

АЛХАМАД АЛХАДЖ ДРАЙ АБДУЛЛАТИФ, магистр¹

E-mail: abd.drea3y@hotmail.com

МАЙСТРЕНКО НИКОЛАЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ, канд. техн. наук, доцент²

E-mail: nmaystr@mail.ru.

БАЛАБАНОВ ВИКТОР ИВАНОВИЧ, докт. техн. наук, профессор²

E-mail: vbalabanov@rgau-msha.ru

¹ Университет Аль-Фурат; ул. жол Жамал, д. 55, г. Дейр Эз Зор, Сирийская Арабская Республика

² Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, ул. Тимирязевская, 49, Москва, Российская Федерация

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПТИМИЗАЦИИ УБОРОЧНО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА ПО УБОРКЕ ХЛОПКА В УСЛОВИЯХ СИРИЙСКОЙ АРАБСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Приводятся результаты оптимизационных расчетов уборочно-транспортного комплекса по уборке хлопка в условиях Сирийской Арабской Республики. Определено, что в расчёте на 100 га, с учётом производительности применяемых комбайнов и установленных сроков уборки, требуется два хлопкоуборочных комбайна марки ХМП-1,8 (АО «Гомсельмаш», Республика Беларусь). При расстоянии транспортировки урожайной массы хлопка до места временного хранения, равном 0,5...1 км, соотношение технических средств составит 2:4 (на два комбайна приходится четыре тракторных транспортных средства: трактор Al-Furat E470 мощностью 51,5 кВт (Сирийская Арабская Республика) с прицепом Palazoglu i2-4 (Турция). На плече перевозки 1,5...3 км соотношение составит 2:5, при 5 км – 2:6. При расстоянии перевозки 12 км соотношение комбайнов и транспортных средств 2:9. На расстояниях более 14 км график функциональной зависимости количества транспортных средств при фиксированном значении комбайнов по критерию оптимальности – минимум затрат от взаимного ожидания не имеет экстремума даже при соотношении 2:10 и принимает вид асимптоты. Для получения экстремума необходимо вводить дополнительные транспортные средства, что является нерациональным, или использовать другие, более производительные виды транспортных средств, например автомобили. Однако в большинстве провинций Сирийской Арабской Республики нет грузовых автомобилей повышенной проходимости, способных выезжать на вспаханные (обработанные) поля.

Ключевые слова: оптимизация, имитационное моделирование, хлопок, уборка, хлопкоуборочная машина, уборочно-транспортный комплекс, Сирийская Арабская Республика.

Введение. Значительный вклад в теоретическое и практическое развитие механизации уборки хлопка в бывшем Советском Союзе, а в настоящее время в странах Содружества Независимых Государств внесли следующие известные ученые: У.К. Айтпенов, М. Аугамбаев, И.П. Великий, В.Р. Григорьянц, А.А. Дускулов, А.А. Каримов, В.А. Коростылев, С.П. Павлюченков, А.А. Ризаев, А.С. Садриддинов и многие другие [1-3, 8].

Основополагающий вклад в исследования по оптимизации состава и количества машинно-тракторных агрегатов и транспортно-технологических комплексов при выполнении различных технологических операций внесли: А.А. Зангиев, Н.М. Шаров, Ю.К. Киртбая, А.Н. Скороходов, А.Г. Левшин и ряд других ученых [4-7].

Применение средств механизации на уборке хлопка эффективно при поточной организации смежных операций. Две смежные операции одного потока можно рассматривать как систему массового об-

служивания, в которой агрегаты, выполняющие одну операцию, будут обслуживающими, а агрегаты, выполняющие вторую операцию – обслуживаемыми.

Существуют различные методы оптимизации при решении задач подобного уровня, например, использование уравнений вероятностей состояний системы – уравнения Колмогорова, применение цепей Маркова, использование теории графов, моделирование сложных систем методом статистических испытаний и другие.

Цель исследований – произвести расчет оптимального состава уборочно-транспортного комплекса по уборке хлопка в условиях Сирийской Арабской Республики.

Данные для расчета уборочно-транспортного комплекса. На основании проведенных литературно-патентных и маркетинговых исследований обслуживающим агрегатом выбрано транспортное средство – колесный трактор Al-Furat E470 мощно-

стью 51,5 кВт (сирийского производства) с прицепом Palazoglu i2-4 (Турция), а обслуживаемым агрегатом – хлопкоуборочная машина ХМП-1,8 производства АО «Гомсельмаш» (Республика Беларусь).

В связи со средней площадью полей в провинциях Сирии и для удобства формулирования рекомендаций производим расчёт на 100 га [1-3, 8].

Количество комбайнов определяем с учётом темпа выполнения механизированных работ по уборке хлопка. Суточный темп составит: $f = F/D_k = 10$ га/сут. С учётом продолжительности времени смены $T_{см} = 10$ ч и эксплуатационной производительности хлопкоуборочного комбайна $W = 0,65$ га/ч определяем суточную производительность одного комбайна $W_{сут} = 6,5$ га/сут. Разделив темп уборки на суточную производительность одного комбайна, получаем количество единиц технических средств для уборки хлопка в заданные сроки.

При формировании оптимального состава уборочно-транспортного комплекса нужно учитывать, что при увеличении плеча транспортировки необходимо вводить в отряд дополнительные транспортные средства [6].

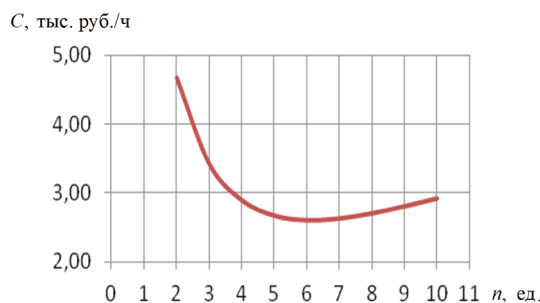
Результаты и обсуждение. На основании приведенного расчета установлено, что уборочно-транспортный отряд (транспортно-технологический комплекс) должен состоять из двух хлопкоуборочных машин ХМП-1,8 производства АО «Гомсельмаш» (Республика Беларусь) и трех транспортных средств, представленных в виде тракторного транспортного агрегата Al-Furat E470 мощностью 51,5 кВт (сирийского производства) с прицепом Palazoglu i2-4 (Турция), выбранного с учетом того, что в большинстве случаев в Сирийской Арабской Республике нет грузовых автомобилей повышенной проходимости, способных выезжать на вспаханные (обработанные) поля.

Для определения оптимального соотношения обслуживаемых агрегатов (комбайнов) при установленном числе обслуживающих (три транспортных средства) в качестве критерия принимаем минимум приведенных затрат на выполнение единицы работы обслуживаемых агрегатов по формуле $c = \frac{mC_m + nC_n}{W_j n(1 - k'_{np})}$, где C_m, C_n – затраты за час работы соответственно обслуживаемых и обслуживающих агрегатов.

Рассмотрим пример определения оптимального состава уборочно-транспортного комплекса при удалении места временного хранения урожая хлопка на 5 км.

Среднее время наполнения бункера комбайна хлопком-сырцом при урожайности 45 ц/га – 20,7 мин. Выгрузка хлопка из бункера комбайна производится 5 мин. Среднее время оборота тракторного транспортного агрегата при отвозке хлопка до места временного хранения – 28,6 мин. Производительность комбайна при указанных условиях и автономной работе равна 2,9 т/ч, производительность транспортного средства 2,1 т/ч. Приведенные затраты за час работы комбайна составляют 8,6 тыс. руб./ч, тракторного транспортного средства – 1,2 тыс. руб./ч [7].

Методика расчета оптимальной структуры уборочно-транспортных, транспортно-посевных и других комплексов с вероятностной оценкой состояний взаимодействующих подсистем позволяет получить наибольшую эффективность их применения при поточной организации процессов [4]. Используя данную методику, определяем экстремум функциональной зависимости количества транспортных средств при фиксированном значении комбайнов по критерию оптимальности для различных сочетаний производственных и агроландшафтных условий в соответствии с рисунком.



Функциональная зависимость приведенных затрат на единицу производительности (C) от количества транспортных средств (n)

Результаты имитационного моделирования на плече транспортировки 5 км представлены в таблице. Строка, выделенная зеленым цветом, определяет оптимальный состав уборочно-транспортного комплекса.

Результаты имитационного моделирования

Расстояние транспортировки, км	Количество транспортных средств n, ед.	Количество обслуживаемых средств m, ед.	Коэффициент простоя обслуживаемого звена, k_{np}	Коэффициент простоя обслуживающего звена, k'_{np}	Приведенные затраты на единицу производительности C, тыс. руб./т
5	2	5	0,174	0,133	2,68
5	2	6	0,258	0,064	2,61
5	2	7	0,339	0,028	2,63
5	2	8	0,411	0,010	2,71

Выводы

1. На основании расчета установлено, что в зависимости от производственных и агроландшафтных условий состав уборочно-транспортного комплекса варьируется. В расчёте на 100 га с учётом производительности применяемых комбайнов и установленных сроков уборки требуется два комбайна. В результате имитационного моделирования определены оптимальные количественные составы уборочно-транспортного комплекса.

2. В результате транспортно-технологический комплекс сформирован из двух комбайнов и оптимального количества тракторов для транспортировки урожайной массы хлопка по критерию минимума простоя от взаимного ожидания технических средств.

3. При увеличении транспортного плеча для обеспечения оптимальности уборочно-транспортного комплекса количество (ТТС) возрастает при постоянном числе комбайнов, что логично и объясняется более продолжительным выполнением заявки обслуживающими средствами. Например, при расстоянии 0,5...1 км соотношение составит 2:4 (2 комбайна: 4 ТТС), 1,5...3 км – 2:5, на плече перевозки 5 км – 2:6, при расстоянии 12 км соотношение комбайнов к ТТС составит 2:9, а на расстояниях более 14 км график функциональной зависимости количества транспортных средств при фиксированном значении комбайнов по критерию оптимальности – минимум затрат от взаимного ожидания не имеет экстремума даже при отношении 2:10 и принимает вид асимпты. Для получения экстремума необходимо вводить дополнительные транспортные средства, что является нерациональным, или использовать другие, более производительные виды транспортных средств, например автомобили. Однако в большинстве провинций Сирийской Арабской Республики нет грузовых

автомобилей повышенной проходимости, способных выезжать на вспаханные (обработанные) поля.

Библиографический список

1. Аль-Аббас А., Драй А.А. Возделывание хлопка в условиях Сирии // Труды РГАУ-МСХА. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2010. С. 441-442.

2. Драй А.А. Механизация уборки хлопка с применением хлопкоуборочной машины МХ 1,8 / Lap Lambert Academic Publishing, Саарбрюкен, Германия, 2016. 70 с.

3. Драй А.А., Балабанов В.И. Технологии механизированной уборки хлопка с применением хлопкоуборочной машины МХ 1.8 // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2015. № 6 (70). С. 7-11.

4. Зангиев А.А., Скороходов А.Н. Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. СПб.: Лань, 2016. 464 с.

5. Левшин А.Г. Разработка методов повышения эффективности использования мобильных сельскохозяйственных агрегатов, как человеко-машинных систем: Дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01. М.: РГБ, 2000. 322 с.

6. Майстренко Н.А. Обоснование параметров транспортно-технологического адаптера для внесения минеральных удобрений на базе автомобиля сельскохозяйственного назначения: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2017. 16 с.

7. Майстренко Н.А., Уваров В.П. Потребительские ориентиры эффективного использования перспективных транспортно-технологических средств // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2016. № 1 (71). С. 44-50.

8. Нукари Р.В., Бондарчук М.М. Анализ состояния текстильной отрасли в Сирийской Арабской Республике // Научные исследования. 2016. № 5 (6). С. 18-20.

Статья поступила 12.01.2018

OPTIMIZATION RESULTS FOR A COTTON HARVESTING AND TRANSPORTATION SYSTEM DESIGNED FOR USE IN THE SYRIAN ARAB REPUBLIC

ABDULLATIF ALHAMAD ALHAJ DRAEI, MSc student¹

E-mail: abd.drea3y@hotmail.com

NIKOLAI A. MAISTRENKO, PhD (Eng), Associate Professor²

E-mail: nmaystr@mail.ru

VIKTOR I. BALABANOV, DSc (Eng), Professor²

E-mail: vbalabanov@rgau-msha.ru

¹ Al Furat University; Syria, Deirazzor, Joul Jamal Str., Bld. 55

² Russian Timiryazev State Agrarian University; 127550, Timiryazevskaya Str., 49, Moscow, Russian Federation

The paper presents some results of optimization calculations for a cotton harvesting and transportation system to be implemented in the Syrian Arab Republic. The authors have determined that with account of the per-

formance of the harvesters used and the harvesting time limitations, two cotton harvesters of the KhMP-1.8 brand (JSC Gomselmash, the Republic of Belarus) are required to get harvest from an area of 100 hectares. Given a transportation distance of the cotton yield to its temporary storage site of 0.5...1 km, the ratio of machinery means will equal 2:4 (two combine harvesters per four tractors: Al-Furat E470 tractor with a power capacity of 51.5 kW (the Syrian Arab Republic) with a Palazoglu i2-4 trailer (Turkey)). For a transportation distance of 1.5...3 km the ratio will equal 2:5, while for 5 km – 2:6. In case of a transportation distance of 12 km, the ratio between combine harvesters and transportation vehicles amounts to 2:9. For distances of more than 14 km, a diagram of the functional dependence of the number of transportation vehicles calculated for a fixed number of combine harvesters by the criterion of optimality – the minimum of costs from mutual expectation – does not have an extremum even at a ratio of 2:10 and takes the form of an asymptote. In order to obtain an extremum, it is necessary to introduce additional vehicles, which is inexpedient; or make use of other more productive types of vehicles. For example, in most provinces of the Syrian Arab Republic, there are no off-road vehicles capable of travelling across plowed (cultivated) fields.

Key words: optimization, simulation, cotton, harvesting, cotton harvesting machine, harvesting and transportation system, the Syrian Arab Republic.

References

1. Al'-Abbas A., Draï A.A. Vozdelyvaniye khlopka v usloviyakh Sirii [Cotton cultivation in Syria]. *Trudy RGAU-MSKha*, 2010. Pp. 441-442. (in Rus.)
2. Draï A.A. Mekhanizatsiya uborki khlopka s primeneniym khlopkouborochnoy mashiny MKh 1,8 [Mechanization of cotton harvesting with a MX 1,8 cotton picker]. Lap Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, Germaniya, 2016. 70 p. (in Rus.)
3. Draï A.A., Balabanov V.I. Tekhnologii mekhanizirovannoy uborki khlopka s primeneniym khlopkouborochnoy mashiny MKh 1.8 [Technologies of mechanized cotton harvesting with the use of a MX 1.8 cotton picker]. *Vestnik of Moscow Goryachkin Agroengineering University*, 2015, No. 6 (70). Pp. 7-11. (in Rus.)
4. Zangiyev A.A., Skorokhodov A.N. Praktikum po ekspluatatsii mashinno-traktornogo parka: Uchebnoye posobiye [Workshop on the operation of the machinery-and-tractor fleet: Study manual]. 2nd edition, reviewed and extended. SPb.: Lan', 2016. 464 p.
5. Levshin A.G. Razrabotka metodov povysheniya effektivnosti ispol'zovaniya mobil'nykh sel'skokhozyaystvennykh agregatov kak cheloveko-mashinnykh sistem: Dis. ... d-ra tekhn. nauk: 05.20.01 [Working out methods of increasing the efficiency of using mobile agricultural units as man-machine systems: DSc (Eng) thesis: 05.20.01]. Moscow, RGB, 2000. 322 p. (in Rus.)
6. Maistrenko N.A. Obosnovaniye parametrov transportno-tekhnologicheskogo adaptera dlya vneseniya mineral'nykh udobreniy na baze avtomobilya sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya: Avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk [Determining the parameters of a transport-technological adapter for the introduction of mineral fertilizers on the basis of an agricultural vehicle: Self-review of PhD (Eng) thesis]. Moscow, 2017. 16 p. (in Rus.)
7. Maistrenko N.A., Uvarov V.P. Potrebitel'skiye oriyentiry effektivnogo ispol'zovaniya perspektivnykh transportno-tekhnologichesk [Consumer guidelines for an effective use of promising transport and technological means]. *Vestnik of Moscow Goryachkin Agroengineering University*, 2016, No. 1 (71). Pp. 44-50. (in Rus.)
8. Nukari R.V., Bondarchuk M.M. Analiz sostoyaniya tekstil'noy otrasli v Siriyskoy arabskoy respublike [Analyzing the state of the textile industry in the Syrian Arab Republic]. *Nauchnyye issledovaniya*, 2016, No. 5 (6). Pp. 18-20. (in Rus.)

The paper was received on January 12, 2018