
Балкаров Р. А., Балкаров А. Р.

Balkarov R. A., Balkarov A. R.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБОСНОВАНИЯ СОСТАВА УБОРОЧНО-ТРАНСПОРТНЫХ ЗВЕНЬЕВ ПО УБОРКЕ ФРУКТОВ

RESULTS OF SUBSTANTIATION OF THE COOPERATION OF HARVESTING AND TRANSPORT LINKS FOR FRUIT HARVESTING

Работа посвящена актуальным аспектам одной из наиболее трудоемких операций уборки фруктов в условиях горного и предгорного садоводства КБР. Особой напряженностью и высокой трудоемкостью отличаются работы, связанные с уборкой фруктов, на долю которых приходится в среднем до 40-60% от общих затрат труда для получения урожая. В статье рассматриваются результаты обоснования состава уборочно-транспортных звеньев по уборке фруктов с учетом вероятностного характера изменения внешних факторов. При этом используются современные методы теории вероятностей и математическое моделирование процессов уборки и транспортировки плодов в садоводстве. Задача в данном случае заключается в установлении рациональных соотношений между уборочными и транспортными средствами в отдельных звеньях. Методами теории массового обслуживания (ТМО) установлены рациональные количественные соотношения между сборочными и транспортными средствами в звене при высоком качестве уборки фруктов. Установлено, на основании опытных данных, хронометражных наблюдений и теоретических расчетов, что исходный поток требований из заполненных фруктами плодосборных средств (в данном случае из заполненных корзин) можно принять как пуассоновский. Рассчитана средняя производительность одного сборщика при уборке яблок, она составила 51,43 кг/час. Аналогичные исследования выполнены и для других видов фруктов, включая, грушу, сливу, алычу, абрикос, персик, вишню, черешню. Графически представлены эмпирическая и теоретическая кривые зависимости производительности сборщика яблок от урожая плодов на дереве, необходимого количества сборщиков для обслуживания одного транспортного средства (автомобильного и тракторного) с учетом от расстояния перевозки. Расчетами определены и таблично представлены необходимое количество сборщиков фруктов для обслуживания одного транспортного средства ГАЗ-53 или МТЗ-80+2ПТС 4М. Статья представляет интерес для научных работников, преподавателей и

студентов аграрных высших учебных заведений, специалистов АПК.

The article is devoted to the actual aspects of one of the most labor-intensive operations of fruit harvesting in the conditions of mountain and foothill gardening of the CBD. Particularly intense and highly labor-intensive are the works associated with fruit harvesting, which account for an average of up to 40-60% of the total labor costs of harvesting. The article considers the results of substantiation of the composition of harvesting and transport links for fruit harvesting, taking into account the probabilistic nature of changes in external factors. In this case, modern methods of probability theory and mathematical modeling of the processes of harvesting and transporting fruits in horticulture are used. The task in this case is to establish a rational relationship between the harvesting and transport vehicles in the individual links. The methods of the theory of mass service (TMO) have established rational quantitative relations between assembly and transport vehicles in the link with a high quality of fruit harvesting. It is established, based on experimental data, time-lapse observations and theoretical calculations, that the initial flow of requirements from fruit-filled fruit collection facilities (in this case, from filled baskets) can be taken as Poisson. The average productivity of one picker when harvesting apples was calculated, it was 51,43 kg/hour. Similar studies were performed for other types of fruits, including, pear, plum, cherry plum, apricot, peach, cherry, and cherry. The empirical and theoretical curves of the dependence of the productivity of the apple picker on the fruit harvest on the tree, the required number of pickers for servicing one vehicle (automobile and tractor), taking into account the distance of transportation, are graphically presented. Calculations have determined and tabulated the required number of fruit pickers for servicing one GAZ-53 or MTZ-80+2 PTS 4M vehicle. The article is of interest to researchers, teachers and students of agricultural higher educational institutions, specialists of the agro-industrial complex.

Ключевые слова: уборка фруктов, уборочно-транспортное звено, вероятностный характер, теория массового обслуживания.

Key words: fruit harvesting, harvesting and transport link, probabilistic nature, queuing theory.

Балкаров Руслан Асланбиевич – доктор технических наук, профессор кафедры технология обслуживания и ремонта машин в АПК, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, Нальчик
Тел.: 8 903 425 00 59
E-mail: rus.balkarov.52@mailru

Balkarov Ruslan Aslanbievich – doctor of technical Sciences, Professor of the Department of Machine Maintenance and Repair Technology in Agro-Industrial Complex, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik
Tel.: 8 903 425 00 59
E-mail: rus.balkarov.52@mailru

Балкаров Алим Русланович – магистрант 1 курса направления подготовки 35.04.06 «Агроинженерия», ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, Нальчик

Balkarov Alim Ruslanovich – master student of the 1st course of the direction of preparation 35.04.06 «Agroengineering», FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

Введение. Работа посвящена актуальным аспектам одной из наиболее трудоемких операций уборки фруктов в условиях горного и предгорного садоводства КБР. Особой напряженностью и высокой трудоемкостью отличаются работы, связанные с уборкой фруктов, на долю которых приходится в среднем до 40-60% от общих затрат труда для получения урожая [1-9].

Методология проведения работ. В статье рассматриваются результаты обоснования состава уборочно-транспортных звеньев по уборке фруктов с учетом вероятностного характера изменения внешних факторов. При этом используются современные методы теории вероятностей и математическое моделирование процессов уборки и транспортировки плодов в садоводстве. Задача в данном случае заключается в установлении рациональных соотношений между уборочными и транспортными средствами в отдельных звеньях.

Методами теории массового обслуживания (ТМО) установлены рациональные количественные соотношения между сборочными и транспортными средствами в звене при высоком качестве уборки фруктов.

Каждому плодосборочному звену для высокопроизводительной работы требуется соответствующее количество погрузочных и транспортных средств, которое зависит от целого ряда факторов, включая урожайность

фруктов, вместимость тары, расстояние перевозки и т.д. [10].

При этом под уборочно-транспортным звеном (УТЗ) будем подразумевать совокупность плодосборочных, погрузочных и транспортных средств в пределах одного звена.

Взаимосвязанную работу плодосборочных, погрузочных и транспортных средств также можно рассматривать как систему массового обслуживания с учетом вероятностного характера изменения действующих факторов. При этом плодосборочными средствами (сборщиками при ручном сборе или плодосборочными машинами при механизированной уборке) образуется поток требований в виде заполненной тары, включая отдельные ящики, ящики на поддоне или контейнеры.

Для подтверждения достоверности указанных теоретических положений проводились соответствующие полевые опыты в садах ФГБНУ СКНИИГПС, г. Нальчик. Прежде всего, ставилась задача подтвердить экспериментально, что поток заполненных плодосборочных средств можно рассматривать как пуассоновский в соответствии с [10].

Опыты проводились на уборке яблок всех основных сортов включая сорта «Ред Делишес», «Шафран», «Уэлси», «Слава» «Голден», «Мельба», «Симиренко».

Результаты исследования. В качестве плодосборочных средств при ручном

способе уборки использовались корзины со средней вместимостью 9 кг. Затем яблоки пересыпались в ящики вместимостью 25-30 кг. Поскольку все последующие потоки образуются путем сложения потоков заполненных корзин, то задача заключалась в подтверждении справедливости

распределения Пуассона для исходного потока – потока корзин.

Наблюдения проводились за группой сборщиков из 10 человек. При этом определялось количество заполненных корзин за 20-минутные промежутки. Результаты этих наблюдений сведены в исходную статистическую таблицу 1.

Таблица 1 – Распределение заполняемых за 20 минут корзин группой сборщиков из 10 человек

| Количество заполняемых корзин за 20 мин, a_i | Опытное количество интервалов, n_i | Вероятность по распределению Пуассона, p_i | Расчётное (теоретическое) количество интервалов, n_T |
|--|--------------------------------------|--|--|
| 0 | 0 | 0,009 | 0,9 |
| 1 | 4 | 0,044 | 4,4 |
| 2 | 11 | 0,102 | 10,2 |
| 3 | 13 | 0,158 | 15,8 |
| 4 | 23 | 0,185 | 18,5 |
| 5 | 17 | 0,174 | 17,4 |
| 6 | 14 | 0,136 | 13,6 |
| 7 | 8 | 0,090 | 9,0 |
| 8 | 5 | 0,053 | 5,3 |
| 9 | 3 | 0,027 | 2,7 |
| 10 | 2 | 0,014 | 1,4 |
| 11 | 0 | 0,006 | 0,6 |
| 12 | 0 | 0,002 | 0,2 |
| Итого | 100 | 1,000 | 100,0 |

По значениям n_i и n_T – таблицы 1 определяется опытное значение χ^2 по формуле:

$$\chi^2 = \sum (n_i - n_T)^2 / n_T = 3,83.$$

По количеству интервалов $m=13$ определяем число степеней свободы:

$$w = m - 2 = 13 - 2 = 11.$$

Этому значению w соответствует вероятность $P=0,97$, что опытное распределение является пуассоновским, что вполне приемлемо.

Близость опытного и теоретического распределений наглядно видна и на рисунке 1.

Таким образом, исходный поток требований из заполненных фруктами плодосборных средств (в данном случае из заполненных корзин) можно принять как пуассоновский. Поскольку другие потоки требований в виде заполненных фруктами

ящиков, контейнеров и кузовов транспортных средств образуются путем сложения нескольких исходных потоков, то в соответствии с ТМО их также можно рассматривать как пуассоновские.

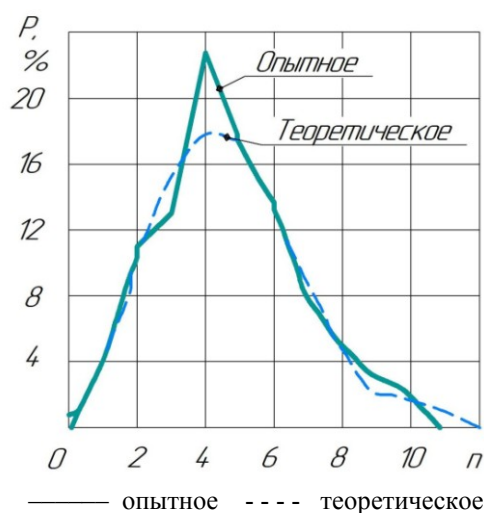


Рисунок 1 – Распределение количества

заполненных яблоками плодосборных средств
(корзин)

Плотность потока требований λ зависит от производительности звена $W_{ЗВ}$ [11]. Однако количество сборщиков в звене может меняться в широких пределах, поэтому в качестве универсальной единицы производительности целесообразно принять среднюю производительность в расчете на одного сборщика \bar{W}_C .

В качестве плодосборного средства в условиях КБР чаще используются плетеные корзины местного изготовления. Для определения \bar{W}_C при сборе фруктов в корзины проводились хронометражные наблюдения при уборке яблок основных сортов с использованием плодосборных корзин со средней вместимостью 9 кг.

Результаты хронометражных наблюдений по определению средней продолжительности заполнения одной корзины с учетом переноса представлены в виде гистограммы на рисунке 2.

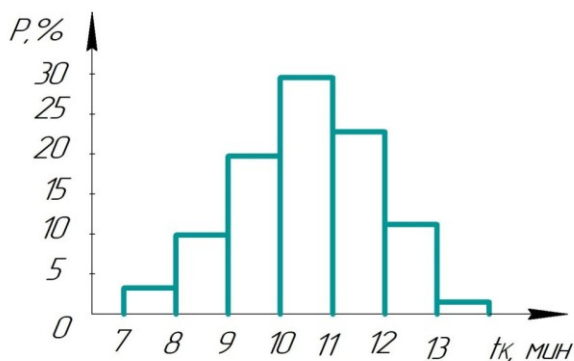


Рисунок 2 – Распределение времени заполнения яблоками одной корзины вместимостью 9 кг одним сборщиком

Среднее значение времени заполнения корзины составило $\bar{t}_k = 10,5$ мин при среднеквадратическом отклонении $\sigma_k = 1,32$ мин. Средняя производительность одного сборщика при этом составила:

$$\bar{W}_{сб} = \frac{Q_k \cdot 60}{\bar{t}_k} = \frac{9 \cdot 60}{10,5} = 51,43 \text{ кг/ч}, \quad (1)$$

где:

Q_k – вместимость корзины, кг;

\bar{t}_k – время полного цикла заполнения и переноса корзины с учетом обратного хода, мин.

Округленно в последующем принимаем $\bar{W}_{сб} = 51$ кг. Полученное значение $\bar{W}_{сб}$ следует рассматривать лишь как условное усредненное, поскольку на нее влияет ряд факторов, включая сорт фруктов, высоту дерева, урожайность и др. Указанные факторы изменяются в широком диапазоне и, соответственно, изменяется и $\bar{W}_{сб}$.

Для подтверждения указанных положений на рисунке 3 показана полученная на основании опытов усредненная зависимость от урожая плодов на одном дереве производительности одного сборщика на уборке яблок ручным способом.

Аналогичные исследования выполнены для других видов фруктов, включая грушу, сливу, алычу, абрикос, персик, вишню, черешню.

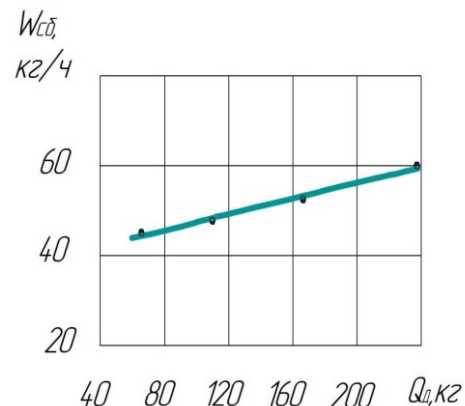


Рисунок 3 – Зависимость производительности сборщика яблок от урожая плодов на дереве

По полученным опытным данным определены усредненные значения производительности одного сборщика, которые даны в таблице 2.

Полученные значения $\bar{W}_{сб}$ используются в последующих упрощенных расчетах.

При определении плотности потока требований λ в соответствии с [11] с учетом приведенных выше опытных данных можем записать:

$$\lambda = 1 / \left(\frac{Q_k K_r}{n_{сб} W_{сб}} \right), \quad (2)$$

где:

$n_{сб}$ – количество сборщиков в звене.

Таблица 2 – Усредненная производительность одного сборщика при уборке основных видов фруктов

| Виды фруктов | Усредненная производительность сборщика, кг/ч |
|--------------|---|
| Яблоки | 51 |
| Груши | 63 |
| Слива | 34 |
| Абрикос | 35 |
| Персик | 49 |
| Алыча | 28 |
| Вишня | 25 |
| Черешня | 26 |

При механизированной уборке фруктов вместо (2) следует пользоваться равенством:

$$\lambda = 1 / \left(\frac{Q_r K_r}{W_M} \right), \quad (3)$$

где:

W_M – эксплуатационная производительность фруктоуборочной машины, кг/ч.

Для определения состава уборочно-транспортных звеньев проводились также хронометражные наблюдения по определению слагаемых цикла транспортного средства в соответствии с равенством [3].

При перевозке фруктов в условиях предгорного и горного садоводства в качестве основных транспортных средств используются грузовой автомобиль ГАЗ-53 и трактор МТЗ-80 с прицепом типа 2ПТС-4М. Оба транспортных средства имеют одну и ту же грузоподъемность $Q_r = 4000$ кг.

Основная масса фруктов перевозится в ящиках, что по данным [12] соответствует грузам 1-го класса. Перевозка осуществляется в ящиках с вместимостью 25-30 кг.

С учетом изложенных данных проводились хронометражные наблюдения

для указанных выше транспортных средств при перевозке всех основных видов фруктов, указанных в таблице 2.

На основании хронометражных наблюдений для времени маневрирования t_M , включая вспомогательные операции, в [11] получено $t_{M1} = 5$ мин – для автомобиля ГАЗ-53 и $t_{M2} = 7$ мин – для тракторного прицепа

Суммарная продолжительность погрузки и разгрузки ящиков $t_{П} + t_{раз}$ по хронометражным данным составила в среднем 38 мин для обоих типов транспортных агрегатов.

Таким образом, в соответствии с [11] можем принять:

$t_{M1} + t_{П1} + t_{раз1} = 5 + 38 = 43$ мин для автомобиля;

$t_{M2} + t_{П2} + t_{раз2} = 7 + 38 = 45$ мин для МТЗ-80+2 ПТС-4М.

На основании хронометражных данных получены также средние скорости:

$v_{Г1} = 42$ км/ч – с грузом для автомобиля;

$v_{Х1} = 50$ км/ч – без груза для автомобиля;

$v_{Г2} = 18$ км/ч – с грузом для МТЗ-80+2ПТС-4М;

$v_{Х2} = 20$ км/ч – без груза для МТЗ-80+2ПТС-4М.

На основании полученных опытных данных с учетом [11] установлены зависимости $t_{цто}$ от расстояния перевозки, соответственно, для ГАЗ-53 и МТЗ-80+2ПТС-4М и виде:

$$t_{цто1} = \frac{43}{60} + \frac{l_{не}}{42} (1 + 0,84) = 0,72 + 0,044 l_{не}, \quad (4)$$

$$t_{цто2} = \frac{45}{60} + \frac{l_{не}}{18} (1 + 0,90) = 0,75 + 0,105 l_{не}, \quad (5)$$

Подставив $t_{цто}$ в соответствии [11], получим интенсивность транспортного обслуживания в функции расстояния перевозки $l_{не}$ для обоих видов транспортных средств.

$$\mu_1 = \frac{1}{0,72 + 0,044l_{ne}}, \quad (6)$$

$$\mu_1 = \frac{1}{0,75 + 0,105l_{ne}}. \quad (7)$$

На основании (2, 6, 7) получены значения $\alpha = \lambda / \mu$ для ручного способа сбора фруктов в виде:

$$\alpha_1 = \frac{\lambda}{\mu_1} = \left(\frac{1}{\frac{Q_k K_r}{n_{сб} \bar{W}_{сб}}} \right) / \left(= \frac{1}{0,72 + 0,044l_{ne}} \right), \quad (8)$$

$$\alpha_2 = \frac{\lambda}{\mu_2} = \left(\frac{1}{\frac{Q_k K_r}{n_{сб} \bar{W}_{сб}}} \right) / \left(= \frac{1}{0,75 + 0,105l_{ne}} \right), \quad (9)$$

где:

l_{ne} – расстояние перевозки фруктов, км;

Q_r – грузоподъемность транспортного средства, кг;

K_r – коэффициент использования грузоподъемности;

$n_{сб}$ – количество сборщиков в звене;

$\bar{W}_{сб}$ – средняя производительность одного сборщика/

Численные значения

$\bar{W}_{сб}$ принимаются из таблицы 1.

Фрукты при перевозке в ящиках относятся к грузам первого класса и, соответственно, следует принять $K_r = 1$. Для перспективной механизированной уборки в равенствах (8, 9) с учетом (3): следует принять $n_{сб} \bar{W}_{сб} = W_M$.

Полученные опытные исходные данные позволяют определить основные показатели работы УТЗ с учетом условий работы [11].

Важнейшей задачей при этом является установление рациональных соотношений между количеством сборщиков $n_{сб}$ и обслуживающих транспортных средств n с учетом условий работы.

В качестве важнейшего показателя эффективности работы УТЗ следует принять продолжительность ожидания момента времени отправки к месту назначения снятых с деревьев плодов в соответствии с [11]. Многолетним опытом уборки фруктов в условиях предгорного и горного садоводства установлено, что для груш и яблок – это время $\bar{t}_{ож}$ желательно иметь не более 4 ч, а для сливы, алычи, абрикоса, персика, вишни и черешни – не более 2 ч. Следовательно, при уборке груш и яблок следует определить рациональные соотношения между количеством сборщиков $n_{сб}$ и транспортных средств n , при которых с учетом [11] будет удовлетворяться соотношение:

$$\bar{t}_{ож} \leq 4 \text{ ч}, \quad (10)$$

а при уборке других видов фруктов, приведенных в таблице 1,

$$\bar{t}_{ож} \leq 4 \text{ ч}. \quad (11)$$

В качестве основного внешнего фактора при этом учитывается расстояние перевозки с учетом (2-9). В качестве нормативов при этом целесообразно определить требуемое количество сборщиков $n_{сб}$ в расчете на одно транспортное средство.

Полученные с учетом соотношения (10) и данных таблицы 1 зависимости от расстояния перевозки l_{ne} требуемого количества сборщиков $n_{сб}$ яблок (1) и груш (2) для обслуживания одного транспортного средства, автомобильного (ГАЗ-53) или тракторного (МТЗ-80-2ПТС-4М), представлены на рисунке 4.

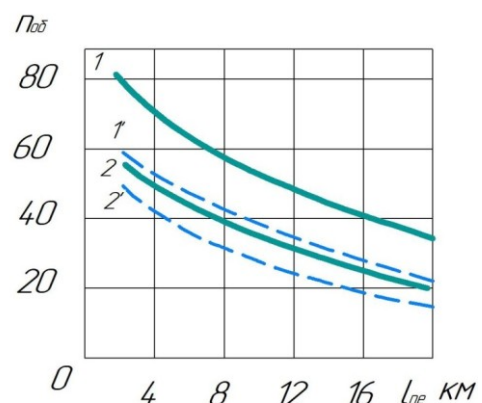


Рисунок 4 – Зависимости потребного количества сборщиков для обслуживания одного транспортного средства:

1, 2 – уборка яблок и груш; 1', 2' – перевозка автомобильным и тракторным транспортом

Аналогичные зависимости были получены для других убираемых видов фруктов, приведенных в таблице 2. При этом установлено, что значения $n_{сб}$ для сливы и абрикоса близки между собой из-за близости производительности сборщиков. Аналогичным образом объединены в одну общую группу алыча, вишня и черешня.

Полученные с учетом отмеченной группировки и соотношений (10, 11) результаты обоснования потребного количества сборщиков $n_{сб}$ для обслуживания одного транспортного

средства типа ГАЗ-53 или МТЗ-80+2ПТС-4М приведены для удобства практического применения в таблице 3.

Данные таблицы 3 позволяют выбрать взаимосвязанное сочетание сборщиков фруктов и транспортных средств в зависимости от расстояния перевозки при ручном сборе основных видов плодов.

Ручной способ уборки фруктов останется основным на ближайшую перспективу в условиях предгорного и горного садоводства, поэтому полученные данные сохраняют свою ценность на ближайшие 5-10 лет. Следует учесть также, что основная часть фруктов, закладываемых на хранение или отправляемых на значительные расстояния, должна убираться только ручным способом, чтобы исключить повреждение плодов.

Таблица 3 – Потребное количество сборщиков фруктов для обслуживания одного транспортного средства ГАЗ-53 или МТЗ-80+2ПТС 4М

| Вид фруктов | Вид ТС | Расстояние перевозки, км | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------------|--------------------------|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
| Яблоки | ГАЗ-53 | 80 | 71 | 64 | 58 | 53 | 49 | 45 | 41 | 38 | 35 |
| | МТЗ-80+2ПТС | 60 | 54 | 48 | 43 | 39 | 35 | 32 | 29 | 26 | 23 |
| Груши | ГАЗ-53 | 52 | 50 | 45 | 40 | 35 | 32 | 28 | 25 | 22 | 20 |
| | МТЗ-80+2ПТС | 60 | 43 | 37 | 32 | 28 | 25 | 22 | 19 | 17 | 15 |
| Слива, абрикос | ГАЗ-53 | 100 | 88 | 79 | 71 | 65 | 59 | 54 | 49 | 44 | 40 |
| | МТЗ-80+2ПТС | 79 | 68 | 59 | 53 | 47 | 41 | 37 | 33 | 29 | 25 |
| Алыча, вишня, черешня | ГАЗ-53 | 130 | 114 | 102 | 93 | 85 | 79 | 72 | 66 | 60 | 55 |
| | МТЗ-80+2ПТС | 90 | 78 | 68 | 61 | 55 | 50 | 46 | 42 | 38 | 35 |
| Персик | ГАЗ-53 | 85 | 76 | 69 | 63 | 58 | 54 | 50 | 46 | 43 | 40 |
| | МТЗ-80+2ПТС | 65 | 59 | 53 | 58 | 44 | 40 | 37 | 34 | 31 | 28 |

При механизированной уборке плодов для переработки на соки, варенье и т.д. данные таблицы 2 также могут быть использованы с учетом количества заменяемых одной машиной сборщиков.

Область применения результатов. Изложенные общие закономерности характерны для всех видов регионов, занятых интенсивным садоводством, поэтому основные результаты исследований применимы практически в любых интенсивных садоводческих хозяйствах Кабардино-Балкарской республики.

Выводы. 1. Методами теории массового обслуживания (ТМО) установлены рациональные количественные соотношения между сборочными и транспортными

средствами в звене при высоком качестве уборки фруктов.

2. Определена средняя производительность одного сборщика при уборке яблок, она составила 51,43 кг/час. Аналогичные исследования проведены для других видов фруктов, включая грушу, сливу, алычу, абрикос, персик, вишню, черешню.

3. Графически представлены эмпирическая и теоретическая кривые зависимости производительности сборщика яблок от урожая плодов на дереве, потребного количества сборщиков для обслуживания одного транспортного средства (автомобильного и тракторного) с учетом от расстояния перевозки.

4. Расчетами определены и таблично представлены потребное количество сборщиков фруктов для обслуживания одного транспортного средства ГАЗ-53 или МТЗ-80+2ПТС 4М.

5. Из полученных результатов следует, что основные факторы, влияющие на

Литература

1. Шомахов Л.А., Шекихачев Ю.А., Балкаров Р.А. Машины по уходу за почвой в садах на горных склонах // Садоводство и виноградарство. – 1999. – №1. – С. 7.

2. Апазhev А.К., Шекихачев Ю.А. Исследование режимов работы плодуборочных машин // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. – 2020. – №1(27). – С. 75-79.

3. Хажметова А.Л., Апазhev А.К., Шекихачев Ю.А., Хажметов Л.М., Фиапшев А.Г. Технологическое и техническое обеспечение повышения эффективности интенсивного горного и предгорного садоводства // Техника и оборудование для села. – 2019. – №6 (264). – С. 23-28.

4. Езаов А.К., Апазhev А.К., Халишхова Л.З. Интеграция научных достижений Кабардино-Балкарского ГАУ в развитие плодководства в регионе // В сборнике «Повышение эффективности научно-исследовательской деятельности аграрных вузов в целях реализации федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы»: материалы Всероссийского семинара-совещания проректоров по научной работе вузов Минсельхоза России. – 2017. – С. 24-28.

5. Шекихачев Ю.А., Шекихачева Л.З. Анализ показателей работы плодуборочных машин // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. – 2020. – № 2 (28). – С. 131-136.

6. Apazhev A.K., Shekikhachev Y.A., Fiapshev A.G., Hazhmetov L.M. Energy efficiency of improvement of agriculture optimization technology and machine complex optimization // E3S Web of Conferences / International Scientific and Technical Conference Smart Energy Systems 2019 (SES-2019). – Vol. 124. – 2019. – 05054. – DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912405054>.

показатели работы плодуборочных средств, имеют вероятностный характер изменения. Соответственно, и основные задачи данного исследования должны решаться вероятностными методами.

7. Kyul E.V., Apazhev A.K., Kudzaev A.B., Borisova N.A. Influence of anthropogenic activity on transformation of landscapes by natural hazards // Indian Journal of Ecology. – 2017. – Т. 44. – № 2. – С. 239-243.

References

1. Shomahov L.A., Shekihachev Y.A., Balkarov R.A. Mashiny po uhadu za pochvoj v sadah na gornyh sklonah // Sadovodstvo i vinogradarstvo. – 1999. – №1. – S. 7.

2. Apazhev A.K., Shekihachev Y.A. Issledovanie rezhimov raboty ploduborochnyh mashin // Izvestiya Kabardino-Balkarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. V.M. Kokova. – 2020. – № 1(27). – S. 75-79.

3. Hazhmetova A.L., Apazhev A.K., Shekihachev Y.A., Hazhmetov L.M., Fiapshev A.G. Tekhnologicheskoe i tekhnicheskoe obespechenie povysheniya effektivnosti intensivnogo gornogo i predgornogo sadovodstva // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. – 2019. – №6(264). – S. 23-28.

4. Ezaov A.K., Apazhev A.K., Halishkova L.Z. Integraciya nauchnyh dostizhenij Kabardino-Balkarskogo GAU v razvitie plodovodstva v regione // V sbornike «Povyshenie effektivnosti nauchno-issledovatel'skoj deyatel'nosti agrarnyh vuzov v celyah realizacii federal'noj nauchno-tekhnicheskoy programmy razvitiya sel'skogo hozyajstva na 2017-2025 gody»: materialy Vserossijskogo seminar-soveshchaniya prorektorov po nauchnoj rabote vuzov Minsel'hoza Rossii. – 2017. – S. 24-28.

5. Shekihachev Y.A., Shekihacheva L.Z. Analiz pokazatelej raboty ploduborochnyh mashin // Izvestiya Kabardino-Balkarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. V.M. Kokova. – 2020. – № 2 (28). – S. 131-136.

6. Apazhev A.K., Shekikhachev Y.A., Fiapshev A.G., Hazhmetov L.M. Energy efficiency of improvement of agriculture

optimization technology and machine complex optimization // E3S Web of Conferences / International Scientific and Technical Conference Smart Energy Systems 2019 (SES-2019). – Vol. 124. – 2019. 05054. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912405054>.

7. *Kyul E.V., Apazhev A.K., Kudzaev A.B., Borisova N.A.* Influence of anthropogenic activity on transformation of landscapes by natural hazards // *Indian Journal of Ecology*. – 2017. – Т. 44. – № 2. – С. 239-243.

8. *Шекихачева Л.З., Ашабоков С.А., Гулаев А.Н.* Технология уборки плодов в садах с междурядьями шириной 5-8 м // В сборнике «Интеграция научных исследований в решении региональных экологических и природоохранных проблем»: материалы научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. – Рязань, 2020. – С. 138-142.

9. *Шекихачева Л.З.* Расчет параметров улавливающих устройств плодосборочных агрегатов // *Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова*. – 2020. – №4(30). – С. 94-98.

10. *Балкаров Р.А.* Моделирование технологических процессов по уборке фруктов в условиях предгорного и горного садоводства // *Novainfo.Ru*. – 2016. – Т. 3. – №57. – С. 107-112.

11. *Балкаров Р.А.* Обоснование состава уборочно-транспортных звеньев в условиях предгорного садоводства КБР // *Мировые научно-технологические тенденции социально-экономического развития АПК и сельских территорий: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75 летию окончания Сталинградской битвы*. – Волгоград, 2019. – С. 293-298.

12. *Капланович М.С.* Справочник по сельскохозяйственным транспортным работам. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 366 с.

8. *Shekihacheva L.Z., Ashabokov S.A., Gulaev A.N.* Tekhnologiya uborki plodov v sadah s mezhduryad'yami shirinoj 5-8 m // V sbornike «Integraciya nauchnyh issledovanij v reshenii regional'nyh ekologicheskikh i

prirodoohrannyh problem»: materialy nauchno-prakticheskoj konferencii studentov, magistrantov, aspirantov i molodyh uchenyh. – Ryazan', 2020. – С. 138-142.

9. *Shekihacheva L.Z.* Raschet parametrov ulavlivayushchih ustrojstv plodosborochnyh agregatov // *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. V.M. Kokova*. – 2020. – №4(30). – С. 94-98.

10. *Balkarov R.A.* Modelirovanie tekhnologicheskikh processov po uborke fruktov v usloviyah predgornogo i gornogo sadovodstva // *Novainfo.Ru*. – 2016. – Т. 3. – №57. – С. 107-112.

11. *Balkarov R.A.* Obosnovanie sostava uborochno-transportnyh zven'ev v usloviyah predgornogo sadovodstva KBR // *Mirovye nauchno-tekhnologicheskie tendencii social'no-ekonomicheskogo razvitiya APK i sel'skih territorij: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj 75 letiyu okonchaniya Stalingradskoj bitvy*. – Volgograd, 2019. – С. 293-298.

12. *Kaplanovich M.S.* Spravochnik po sel'skohozyajstvennym transportnym rabotam. – М.: Rosagropromizdat, 1988. – 366 s.

