты с учетом пиковых суточных работ показывают разницу в техническом обеспечении уборочно-транспортного звена. Для решения возникшей проблемы в конкретных аграрных предприятиях необходимо найти резервы в технических средствах или использовать определенную часть возделываемых культур на различные цели, например, зерновые культуры – на корма (резервирование площадей посевов) с учетом складывающихся ситуаций.

Список литературы

1. Зангиев А.А., Лышко Г.П., Скороходов А.Н. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка. – М.: Колос, 1996. – 320 с.

2. Курбанов Р.Ф. Разработка и совершенствование ресурсосберегающих технологий и средств механизации производства объемистых растительных кормов: дис. … док. техн. наук: 05.20.01 / Курбанов Рустам Файзулхакович. – Киров, 2005. – 491 с.

3. Лукиных Г.Ф., Лукиных И.Г., Курбанов Р.Ф., Юдникова М.Т., Пушкарева Е.Г. Методология совершенствования систем технологий// Здоровье – питание – биологические ресурсы / Материалы международ. науч.-практ. конф., посвященной 125-летию со дня рождения академика Н.В. Рудницкого: В 2 т. – Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2002. – Т. 1. – С. 592–598.

4. Миронюк С.К. Использование транспорта в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1982. – 287 с.

5. Организация транспортных процессов в АПК: краткий курс лекций для студентов I курса направления подготовки 110800.68 «Агроинженерия» / С.А.Макаров // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – 50 с.

6. Саитов В.Е. Повышение эффективности функционирования зерноочистительных машин путем совершенствования основных рабочих органов и пневмосистем с фракционной сепарацией: дис. … докт. техн. наук: 05.20.01 / Саитов Виктор Ефимович. – Чебоксары, 2014. – 519 с.

7. Саитов В.Е., Курбанов Р.Ф., Созонтов А.В. Состояние и перспективы развития инженерно-технической службы предприятий АПК // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 6 (часть 1). – С. 70–74.

8. Шабанов Н.И. Резервы повышения эффективности комбайновой уборки зерновых культур / Н.И. Шабанов // Вестник аграрной науки Дона. – 2014. – № 28. Том 4. – С. 23–29.