

# Использование техники в полеводстве: сравнительный экономический анализ 1979 года и современности

Иовлев Г.А.

Вопросы экономической эффективности производства сельскохозяйственной продукции, начиная с обработки почвы и заканчивая уборкой сельскохозяйственных культур, стояли всегда во главе угла деятельности сельскохозяйственных организаций. Специалисты-технологи заинтересованы в правильном формировании машинно-тракторных агрегатов (МТА), в выборе оптимального способа движения МТА, как правильно подготовить поле для работы того или иного агрегата. Важное значение имеет оптимизация транспортного процесса подвозки семян, удобрений, а также отвозки урожая.

Особо важное значение сельскохозяйственный транспорт имеет при уборке зерновых и кормовых культур, т.к. от наличия транспорта зависит производительность всего уборочно-транспортного комплекса (УТК). Сельскохозяйственное производство основано на постоянном улучшении качественного состава МТА, использованием более энергонасыщенных тракторов, широкозахватных и комбинированных почвообрабатывающих и посевных машин. Современное сельскохозяйственное производство подразумевает высокую энерговооружённость труда. Очень важное значение в эффективном использовании сельскохозяйственной техники отводится системе поддержания технической готовности, т.е. техническому обслуживанию и ремонту (ТО и Р).

Современное состояние сельского хозяйства, как никогда, требует более тщательного научного подхода к максимально эффективному использованию имеющейся сельскохозяйственной техники, правильно организовать её работу, выдерживать оптимальные агротехнические сроки, что является гарантом увеличения валовых сборов продукции. В данном исследовании проанализированы поставки и приобретение основных видов сельскохозяйственной техники в годы 10-й пятилетки (1976-1980 гг.) и в современный период (2016-2020 гг.), проанализирована энерговооружённость сельского хозяйства за эти периоды, нагрузка пашни и площадей под зерновыми культурами на один трактор и один зерноуборочный комбайн, представлены эксплуатационные характеристики тракторов и зерноуборочных комбайнов того времени (1979 год) и современных. Необходимо отметить, что проблема оперативного планирования полевых работ, обозначенная исследователями в 1979 году, остаётся актуальной и в настоящее время.

для цитирования

ГОСТ 7.1-2003

Иовлев Г.А. Использование техники в полеводстве: сравнительный экономический анализ 1979 года и современности // Дискуссия. – 2021. – Вып. 108. – С. 16–25.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Комплектование, полевые работы, производительность, управление, поставки, приобретение, энерговооружённость, обеспеченность, транспортные средства, оперативное планирование.

JEL: O570, Q170, Q180

DOI 10.46320/2077-7639-2021-5-108-16-25

# Machinery used in field cultivation: a comparative economic analysis of 1979 and the present

**Iovlev G.A.**

The issues of economic efficiency of agricultural production, from tillage to harvesting crops, have always been at the forefront of the activities of agricultural organizations. Technological experts are interested in the correct formation of machine and tractor aggregates (MTA), in choosing the optimal method of MTA movement, how to properly prepare the field for the operation of one or another unit. Optimization of the transport process for the delivery of seeds, fertilizers, as well as for the transport of crops is of great importance. Agricultural transport is of particular importance when harvesting grain and forage crops, because the performance of the entire harvesting and transport complex (HTC) depends on the availability of transport. Agricultural production is based on the constant improvement of the quality of MTA, the use of more energy-rich tractors, wide-cut and combined tillage and sowing machines. Modern agricultural production implies a high energy/labor ratio. The system for maintaining technical readiness, i.e. maintenance and repair (MOT and R) is very important in the efficient use of agricultural machinery.

The current state of agriculture, more than ever, requires a more thorough scientific approach to the most effective use of available agricultural equipment, to properly organize its work, to maintain optimal agrotechnical terms, which is a guarantee of an increase in gross product yields. This study analyzes the supply and purchase of the main types of agricultural machinery in the years of the 10th five-year plan (1976-1980) and in the modern period (2016-2020), the power-to-weight ratio of agriculture for these periods, the load of arable land and areas under grain crops per one tractor and one combine harvester, the operational characteristics of tractors and combine harvesters of that time (1979) and modern ones are presented. It should be noted that the problem of short-term planning of field work, identified by researchers in 1979, remains relevant at the present time.

FOR CITATION

Iovlev G.A. Machinery used in field cultivation: a comparative economic analysis of 1979 and the present. *Diskussiya [Discussion]*, 108, 16–25

APA

KEYWORDS

*Completing vehicles, field work, productivity, management, supplies, acquisition, power supply, vehicle availability, vehicles, short-term planning.*

JEL: O570, Q170, Q180

«...надо усилить требовательность в деле улучшения использования всей той техники, которая направляется в сельское хозяйство.

Нельзя мириться с тем, что во многих колхозах и совхозах не соблюдаются правила эксплуатации и хранения машин».

Л.И. Брежнев.

Доклад на июльском (1978)

Пленуме ЦК КПСС [1,2].

Данное исследование начнём с высказывания Л.И. Брежнева, приведённого авторами А.П. Петровым и А.Б. Кривоноженковым в своей книге «Использование техники в полеводстве», изданной в 1979 году. Автор статьи, разбирая свои архивы в конце сентября 2021 года, неожиданно обнаружил данную книгу. Данная книга интересна тем, что автор данной публикации в 1978 году закончил факультет механизации сельского хозяйства Свердловского сельскохозяйственного института (ССХИ) и с этого периода вся трудовая деятельность проходила в сельском хозяйстве. Вначале на различных инженерных должностях, а с конца 80-х годов прошлого века руководителем одного из хозяйств Свердловской области. В конце 90-х был приглашён на работу в Уральскую государственную сельскохозяйственную академию (УрГСХА), с 2005 года заведующий кафедрой.

Поэтому, по роду своей деятельности, при работе непосредственно в сельском хозяйстве, а затем в ВУЗе, приходилось вплотную заниматься вопросами комплектования машинно-тракторных агрегатов, парков машин, планирования полевых работ, организацией работы сельскохозяйственной техники на полях, управления производительностью сельскохозяйственных машин, планированием технического обслуживания и ремонтов техники. Одно из научных направлений кафедры – это оперативное управление работой уборочно-транспортных комплексов (УТК), т.е. оптимизация состава УТК.

Поэтому для автора, да и для других исследователей, будет интересен данный материал с точки зрения сравнения состояния сельского хозяйства, подходов к формированию машинно-тракторных агрегатов (МТА), парков машин, характеристик основных видов сельскохозяйственных машин, агротехнических требований. Исследования в книге и в данной статье выполнены на базе показателей Свердловской области.

Многие результаты исследования будут представлены в виде таблиц, отражающих состояние показателя в 1979 году и в 2019-20 годах и выдержек из книги.

**Материал и методы исследования.** В исследовании использованы следующие методы: обобщение, системный метод, сравнения, аналитический, экономический анализ, расчётный. Основой исследования явились материалы, изложенные в книге [1], статистические данные, личные публикации автора и публикации в соавторстве с другими исследователями [13],[14],[15].

**Результаты исследования.** В предисловии авторы отмечают, что в соответствии с решениями съездов КПСС, Пленумов ЦК КПСС значительно возросли поставки сельскохозяйственной техники на село, машинно-тракторный парк (МТП) колхозов и совхозов пополняется новыми тракторами, комбайнами и др. сельскохозяйственными машинами. В табл. 1 представим данные по поставке и приобретению основных видов сельскохозяйственной техники сельскохозяйственным предприятиям Свердловской области в десятой пятилетке и в 2016-2020 годах.

Авторы отмечают, что «Энерговооружённость сельского хозяйства Свердловской области за последнее десятилетие возросла в три раза». Проанализировав статистические данные в 2021 году [3],[4],[5],[6], уточняем, что энерговооружённость сельского хозяйства за период с 1970 по 1980 год увеличилась в два раза и достигла 25,6 л.с./чел., в то время как с 2011 года по 2020 год энерговооружённость увеличилась в 1,3 раза, но составила уже 90 л.с./чел. [7],[8],[9],[10]. Далее

Таблица 1

Поставки, приобретение основных видов сельскохозяйственной техники.

Период поставок (приобретения)	Виды сельскохозяйственной техники, ед.			
	Тракторы	Зерноуборочные комбайны	Грузовые автомобили	Тракторные прицепы
Десятая пятилетка (1976-1980 гг)	19125	4279	5094	14210
2016-2020 гг.	754	169	200	215
Доля «2016-2020» от «десятой пятилетки», %	3,9	3,9	3,9	1,5

авторы приводят данные о том, что «...из всех средств производства более 30% приходится на тракторы, зерноуборочные комбайны, автомобили и др. оборудование». При анализе основных средств сельского хозяйства 2020 года, на машины и оборудование, транспортные средства приходится 48,3% от общей стоимости [11,12]. На наш взгляд, это стало возможным в результате значительного увеличения стоимости сельскохозяйственной техники из-за внедрения в конструкцию тракторов, зерно- и кормоуборочных комбайнов, посевных комплексов средств электроники и гидравлики.

Далее авторы отмечают, что «на условный трактор пашни приходилось ...41,7 га ..., а на зерноуборочный комбайн ...180 га». В 2020 году эти показатели следующие: приходится пашни на 1 трактор – 281 га, приходится посевов зерновых культур на 1 комбайн – 732 га [4]. Значительное увеличение нагрузки пашни и площадей под зерновыми культурами объясняется в первую очередь снижением количества техники, а во-вторых, за 40 лет значительно изменились, и при том в лучшую сторону, технико-экономические показатели практически всех сельскохозяйственных машин.

В своей книге авторы отмечают, используемые в то время тракторы: МТЗ-50, МТЗ-82, ДТ-75, ДТ-75М, Т-4АМ, Т-150К, К-700, К-701. Кроме того, в сельскохозяйственном производстве использо-

вались следующие тракторы: Т-40АМ, выпускаемые в Болгарии ДТ-54 (в 1979–80 гг. их поставляли в колхозы и совхозы), Т-74, К-700А, Т-150 и гусеничный трактор для пропашных работ Т-54В Болгар.

Для сравнительного анализа тракторов того времени (1979 год) и современных тракторов представим в табл. 2 основные их эксплуатационные характеристики.

Не учитывая общее количество тракторов в сельском хозяйстве СССР и России, не учитывая структуру МТП, а опираясь только на данные табл. 2 видно, что номинальное тяговое усилие 10 современных тракторов превышают тяговое усилие 10 тракторов 70–80 гг. прошлого века на 12,7%. Авторы книги также отмечают, что «...улучшены технико-экономические показатели тракторов», приведены данные о том, что металлоёмкость за период 1965–1977 гг. снизилась на 20–30%. Напомним понятие «металлоёмкость» для тракторов – это отношение массы трактора к номинальной мощности двигателя, которое можно выразить формулой:

$$ME = \frac{M_{TP}}{N} \quad (1)$$

Используя выше приведённые допущения и используя данные табл. 2, сравним металлоёмкость тракторов 70–80 гг. прошлого века и современных тракторов. Металлоёмкость современных тракторов снизилась на 23,9%.

Таблица 2

## Эксплуатационные характеристики тракторов

Тракторы 70-80-х гг. XX века					Современные тракторы				
Марка трактора	Характеристики трактора				Марка трактора	Характеристики трактора			
	Диапазон скоростей, км/ч	Мощность двигателя, кВт	Эксплуатационная масса, т	Номинальное тяговое усилие, кН		Диапазон скоростей, км/ч	Мощность двигателя, кВт	Эксплуатационная масса, т	Номинальное тяговое усилие, кН
Т-40АМ	0,66 -30	36,8	2,595	8,25	ЛТЗ-60	0,67-30,04	44,13	3,38	13,0
МТЗ-50	1,56-25,8	40,4	2,99	11,5	Беларус 82.1	1,89-33,4	59,6	4,0	15,4
Т-150К	1,8-30,1	110,3	8,2	31,5	ХТЗ-17221	3,72-29,6	128,7	8,76	34,3
К-700	2,9-31,7	161,8	11,0	42,3	Беларус 1523	1,73-36,3	115	6,0	25,4
К-700А	2,8-33,8	169	12,8	50,2	Беларус 2022	1,86-39,7	156	7,22	27,9
К-701	2,6-33,8	221	13,4	52,6	К-744Р2	3,7-30	257,4	17,5	61,5
Т-54В Болгар	1,02-16,41	36,8	3,53	17,0	Т-70	1,36-11,4	53	4,16	20,0
ДТ-54	3,59-7,9	39,7	5,83	28,0	ВТ-100	0,36-14,6	88,3	7,53	36,2
ДТ-75	5,15-10,85	55,2	6,32	30,4	ВТ-150	0,39-15,5	110,3	7,82	37,6
ДТ-75М	5,3-11,18	66,0	6,42	30,8	К-744Р4	3,7-30	308,9	15,0	69,3

Авторы также отмечают повышение эксплуатационных свойств зерноуборочных комбайнов СКД-5, СК-5, СК-6 по сравнению с С-4(М), СК-3 и СК-4.

Небольшой экскурс от автора данного исследования. Зерноуборочный комбайн С-4М – это первый самоходный комбайн отечественного производства, к сожалению, отсутствует в музее техники ПО Ростсельмаш, со слов руководства РСМ, не нашли данного комбайна на территории бывшего Советского Союза. Хотелось бы отметить зерноуборочный комбайн СК-6 «Колос», эксплуатационные свойства которого, соответствовали современным комбайнам. Звено из 6-ти комбайнов работало на полях совхоза «Четкаринский». И только поле с пшеницей, с урожайностью 65 ц/га, показало всю мощь данного комбайна. Со слов звеньевых, когда зашли на данное поле, комбайн «затих», он получил оптимальную загрузку молотильно-сепарирующего устройства, на которую был рассчитан комбайн.

Сравнительный анализ зерноуборочных комбайнов того времени и современных представим в табл. 3.

К технико-экономическим показателям, характеризующим зерноуборочные комбайны, относятся: удельная материалоемкость – отношение массы комбайна к пропускной способности МСУ; удельная энергонасыщенность – отношение мощности двигателя к пропускной способности МСУ. Используя данные табл. 3 сравним эти два показателя для зерноуборочных комбайнов 70-80-х гг. XX века и современных комбайнов. Удельная материалоемкость з/у комбайнов 70-80-х гг. –  $1508 \frac{\text{кг}}{\text{кг/с}}$ ; современных –  $1533 \frac{\text{кг}}{\text{кг/с}}$ . Удельная энергонасыщенность  $15,8 \frac{\text{кВт}}{\text{кг/с}}$  и  $23,6 \frac{\text{кВт}}{\text{кг/с}}$ .

Из данных табл. 3 и произведённых расчётов, видно, что материалоемкость практически не изменилась за 40 лет, увеличение составило 1,7%, энергонасыщенность зерноуборочных

комбайнов увеличилась практически в 1,5 раза (на 49,4%).

Далее авторы в своей книге рассматривают вопросы комплектования машинно-тракторных агрегатов. Предложены рациональные составы агрегатов на посеве, на заготовке сена, на уборке зерновых культур, на заготовке сенажа. Методика комплектования МТА является «классической», в технологии использованы сельскохозяйственные машины, средства транспорта того времени.

В настоящее время, для сельского хозяйства, кафедрой «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования в АПК» Уральского ГАУ разработаны научно-практические рекомендации по комплектованию агрегатов, парков машин. В данных рекомендациях представлены рассчитанные показатели тяговых усилий современных отечественных и зарубежных тракторов на различных передачах «рабочих» диапазонов.

Тяговые усилия представлены для следующих марок тракторов:

– Беларус 82.1, Беларус 1025, Беларус 1221, Беларус 1222, Беларус 1523, Беларус 2022, Беларус 3522;

– ХТЗ-150К-09, ХТЗ-17021, ХТЗ-17221-09, ХТЗ-16131, ХТЗ-17221-19, ХТЗ-17221, ХТЗ-17221-21, ХТЗ-22021, ХТЗ-150-05-09, ХТЗ-181;

– К-700А, К-701, К-744Р1, К-744Р2, К-744Р3, К-744Р4;

– Versatile 190, Versatile 220, Versatile 250, Versatile 280, Versatile 305, Versatile 320, Versatile 340, Versatile 395, Versatile 425, Versatile 460, Versatile 520, Versatile 570, Versatile 620, Versatile Delta Tract 460, Versatile Delta Tract 520, Versatile Delta Tract 570, Versatile Delta Tract 620;

– JD 6095B, JD 6110B, JD 6135B, JD 6110M, JD 6125M, JD 6140M, JD 6155M, JD 6175M, JD 6195M, JD 6150M, JD 7930M;

– New Holland Т6090, New Holland Т7060, Massey Ferguson 7615, Massey Ferguson 7618, Massey Ferguson 7620, Massey Ferguson 7624,

Таблица 3

Эксплуатационные характеристики зерноуборочных комбайнов.

Зерноуборочные комбайны 70-80-х гг. XX века				Современные зерноуборочные комбайны			
Марка комбайна	Характеристики комбайна			Марка комбайна	Характеристики комбайна		
	Мощность двигателя, кВт	Пропускная способность МСУ, кг/с	Масса, т		Мощность двигателя, кВт	Пропускная способность МСУ, кг/с	Масса, т
СК-4	56,0	3,8	6,28	Дон-1500	173	8,0	13,4
СКД-5	88,3	5,5	8,6	Вектор-410	154,4	7,3	11,1
СКД-6	103	6,3	9,4	Акрос-585	220,6	9,5	13,4
СК-5 «Нива»	80,9	5,0	7,4	Акрос-595 Plus	241	10,0	14,3
СК-6 «Колос»	110	7,0	9,45	Торум 740	294,2	10,5	17,1

Massey Fergusson 7626, Doutz-FahrAgrolux 4.80, Doutz-FahrAgrotron 165,7, Doutz-FahrAgrotron M620, Doutz-FahrAgrotron L720, Claas Arion 640, Claas Arion 850.

Необходимо отметить, что в силу изменения конструкции рабочих органов, в соответствии с этим, изменением агротехнических требований на выполнение технологических операций, изменились рабочие скорости, а в результате и удельные сопротивления на основных видах полевых работ.

Особый интерес представляет раздел «Оперативное планирование полевых работ», где рассматривается опыт разработки планов проведения полевых работ в одном из подразделений сельскохозяйственного предприятия. Основные разделы этого плана: план агротехнических мероприятий; использования сельскохозяйственной техники; график проведения полевых работ. Более подробно рассмотрим план использования сельскохозяйственной техники. Для этого определяют объёмы работ, состав и количество агрегатов для выполнения конкретного вида работ в оптимальные агротехнические сроки. Работы необходимо спланировать так, чтобы исключить перерывы между технологическими операциями на одном поле, допустим между культивацией, предпосевным боронованием и посевом.

Особое внимание уделено уборке зерновых культур, сенажа, силоса. Отмечено, чтобы грузоподъёмность транспортных средств на отвозке зерна была кратной ёмкости бункеров зерноуборочных комбайнов, т.к. бесперебойная работа уборочных агрегатов зависит от обеспечения их транспортными средствами. Авторы книги подчеркнули важность использования тракторных транспортных агрегатов с точки зрения повышения эффективности эксплуатации тракторов в течение всего года.

Для определения потребности в транспортных средствах авторы книги предложили два метода: аналитический и графический. Для реализации обоих методов необходима следующая информация: число уборочных агрегатов на поле, время заполнения бункера зерноуборочного комбайна, время заполнения кузова транспортного средства зелёной массой, грузоподъёмность и количество транспортных средств, время транспортного цикла (время движения транспортного средства до склада или сенажной (силосной) траншеи, время выгрузки и обратно до поля). Использовать представленную информацию, для определения количества транспортных средств, авторы предло-

жили в виде номограмм, предложили алгоритм пользования номограммой.

На наш взгляд, авторы книги предложили очень важную и нужную методику для определения количества разнотипных транспортных средств для обеспечения транспортного обслуживания, представленную на рис. 24 [1, стр. 83]. Необходимо отметить актуальность данной методики и в настоящее время, для авторов данного исследования она оказалась неизвестной.

**Обсуждение.** Проблема оперативного планирования полевых работ остаётся актуальной и в настоящее время. Авторами данной статьи проведены многолетние исследования по оптимизации работы уборочно-транспортных комплексов (УТК), т.е. оперативному управлению работой УТК на предприятиях АПК Свердловской области. Исследования проведены на базе АО «Каменское» и СПК «Килачёвское» на уборке пшеницы, ячменя, заготовке сенажа и кукурузного силоса.

Во время исследований были сняты статистические данные по следующим показателям: время заполнения бункера зерноуборочного комбайна; время ожидания транспортного средства для выгрузки; время выгрузки бункера; время движения комбайна до загонки; время ожидания загрузки транспортными средствами; время загрузки транспортного средства; время транспортного цикла. Для кормоуборочных комбайнов - время загрузки транспортного средства, остальные показатели аналогичны для уборки зерновых культур. Для обработки показателей использовалась теория вероятностей, определялось «математическое ожидание» случайной величины, значение математического ожидания  $M(X)$  принималось за номинальное значение показателя. По «времени заполнения бункера» через формулы:

$$IP = 10^4 \frac{Q_B \rho_3 \lambda_B}{V\beta U} \quad (2),$$

$$IP = Vt_{3B} \quad (3),$$

$$U = 10^4 \frac{Q_B \rho_3 \lambda_B}{Vt_{3B} \beta} \quad (4)$$

можно вычислить текущую урожайность зерновых культур.

Обозначения из выше приведённых формул:

$l_p$  – длина пути заполнения бункера, м;

$Q_K$  – вместимость бункера, м<sup>3</sup>;

$\rho_3$  – объёмная масса зерна, т/м<sup>3</sup>;

$\lambda_K$  – коэффициент заполнения бункера;

$V$  – ширина захвата жатки, м;

$\beta$  – коэффициент использования ширины захвата жатки;

$U$  – урожайность, т/га;

$V$  – фактическая рабочая скорость зерноуборочного комбайна при уборке зерновых, км/ч;

$t_{зб}$  – время заполнения бункера (математическое ожидание времени заполнения бункера), ч.

По данной формуле получаем искомую урожайность, аналогичные расчёты производим для различных интервалов времени (26-52 мин.). Данные расчётов при уборке пшеницы зерноуборочным комбайном ACROS-580 представлены на рис. 1.

По урожайности можно определить количество транспортных средств, необходимых для обеспечения работы уборочного отряда без простоев по следующей формуле:

$$n_{ТР}^{1зук} = \frac{C_1 T_p}{q_1 T_б} \tag{5}$$

где  $n_{ТР}^{1зук}$  – количество транспортных средств, необходимых для обслуживания одного зерноуборочного комбайна, ед.;

$C_1$  – масса зерна в бункере зерноуборочного комбайна, т;

$T_p$  – продолжительность транспортного цикла, час.;

$q_1$  – грузоподъёмность транспортного средства, т.

$T_б$  – время заполнения бункера зерном, час.

Приняв за оптимальное значение количество транспортных средств при полученной текущей урожайности, через формулу 5 можно рассчитать количество транспортных средств при различной урожайности. Данные расчётов представим на рис. 2.

Кроме того, можно использовать поправочные коэффициенты для определения количества транспортных средств в зависимости от расстояния перевозок. Оптимальным считается расстояние до 10 км, при расстоянии до 5 км принимается понижающий коэффициент, при расстояниях свыше 10 км применяются повышающие коэф-

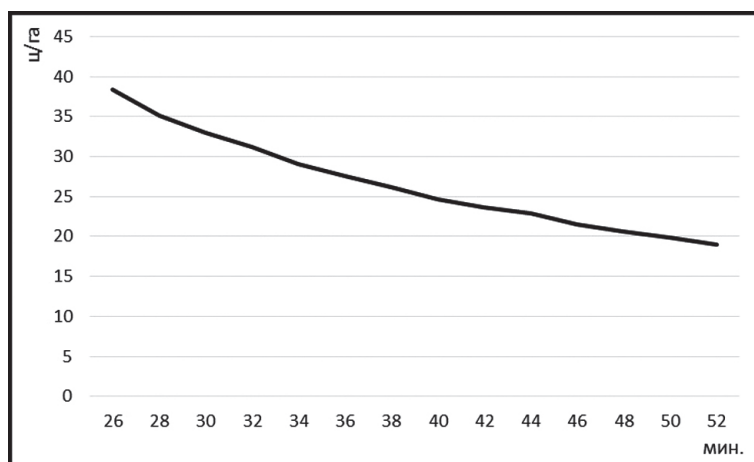


Рис. 1. Соотношение урожайности и времени заполнения бункера

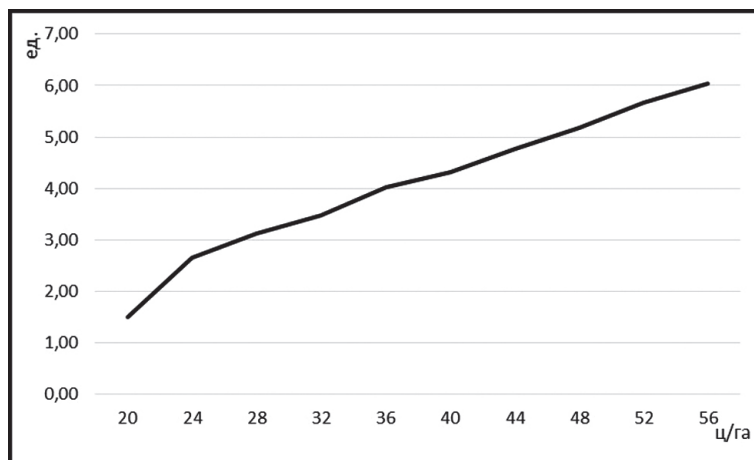


Рис. 2. Количество транспортных средств для обеспечения бесперебойной работы уборочного отряда в зависимости от урожайности

фициенты. На себестоимость перевозок влияет время ожидания загрузки и время загрузки транспортного средства.

В Приложениях авторы представили очень важную информацию для того времени: количество посевных агрегатов, обслуживаемых одним автозаправщиком АС-2УМ (ракета) в зависимости от норм высева и расстояния от склада до поля; ширину загонок для широкозахватных агрегатов, на уборке зерновых, трав и силосных культур, для пахотных агрегатов; расстояние заполнения бункера комбайнов при обмолоте пшеницы и гороха (ячменя и овса).

Хотелось бы поподробнее проанализировать Приложение 5. Расстояние заполнения бункера комбайнов при обмолоте пшеницы и гороха. В данном приложении представлена градация урожайности от 10 ц/га до 52 ц/га, зерноуборочные комбайны СК-4, СКД-5, СК-5, СК-6 с жатками с различной шириной захвата. Данное приложение представляет интерес с научной точки зрения. Сегодня, спустя 40 лет, мы используем представленную методику определения урожайности по времени заполнения бункера зерноуборочного комбайна (рис.1), происхождение данного приложения неизвестно, т.е. ссылки на авторство отсутствуют. Но данное приложение имело и имеет огромное значение для оптимизации работы уборочно-транспортных комплексов.

Для научного интереса произведём расчёт и уточним урожайность при использовании зерноуборочных комбайнов: СК-4 с жаткой 4,1 м.; СКД-5, СК-5 с жатками 4,9 м. Для расчётов используем данные Приложения 5, соответствующие урожайности 22 ц/га и формулу 2.

Преобразовав формулу 2, имеем  $U = 10^4 \frac{Q_b \rho_3 \lambda_b}{\beta l_p}$ .

$$\text{Для СК-4. } U = 10^4 \frac{1,8 \times 0,785 \times 1}{4,1 \times 0,96 \times 1670} = 21,5 \text{ ц/га}$$

$$\text{Для СКД-5 } U = 10^4 \frac{2,3 \times 0,785 \times 1}{4,9 \times 0,96 \times 1790} = 21,4 \text{ ц/га}$$

$$\text{Для СК-5 } U = 10^4 \frac{3 \times 0,785 \times 1}{4,9 \times 0,96 \times 2220} = 22,5 \text{ ц/га}$$

Из произведённых расчётов видно, что Приложение 5, рассчитанное и составленное 40 лет назад, соответствовало действительности, имело определённую научную ценность и могло быть использовано специалистами сельскохозяйственного производства при формировании УТК и оперативном управлении ими.

## Выводы

Вопросы, поднимаемые авторами А.П. Петровым и А.Б. Кривоноженковым в своей книге [1] сорок с лишним лет назад (1979 год) остаются актуальными и в настоящее время. Наоборот, значимость вопросов правильного комплектования машинно-тракторных агрегатов, формирования парков машин, уборочно-транспортных комплексов на уборке зерновых и кормовых культур приобретает в настоящее время всё большее значение. При комплектовании МТА необходимо учитывать многоступенчатые и бесступенчатые трансмиссии (КПП) и конструкции рабочих органов сельскохозяйственных машин, позволяющие выполнять технологические операции на повышенных (до 18 км/ч) рабочих скоростях. При увеличении нагрузки пашни на один трактор в 2020 году до 281 га (в 1979 году – 41,7 га), на один зерноуборочный комбайн с 180 га до 732 га, повышаются требования к надёжности техники, т.к. выход из строя одного энергонасыщенного трактора или высокопроизводительного зерно-, кормоуборочного комбайна приведут к нарушению производственного процесса, к серьёзным нарушениям агротехнических сроков выполнения сельскохозяйственных работ, а в результате и к потере урожайности.

Второй немаловажной причиной повышения надёжности у современных сельскохозяйственных машин является их стоимость, поэтому остро возникает вопрос об их производительном использовании, т.е. интенсивности их использования. Несмотря на использование GPS – навигации, остаётся актуальным определение оптимальной ширины загонок, при разной длине. Очень важное значение для высокопроизводительного использования техники имеет квалификация механизатора (оператора). Важное значение имеет также чётко организованная система ТО и Р современной сельскохозяйственной техники, с учётом рекомендаций заводов-изготовителей и дилерских центров.

Исследования по комплектованию агрегатов, по формированию парков машин продолжаются и сегодня [13],[14],[15],[16],[17]. На основании исследований отечественных и зарубежных учёных разрабатываются компьютерные программы, позволяющие оперативно осуществлять подбор сельскохозяйственных машин по ширине захвата, по типу рабочего органа, по глубине обработки, с учётом рабочей скорости, к тяговому энергетическому средству, к трактору.



## Список литературы

1. Петров А.П., Кривоноженков А.Б. Использование техники в полеводстве. Свердловск: Средне-Уральское кн. изд-во, 1979. 112 с.
2. Брежнев Л.И. О дальнейшем развитии сельского хозяйства СССР [Текст]: Докл. на Пленуме ЦК КПСС 3 июля 1978 г. / Л.И. Брежнев. Постановление Пленума ЦК КПСС, принятое 4 июля 1978 г. Москва: Колос, 1978. 64 с.
3. Тенденции развития механизации сельскохозяйственного производства. Показатели технической оснащенности и энергетическая база с/х производства. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.sinref.ru/000\\_uchebniki/05300\\_traktora/009\\_sverhmoshnie\\_traktora\\_sh\\_naznachenia\\_ageev\\_1986/002.htm](https://www.sinref.ru/000_uchebniki/05300_traktora/009_sverhmoshnie_traktora_sh_naznachenia_ageev_1986/002.htm) (дата обращения: 02.10.2021).
4. Наличие сельскохозяйственной техники. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/33410> (дата обращения: 01.10.2021).
5. Энерговооруженность труда в сельскохозяйственных организациях (энергетические мощности в расчете на 1 работника). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docviewer.yandex.ru/view/58032475> (дата обращения: 02.10.2021).
6. Среднесписочная численность работников организаций Свердловской области. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docviewer.yandex.ru/view/58032475> (дата обращения: 02.10.2021).
7. Свердловская область в 2015–2019 годах: Статистический сборник/ Управление Федеральной службы государственной статистики по Свердловской области и Курганской области. Екатеринбург, 2020. 234 с.
8. Сельское хозяйство. Наличие основных видов сельскохозяйственной техники в сельскохозяйственных организациях в 2016–2020. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sverdl.gks.ru/folder/32235> (дата обращения: 01.10.2021).
9. Бюллетени о состоянии сельского хозяйства (электронные версии). Наличие техники, энергетических мощностей в сельскохозяйственных организациях Российской Федерации в 2020 году. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 01.10.2021).
10. Свердловская область. Агропромышленный комплекс и потребительский рынок. Итоги 2020 года. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mcxso.midural.ru>.
11. Видовая структура основных фондов коммерческих организаций. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docviewer.yandex.ru/view/58032475> (дата обращения: 02.10.2021).
12. Наличие основных фондов Свердловской области с 2017 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sverdl.gks.ru/folder/30388> (дата обращения: 02.10.2021).
13. Иовлев Г.А., Голдина И.И. Методика комплектования машинно-тракторных агрегатов и парков машин // Теория и практика мировой науки. 2020. № 2. С. 46–50.
14. Иовлев Г.А., Несговоров А.Г., Голдина И.И. Исследование работы и формирование состава уборочно-транспортного комплекса из зерноуборочных комбайнов зарубежного производства // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2020. Т. 14. № 4. С. 49–56.
15. Iovlev G.A., Goldina I.I., Zorkov V.S. Optimization of the composition of the harvesting and transport complex// International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET). Volume 10. Issue 04. April 2019. P. 152–161.
16. Kusumastutia R.D. Crop-related harvesting and processing planning: a review [Text] / R.D. Kusumastutia, D.P. van Donk, R. Teunterb // International Journal of Production Economics. 2016. Vol. 174. P. 76–92. doi: 10.1016/j.ijpe.2016.01.010.
17. Younus. A and P.R. Jayan Performance Evaluation of Root Crop Harvesters// International Journal of Engineering Research and Development. Volume 11. Issue 06 (June 2015). P.38–52.

## References

1. Petrov A.P., Krivonozhenkov A.B. The use of technology in field breeding. Sverdlovsk: Sredne-Uralskoe publishing house, 1979. 112 p.
2. Brezhnev L.I. On the further development of agriculture of the USSR [Text]: Dokl. at the Plenum of the Central Committee of the CPSU on July 3, 1978 / L.I. Brezhnev. Resolution of the Plenum of the Central Committee of the CPSU, adopted on July 4, 1978. Moscow: Kolos, 1978. 64 p.
3. Trends in the development of mechanization of agricultural production. Indicators of technical equipment and energy base of agricultural production. [Electronic resource]. Access mode: [https://www.sinref.ru/000\\_uchebniki/05300\\_traktora/009\\_sverhmoshnie\\_traktora\\_sh\\_naznachenia\\_ageev\\_1986/002.htm](https://www.sinref.ru/000_uchebniki/05300_traktora/009_sverhmoshnie_traktora_sh_naznachenia_ageev_1986/002.htm) (date of application: 02.10.2021).
4. Availability of agricultural machinery. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.fedstat.ru/indicator/33410> (date of application: 01.10.2021).
5. Energy efficiency of labor in agricultural organizations (energy capacity per 1 employee). [Electronic resource]. Access mode: <https://docviewer.yandex.ru/view/58032475> (accessed: 02.10.2021).
6. The average number of employees of organizations in the Sverdlovsk region. [Electronic resource]. Access mode: <https://docviewer.yandex.ru/view/58032475> (date of reference: 02.10.2021).
7. Sverdlovsk region in 2015–2019: Statistical collection/ Department of the Federal State Statistics Service for the Sverdlovsk Region and the Kurgan region. Yekaterinburg, 2020. 234 p.
8. Agriculture. Availability of the main types of agricultural machinery in agricultural organizations in 2016–2020. [Electronic resource]. Access mode: <https://sverdl.gks.ru/folder/32235> (date of circulation: 01.10.2021).
9. Bulletins on the state of agriculture (electronic versions). Availability of equipment and energy capacities in agricultural organizations of the Russian Federation in 2020. [Electronic resource]. Access mode: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (date of application: 01.10.2021).
10. Sverdlovsk region. Agro-industrial complex and consumer market. Results of 2020. [Electronic resource]. Access mode: <https://mcxso.midural.ru>.
11. The specific structure of fixed assets of commercial organizations. [Electronic resource]. Access mode: <https://docviewer.yandex.ru/view/58032475> (accessed: 02.10.2021).
12. Availability of fixed assets of the Sverdlovsk region since 2017 [Electronic resource]. Access mode: <https://sverdl.gks.ru/folder/30388> (date of reference: 02.10.2021).
13. Iovlev G.A., Goldina I.I. Methods of completing machine-tractor units and car parks // Theory and practice of world science. 2020. No. 2. P. 46–50.
14. Iovlev G.A., Nesgovorov A.G., Goldina I.I. Investigation of the work and formation of the composition of the harvesting and transport complex of foreign-made combine harvesters // Agricultural machines and technologies. 2020. Vol. 14. No. 4. P. 49–56.
15. Iovlev G.A., Goldina I.I., Zorkov V.S. Optimization of the composition of the harvesting and transport complex// International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET).

Volume 10. Issue 04. April 2019. P. 152-161.

16. Kusumastutia R.D. Crop-related harvesting and processing planning: a review [Text] / R.D. Kusumastutia, D.P. van Donk, R. Teunterb // International Journal of Production Economics.

### **Информация об авторе**

Иовлев Г.А., кандидат экономических наук, доцент, инженерный факультет, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург, 620075, Россия. Почта для связи с автором: hsvprofit@yandex.ru

### **Информация о статье**

Дата получения статьи: 18.09.2021  
Дата принятия к публикации: 23.10.2021

© Иовлев Г.А., 2021.

2016. Vol. 174. P. 76–92. doi: 10.1016/j.ijpe.2016.01.010.

17. Younus. A and P.R. Jayan Performance Evaluation of Root Crop Harvesters// International Journal of Engineering Research and Development. Volume 11. Issue 06 (June 2015). P. 38-52.

### **Information about the author**

Iovlev G.A., PhD in Economics, Associate Professor, Faculty of Engineering, Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, 620075, Russia. Corresponding author: hsvprofit@yandex.ru

### **Article Info**

Received for publication: 18.09.2021  
Accepted for publication: 23.10.2021

© Iovlev G.A., 2021.