

Балкаров Р. А., Балкаров А. Р.

Balkarov R. A., Balkarov A. R.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ОБОСНОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ
ФРУКТОХРАНИЛИЩ И ПРЕДПРИЯТИЙ ТОРГОВЛИ ФРУКТАМИ**

**RESULTS OF JUSTIFICATION OF RATIONAL OPERATING MODES OF FRUIT
STORAGES AND FRUIT TRADING ENTERPRISES**

Работа посвящена актуальным аспектам одной из наиболее трудоемких операций обоснования рациональных режимов работы фруктохранилищ и предприятий торговли фруктами в условиях горного и предгорного садоводства КБР.

Основная задача заключается в установлении рациональных соотношений между показателями плотности потока требований и интенсивности обслуживания этих требований, количество мест ожидания и торговых точек. При этом должно быть исключено чрезмерно большое время ожидания фруктов в очереди. Работа фруктохранилищ должна быть организована таким образом, чтобы доставленные за день фрукты были обработаны и помещены в камеры хранения. При этом допускается приближенно, что на фруктохранилища прибывает пуассоновский поток требований, решение аналогичной задачи выполняется методами теории массового обслуживания.

Выявлены значения основных параметров и рациональных режимов работы фруктохранилищ и предприятий торговли. В качестве основного рационального режима работы фруктохранилищ или предприятий торговли фруктами выбран режим работы со следующими показателями: вероятность отказа в приеме фруктов (требований) – 5%, количество мест для ожидания – 4; количество постов или торговых точек – 3; интенсивность обслуживания на одном посту фруктохранилища – 2,24; число занятых постов или торговых точек – 2,20; коэффициент простоя постов – 0,266; количество ожидающих в очереди требований – 0,73; вероятность простоя постов или торговых точек – 8%.

Ключевые слова: рациональный режим, работа фруктохранилищ и предприятий торговли фруктами, взаимосвязанная работа, вероятностный характер, теория массового обслуживания.

The work is devoted to the topical aspects of one of the most laborious operations to substantiate rational operating modes of fruit storage facilities and fruit trade enterprises under the conditions of mountain and foothill gardening of the KBR.

The main task is to establish rational relationships between the indicators of the flow density of claims and the intensity of servicing these claims, the number of waiting places and outlets. At the same time, an excessively long waiting time for fruits in the queue should be excluded. The work of fruit storages should be organized in such a way that the fruits delivered during the day are processed and placed in storage rooms. At the same time, it is approximately assumed that a Poisson stream of requests arrives at the fruit storage, the solution of a similar problem is performed by methods of the queuing theory.

The values of the main parameters and rational operating modes of fruit storages and trade enterprises have been revealed. As the main rational operating mode of fruit storages or fruit trading enterprises, the operating mode with the following indicators was chosen: the probability of refusal to accept fruit (requirements) – 5%, the number of waiting places – 4; number of posts or outlets – 3; the intensity of service at one post of the fruit storage – 2,24; number of occupied posts or outlets – 2,20; post downtime ratio – 0,266; the number of requests waiting in the queue – 0,73; the probability of downtime for posts or outlets is 8%.

Key words: rational regime, work of fruit storages and fruit trading enterprises, interconnected work, probabilistic nature, queuing theory.

Балкаров Руслан Асланбиевич –

доктор технических наук, профессор кафедры технологии обслуживания и ремонта машин в АПК, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик

Тел.: 8 903 425 00 59

E-mail: rus.balkarov.52@mailru

Балкаров Алим Русланович –

магистрант 2 года обучения направления подготовки 35.04.06 «Агроинженерия», ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик

Balkarov Ruslan Aslanbievich –

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technology of Maintenance and Repair of Machines in Agroindustrial Complex, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

Tel.: 8 903 425 00 59

E-mail: rus.balkarov.52@mailru

Balkarov Alim Ruslanovich –

2nd year undergraduate, direction of preparation 35.04.06 «Agroengineering», FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

Введение. Высокоэффективная уборка урожая фруктов с высоким качеством при наименьших затратах возможна лишь в том случае, если будут во взаимосвязи исследованы все производственные процессы от снятия плодов с дерева до их закладки на хранения и реализацию через торговые предприятия.

Из приведенного ранее краткого анализа литературных источников видно, что в настоящее время еще не разработаны комплексные решения задач уборки фруктов как для специфических условий предгорного и горного садоводства КБР, так и для других регионов, занимающихся возделыванием плодовых культур.

Изложенные в данной статье результаты исследований, по мнению авторов, в определенной степени восполняют этот пробел.

Методология проведения работ. В данной статье приведены результаты обоснования рациональных режимов работы фруктоохранилищ и предприятий торговли фруктами. Технологические процессы на обоих объектах протекают по идентичным схемам. Предполагается, что на оба объекта прибывают на транспортных средствах пассажирские потоки требований в виде отдельных порции фруктов. Обслуживание этих требований в одном случае состоит из операций подготовки и закладки на хранение, а в другом случае в реализации потребителям. При этом в обоих случаях решаются идентичные задачи установления рациональных соотношений между плотностью потока требований и количеством соответственно постов для подготовки фрук-

тов к хранению и реализации фруктов населению. Решение указанных задач осуществляется методами теории массового обслуживания.

Результаты исследования. Работа фруктоохранилищ должна быть организована таким образом, чтобы доставленные за день фрукты были обработаны и помещены в камеры хранения. В соответствии с [1-6] доставленные из сада фрукты должны быть быстро охлаждены до 3-5°C в специально отведенной камере с последующим перемещением в камеры хранения. Только при такой технологии обеспечивается требуемая длительность хранения фруктов с высоким качеством.

Следовательно, одним из важнейших показателей работы фруктоохранилищ является условие, чтобы длительность ожидания $\bar{t}_{ож}$ доставленных из сада фруктов (требований) не превышала допустимого значения $t_{ожд}$.

Должна быть сведена к минимуму и вероятность отказа $P_{отк}$ в приеме фруктов (требований).

Уменьшение $\bar{t}_{ож}$ и $P_{отк}$ достигается за счет увеличения количества постов n , что связано с дополнительными затратами.

Желательно также уменьшение вероятности простоя постов или торговых точек $P_о$, а количество занятых постов или торговых точек должно быть больше.

Соответственно, наиболее рациональным должно быть такое компромиссное решение, при котором желаемые значения $\bar{t}_{ож}$,

$P_{отк}$, P_O и n_3 достигаются при возможно меньшем количестве постов или торговых точек n , а также количестве мест m для ожидания.

Изложенные соображения применимы и к предприятиям торговли фруктами, для которых также важнейшее значение имеет уменьшение времени ожидания доставленных фруктов $\bar{t}_{ож}$ до их реализации и вероятности отказа $P_{отк}$ в приеме фруктов на реализацию.

Соответственно, возможно совместное исследование работы фруктохранилищ и предприятий торговли фруктами.

При этом в качестве одного требования для фруктохранилищ принимаем одно транспортное средство. Соответственно, при этом следует принять $\bar{Q}_1 = Q_r K_r$, когда

$$\lambda = \frac{n_{гд}}{T_{р\phi}}. \quad (1)$$

Для торгового предприятия в качестве единичного требования удобнее принять $\bar{Q}_1 = 1000$ кг (1 т). Тогда для наиболее часто используемых транспортных средств ГАЗ-53 и МТЗ-80+2ПТС $Q_r K_r = 4000$ кг и для λ получим выражение:

$$\lambda = \frac{\Delta n_{гд}}{T_{р\phi}}. \quad (2)$$

На основании анализа работы существующих фруктохранилищ и предприятий торговли фруктами в условиях предгорного и горного садоводства КБР установлено, что для количества мест m в среднем можно принять $m=4$. Это будет соответствовать четырем местам для размещения транспортных средств перед фруктохранилищем, а на предприятиях торговли торговым площадям для размещения 4000 кг фруктов (четыре требования).

Основная задача заключается в установлении таких рациональных соотношений $\alpha = \lambda / \mu$ между плотностью потока требований λ и интенсивностью μ их обслуживания, при которых $n_3, \bar{r}, P_O, P_{отк}, \bar{t}_{ож}$ принимают желаемые значения.

Для решения указанной задачи на рисунках 1, 2 построены графики зависимостей \bar{r}, P_O, n_3 и $P_{отк}$ от α для всего возможного диапазона изменения α .

Прежде всего необходимо, чтобы доставленные из садов фрукты были приняты на фруктохранилище или на предприятие торговли.

Для этого необходимо, чтобы вероятность отказа в приеме требований на обслуживание $P_{отк}$ была минимальной.

Для решения этой задачи на рисунке 1 представлены зависимости от α $P_{отк}$, а также количество занятых постов или торговых точек n_3 .

На основании анализа работы фруктохранилищ и предприятий торговли фруктами в условиях предгорного и горного садоводства установлено, что при $P_{отк} = 5\%$ обеспечивается почти безотказная работа этих предприятий.

Исходя из этого, в качестве рациональных принимаются такие показатели работы системы массового обслуживания (СМО), при которых обеспечивается условие:

$$P_{отк} \leq 5\%. \quad (3)$$

Эта граница показана на рисунке 1 штриховой линией.

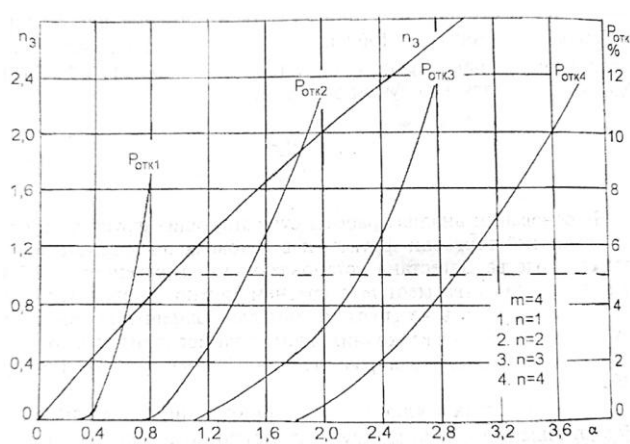


Рисунок 1 – Зависимости n_3 и $P_{отк}$ от $\alpha = \lambda / \mu$

Условию при $m=4$ на рисунках 1 и 2 соответствует множество сочетаний $\alpha = \lambda / \mu$,

числа занятых постов или торговых точек n_3 в диапазоне $n=1-4$, количества ожидающих в очереди требований \bar{r} , вероятностей P_O одновременного простоя всех постов или торговых точек, а также коэффициента простоя постов $K_{П}$.

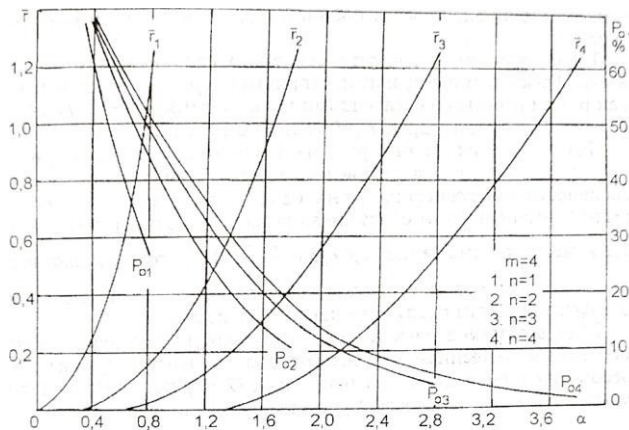


Рисунок 2 – Зависимости \bar{r} и P_O от $\alpha = \lambda / \mu$

Указанные сочетания α и других показателей СМО при $P_{отк} = 0,5\%$, $m=4$ и $n=1-4$ приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные сочетания показателей работы фруктохранилищ и предприятий торговли фруктами при $m=4$ и $P_{отк}=5\%$

Показатели работы	Значения n			
	$n=1$	$n=2$	$n=3$	$n=4$
α	0,68	1,46	2,24	2,90
n_3	0,75	1,51	2,20	2,72
$K_{П}$	0,240	0,245	0,266	0,320
\bar{r}	0,75	0,74	0,73	0,60
P_O	36	18	8	5

Из приведенных в таблице 1 данных наиболее эффективным вариантом работы является третий столбец при количестве постов $n=3$ и $\alpha=2,24$.

Второй вариант при $n=2$ менее эффективен из-за того, что существенно больше вероятность совместного простоя всех постов или торговых точек из-за отсутствия фруктов $P_O=18\%$ вместо 8% .

Четвертый вариант при $n=4$ отвергнут из-за того, что слишком велик коэффициент простоя постов $K_{П}=0,32$ вместо $0,266$ в третьем варианте.

Таким образом, в качестве основного рационального режима работы фруктохранилищ или предприятий торговли фруктами выбран режим работы со следующими показателями работы $P_{отк}=5\%$, $m=4$; $n=3$; $\alpha=2,24$; $n_3=2,20$; $K_{П}=0,266$; $\bar{r}=0,73$; $P_O=8\%$.

Для получения такого режима необходимо, чтобы с учетом $\alpha = \lambda / \mu$ плотность потока требований λ была больше в 2,24 раза интенсивности обслуживания μ на одном посту. С учетом общей средней интенсивности обслуживания на трех постах ($n=3$) должно иметь место соотношение $\alpha_3 = \lambda / 3\mu = \frac{2,24}{3} = 0,75$, то есть плотность

поступления требований должна составлять в среднем 75% от общей интенсивности обслуживания на всех постах.

В зависимости от конкретных условий работы допустимым значением средней продолжительности $t_{ожд}$ каждого требования в очереди соответствует значению плотности $\lambda_{Д}$ потока требований:

$$\lambda_{Д} = \frac{\bar{r}}{t_{ожд}} \quad (4)$$

На основании обобщения статистических данных и мнений специалистов установлено, что для фруктохранилищ можно принять $t_{ожд}=1$ ч. Для предприятий торговли желательно, чтобы доставленные фрукты были реализованы за один день, чему примерно соответствует значение $t_{ожд2}=3$ ч.

Соответственно, при $n=3$ и $\bar{r}=0,73$ средняя плотность прибытия транспортных средств на фруктохранилище должна составлять:

$$\lambda_{Д} = \frac{0,73}{1} = 0,73 \text{ 1/ч.} \quad (5)$$

Как указано в формуле (2), для предприятия торговли под одним требованием подразумевается 1000 кг фруктов.

Соответственно, плотность поступления фруктов на торговое предприятие должна составлять:

$$\lambda_{д2} = \frac{0,73}{3} = 0,24 \text{ 1/ч.} \quad (6)$$

Среднее количество прибывающих на торговое предприятие транспортных средств $n_{ТД}$ типа ГАЗ-53 или МТЗ-80 с массой фруктов 4000 кг при этом определяется на основании формулы (2):

$$n_{ТД} = \frac{\lambda I'_{р\phi\phi}}{4} = \frac{0,24 \cdot 8}{4} = 0,5, \quad (7)$$

то есть примерно одно транспортное средство за два дня.

Требуемая интенсивность обслуживания μ_1 на одном посту фруктохранилища с учетом $\alpha = \lambda / \mu = 2,24$ должна составлять:

$$\mu_1 = \frac{\lambda_{д1}}{2,24} = \frac{0,73}{2,24} \approx 0,32 \text{ 1/ч,} \quad (8)$$

что соответствует в среднем 320 кг/ч.

Аналогичным образом интенсивность реализации фруктов на каждой торговой точке должна составить:

$$\lambda_2 = \frac{\lambda_{д2}}{2,24} = \frac{0,24}{2,24} \approx 0,11 \text{ 1/ч,} \quad (9)$$

что соответствует в среднем 110 кг/ч.

Приведенные данные позволяют выбрать и другие возможные режимы работы с учетом конкретных местных условий.

Литература

1. 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. Балкаров Р.А. Моделирование технологических процессов по уборке фруктов в условиях предгорного и горного садоводства // Novainfo.Ru. – 2016. – Т. 3. – №57. – С. 107-112.
4. Apazhev A.K., Shekikhachev Y.A., Fiapshiev 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>.

Полученные результаты расчетов подтверждают справедливость теоретических положений, полученных нами в работе [7].

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

Выводы. 1. Среднее количество прибывающих на торговое предприятие транспортных средств типа ГАЗ-53 или МТЗ-80 с массой фруктов 4000 кг примерно должна составлять одно транспортное средство за два дня.

2. Требуемая интенсивность обслуживания на одном посту фруктохранилища в среднем составляет 320 кг/ч.

Аналогичным образом интенсивность реализации фруктов на каждой торговой точке должна составить в среднем 110 кг/ч.

3. Полученные результаты позволяют обосновать рациональный режим работы перспективных фруктохранилищ и предприятий торговли фруктами.

References

1. Balkarov R.A. Mashiny po uhodu za pochvoj v sadah na gornyh sklonah // Sadovodstvo i vinogradarstvo. – 1999. – № 1. – S. 7.
2. Apazhev A.K., Shekikhachev Y.A. Issledovanie rezhimov raboty ploduborochnyh mashin // Izvestiya Kabardino-Balkarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. V.M. Kokova. – 2020. – № 1 (27). – S. 75-79.
3. Balkarov R.A. Modelirovanie tekhnologicheskikh processov po uborke fruktov v usloviyah predgornogo i gornogo sadovodstva // Novainfo. Ru. – 2016. – Т. 3. – №57. – S.107-112.
4. Apazhev A.K., Shekikhachev Y.A., Fiapshiev 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>.

5. Черепяхин В.И., Бубук В.И., Карпенчук Г.К. Плодоводство. – М.: Агропромиздат, 1991. – 271 с.

6. Четвертаков А.В. Технологические процессы и средства механизации транспортировки и товарной обработки плодов: автореф. дисс. ... докт. техн. наук. – М., 1994. – 58 с.

7. Балкаров Р.А., Сабанчиева Ф.Р. Обновление режимов работы приемных пунктов фруктохранилищ и перерабатывающих предприятий в условиях предгорного и горного садоводства (научная статья) // Известия Кабардино-Балкарского ГАУ: науч.- практ. журн. – 2019. – № 1 (23). – С. 39-42.

5. *CHerepahin V.I., Bubuk V.I., Karpen-chuk G.K.* Plodovodstvo. – M.: Agropromizdat, 1991. – 271 s.

6. *Chetvertakov A.V.* Tekhnologicheskie process I sredstva mekhanizacii transportirovki I tovarnoj obrabotki plodov: avtoref. diss. ... dokt. tekhn. nauk. – M., 1994. – 58 s.

7. *Balkarov R.A., Sabanchieva F.R.* Obosnovanie rezhimov raboty priemnyh punktov fruktohranilishch i pererabatyvayushchih pred-priyatij v usloviyah predgornogo I gornogo sadovodstva (nauchnayastat'ya) // Izvestiya Kabardino-Balkarskogo GAU: nauch.-prakt. zhurn. – 2019. – № 1 (23). – S. 39-42.