Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

УДК 656.13.001.2

Особенности обоснования и функционирования человеко-машинных систем

Липкович И.Э., Егорова И.В., Пятикопов С.М., Петренко Н.В., Жолобова М.В.

Азово-Черноморский инженерный институт Донской ГАУ

Аннотация

В статье рассмотрено технологическое обоснование специализированных комплексов как человеко-машинных систем (ЧМС) и особенности их функционирования, что до сих пор в этой области в требуемом объеме сделано не было. Следует отметить, что условия функционирования здесь не изучены применительно к организационным ЧМС, а содержат лишь хорошо понимаемое традиционное использование машинно-тракторного агрегата (МТА) и средств технического обслуживания (ТО) при работе двух механизаторов, т.е. то, что в теории и практике машиноиспользования выражается понятием «коэффициент сменности 2 (или 1,5)».

Ключевые слова: ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫЕ СИСТЕМЫ, ПРОИЗВОДСТВО, РЕЖИМ РАБОТЫ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОХРАНА ТРУДА, СЕВООБОРОТ, ПОЛЕВЫЕ КУЛЬТУРЫ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, РЕМОНТ

В современном агропромышленном производстве участвуют большое количество технических средств, которые мы рассматриваем как человеко-машинные системы (ЧМС).

Функционирование всего состава ЧМС должно быть подчинено единой цели достижения заданного результата.

Режим работы наряду с системой оплаты труда играет определенную роль в функционировании ЧМС. Однако, прежде следует рассматривать вопросы функционирования организационных ЧМС, а затем вести выбор и изучение их режимов. В связи с этим, рассмотрим особенности функционирования специализированных функциональных внутрихозяйственных комплексов и отрядов, машинно-технологических станций и составляющих их организационных технологических формирований [1, 2].

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Создание организационных ЧМС начинается с разработки технологий выполнения работ. В течение календарного года сельхозтоваропроизводители выполняют целый ряд работ по производству сельхозкультур в полевых севооборотах. Так, применительно к одному из южнороссийских севооборотов зернового типа, предусмотренных Системой ведения агропромышленного производства Ростовской области, можно привести перечень операций и примерные календарные сроки выполнения работ (табл. 1). Таблица содержит практически все технологические операции процессов производства основных полевых культур на одном из распространенных зерновых севооборотов с включением парового поля. Выполнение процессов представлено помесячно, а не по датам, как это обычно имеет место в подобных материалах. Во-первых, сами даты носят условный характер (от года к году они смещаются и требуют коррекции); во-вторых, указываемые ими сроки (даже в случае полного совпадения с климатическими условиями конкретного года) в подавляющем большинстве не выдерживаются, особенно в настоящее время при жесткой нехватке техники и других материальных и финансовых ресурсов; в-третьих, для нашего анализа важен не столько сам срок выполнения работ, сколько набор операций, производимых одновременно (или почти одновременно) применительно к конкретному процессу (правая часть таблицы) [3].

Таблица 1. Технологические процессы и операции на севообороте в календарном году

Сроки выполнения работ		Выполняемая операция	
месяц	номер процесса	процесс	последовательность технологических операций
1	2	3	4
Январь	Нет	Нет	Нет
Февраль	2.1	Подкормка озимых	Поверхностное внесение туков; прикорневая подкормка
Март	3.1	Закрытие влаги	Бороновальный агрегат
	3.2	Посев ранних зерновых (ячмень, горох)	Первая культивация; предпосевная культивация; посев с внесением туков; прикатывание посевов
Апрель	4.1	Уход за парами	Культивация паров
Май	5.1	Посев пропашных культур (кукуруза, подсолнечник)	Первая культивация; вторая культивация; посев с внесением туков; прикатывание посевов
	5.2	Уход за парами	Культивация паров

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Сроки выполнения работ		Выполняемая операция	
	5.3	Борьба с вредителями (обработка посевов гербицидами)	Обработка посевов озимых ядохимикатами
	5.4	Первый укос многолетних трав на сено	Подготовка полей к уборке; скашивание стеблестоя в валок; просушивание валков естественной сушкой; подбор валков с образованием рулонов или крупногабаритных тюков; транспортировка рулонов и тюков к местам хранения
Июнь	6.1	Уход за парами	Культивация паров
	6.2	Уход за пропашными культурами	Междурядная культивация посевов пропашных
	6.3	Борьба с вредителями	Обработка посевов зерновых (озимых и яровых) ядохимикатами
	6.4	Уборка зернобобовых	Подготовка полей к уборке; прямое или раздельное комбайнирование с укладкой НЧУ в валок или измельчение с разбрасыванием; транспортирование к месту обработки и хранения; подготовка почвы под посев озимых
	6.5	Второй укос многолетних трав на сено	Технология та же
Июль	7.1	Уборка зерновых колосовых культур (озимых и ячменя)	Подготовка полей к уборке; прямое комбайнирование со сбором НЧУ в валок или измельчение и разбрасывание; скашивание части площадей в валки; подбор и обмолот валков с укладкой НЧУ в валок или измельчение и разбрасывание; транспортировка зерна к месту переработки и хранния; послеуборочная обработка почвы с заделкой НЧУ и внесением необходимых доз азотных удобрений
Август	8.1	Обработка почвы основная	Отвальная вспашка с оборотом пласта и выравниванием; безотвальная послойная основная обработка; глубокая безотвальная послойная обработка с поверхностным мульчированием
Сентябрь	9.1	Продолжение основной обработки почвы	Операции те же
	9.2	Уборка силосных культур	Подготовка полей к уборке; скашивание растительной массы с измельчением и

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Сроки выполнения работ		Выполняемая операция	
			дроблением зерна; транспортировка массы к местам закладки силоса
	9.3	Посев озимых	Закладка и трамбовка силоса; обработка почвы под посев озимых предпосевная культивация; посев озимых с внесением туков на всей площади посева; прикатывание посевов
	9.4	Начало уборки подсолнечника	См. ниже
Октябрь	10.1	Уборка подсолнечника	Подготовка полей к уборке; обмолот посевов с измельчением стеблестоя, измельчением и разбрасыванием НЧУ; послеуборочная обработка почвы
	10.2	Продолжение основной обработки почвы	По п.8.1
	10.3	Уборка зрелой кукурузы на зерно (с обмолотом или в початках 10.3а)	Подготовка полей к уборке; отделение початков с обмолотом; измельчение листостебельной массы со сбором ее или разбрасыванием; транспортировка зерна; отделение початков и их очистка; измельчение листостебельной массы со сбором или разбрасыванием; транспортировка початков к месту доработки и хранения; послеуборочная обработка почвы
	10.4	Подготовка поля под пар	Погрузка и внесение органических удобрений; отвальная вспашка с заделкой удобрений
Ноябрь	11.1	Завершение уборки кукурузы на зерно	По п.10.3
	11.2	Завершение основной обработки почвы	По п.8.1
	11.3	Завершение подготовки поля под пар	По п.10.4
Декабрь	Нет	Нет	Нет

Изучая таблицу, можно установить, что весь совокупный технологический процесс возделывания заданного набора культур на севообороте распадается на две группы блоков: первые выполняют законченные технологические процессы, состоящие из нескольких операций, и вторые, имеющие в своем составе единичную технологическую операцию. Таким образом, если процесс возделывания севооборота рассматривать как

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

систему, то в структурном плане его можно представить в виде блоков на рис. 1.



Рис. 1. Блочная структура процесса возделывания полевых культур на севообороте

Далее видим, что многооперационные блоки по характеру операций и выполняющих их технических средств также могут быть объединены. Так, процессы посева ранних зерновых 3.2 и озимых 9.3 мало чем отличаются друг от друга. Процессы уборки зернобобовых 6.4, зерновых колосовых 7.1, подсолнечника 10.1 и зрелой кукурузы на зерно 10.3 по операциям (см. табл. 1) весьма близки и выполняются одними и теми же техническими средствами, оснащенными сменными адаптерами (приспособление для уборки подсолнечника и приспособление к зерноуборочному комбайну для уборки зрелой кукурузы с обмолотом). Процессы уборки трав на сено в первом и во втором укосах не отличаются друг от друга.

Таким образом, из десяти многооперационных блоков получим шесть технологических групп [4, 5]:

– посева (3.2, 9.3);

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

– посева пропашных из одного блока (5.1);

– уборки многолетних трав (5.4, 6.5);

– уборочных процессов зерновых культур (6.4, 7.1, 10.1, 10.3);

– уборки силосных культур (9.2);

– уборки зрелой кукурузы в початках (10.3).

В каждом из многооперационных блоков все технологические операции выполняются в единый агросрок; некоторое исключение составляют блоки 5.4 – 6.5 и 6.4 – 7.1 при раздельной уборке, когда требуется естественная сушка валков. Процессы во всех блоках, как показывают многочисленные исследования и подтверждает практика, весьма трудоемки, хотя они и разнятся по трудоемкости, выполняются большим количеством технических средств по номенклатуре. В период выполнения операций в названных технологических блоках сельхозтоваропроизводители всех уровней испытывают колоссальное напряжение – это известно всем исследователям и практическим работникам и ни в каком подтверждении не нуждается.

Из сложившегося положения теоретически имеется два выхода [6, 7].

Выход первый состоит в коренном совершенствовании техники с тем, чтобы каждый многооперационный блок свести к однооперационному, выполняемому единичным многооперационным. моноблочным агрегатом. Такое направление является стратегическим в механизации АПК, решается последовательно в течение весьма длительного периода буквально всеми НИУ и вузами, опирается на весь научно-технический прогресс. Подчеркивая закономерность в движении научных исследований к поставленной стратегической цели, мы можем видеть уже сегодня некоторые достижения в комплексировании операций, создании многооперационных моноблоков по некоторым группам операций, входящим в рассматриваемые нами технологические блоки. Несколько ниже мы приведем некоторые уже добытые решения в этой без преувеличения важнейшей проблеме. Однако общих решений пока нет, и ситуация сейчас остается весьма напряженной, особенно с двукратным падением технического оснащения, и останется таковой в обозримом будущем.

Выход второй состоит в максимальном использовании возможностей человеко-машинных систем всех уровней, от единичной ЧМС до организационных –

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

социотехнических систем, занятых производством сельхозпродукции. При этом предусматривается последовательное введение в техническую подсистему всех поступающих в инженерную сферу научно-технических достижений. Такой подход может образовать систему функциональных специализированных комплексов. Сразу же оговоримся: в период зарождения специализированных комплексов (конец семидесятых годов прошлого века), как и в последующий период, такого обоснования сделано не было – во всяком случае, такие работы авторам не известны.

Итак, в подсистеме многооперационных блоков можно выделить следующие функциональные специализированные комплексы [6, 8]:

– для посева зерновых культур (озимая пшеница, зернобобовые, ячмень); в десятипольном севообороте он работает на одном паровом поле, одном – после зернобобовых, одном – после уборки кукурузы на силос, одном поле по посеву зернобобовых, одном – по посеву ячменя (всего на пяти полях);

– для посева пропашных культур (работает на полях по посеву кукурузы на силос и зерно «два поля» и на поле по посеву подсолнечника «всего три поля»);

– уборочно-транспортный – по уборке трав на сено (на одном поле посевов многолетних трав);

– уборочно-транспортный – по уборке зерновых культур (работает последовательно с рекомбинацией и использованием технологических адаптеров на уборке зернобобовых прямым или раздельным комбайнированием «одно поле», на уборке зерновых колосовых культур прямым и раздельным комбайнированием «три поля озимых и одно ячменя ярового», на уборке подсолнечника «одно поле», на уборке зрелой кукурузы на зерно с обмолотом початков «одно поле или часть поля»);

– уборочно-транспортный - по уборке кукурузы на силос (одно поле).

Если комплексы являются внутрихозяйственными системами, т.е. каждый из созданных в сельхозпредприятии комплексов работает на несколько подразделений (в зависимости от величины обрабатываемых площадей и оснащенности техникой), то он обслуживает несколько севооборотов [9].

Рассмотрим теперь с общих позиций однооперационные технологические блоки. Вполне понятно, что выполнение большей части единичных операций, в общем, затруднений не вызывает. Однако с точки зрения энергетической они имеют

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

определенные различия. Рассмотрим удельные затраты энергии на обработку 1 га в подсистеме однооперационных технологических блоков. Удельные затраты энергии приведены в таблице 2 [10].

Таблица 2. Удельные затраты энергии на выполнение работ в блоке однооперационных процессов

Процесс (операция)	Обработка посевов гербицидами	Закрытие влаги	Подкормка озимых	Уход за парами	Междурядная культивация	Основная обработка почвы	
Удельные затраты энергии, кВт-ч/га (расчетные)	4,1	5,8	7,35	15,2	16,4	73,3	62,9

Из таблицы видно, что в энергетическом отношении основная обработка почвы, как безотвальная, так и особенно отвальная, существенно превосходит все другие операции из блока однооперационных процессов в многооперационном блоке. Хорошо также известно, что и по причине трудоемкости эта операция является одной из самых тяжелых, поэтому, в частности в таблице 1, ее выполнение охватывает несколько временных периодов, более того, это единственная операция, выполнение которой имеет столь длительные временные рамки (это не агротехническая потребность, а практический факт). Таким образом, целесообразно распространить на операцию основной обработки почвы методы максимальной эффективности, которые вырабатываются для процессов из многооперационного блока.

Итак, показано, что в основе организации специализированных функциональных комплексов лежат технологии производства работ по возделыванию основных культур в зональных севооборотах. Структура комплексов определяется, в частности, разделением труда, а их состав – технологическими потребностями. К настоящему времени произошли определенные изменения в технологических процессах работы комплексов, а их техническое оснащение может быть другим ввиду создания целого ряда новых технических средств. Так, разработаны ресурсосберегающие технологии прямого посева зерновых и пропашных культур, созданы агрегаты в моноблочном многооперационном исполнении, которые за один проход готовят почву под посев, вносят удобрения, производят посев и прикатывание. Наиболее известным в России является зарубежный

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

агрегат «Конкорд»; выпускается ряд подобных машин различной ширины захвата в отечественном региональном сельхозмашиностроении (например, предприятиями СибИМЭ); готовится к производству новый почвообрабатывающе-посевной агрегат конструкции ВНИПТИМЭСХ. Сокращены (сняты) энергоемкие операции по досушиванию рассыпного сена активным вентилированием; сняты весьма трудоемкие операции по скирдованию сена и соломы с применением большого объема ручного труда. Вместо них применяется технология уборки сена и НЧУ зерновых культур на кормовые цели из валков в рулонах и крупногабаритных тюках, позволяющая резко сократить или исключить использование ручного труда. Рулонные пресс-подборщики для крупногабаритных тюков также осваиваются отечественным сельхозмашиностроением. Введены в сельхозпроизводство самоходные кормоуборочные комбайны «Дон- 680» отечественного производства и целый ряд моделей зарубежного производства. Резко сокращен объем раздельного комбайнирования при уборке зерновых колосовых культур, а там, где эта операция сохранена по технологической необходимости, имеет место возврат к прицепным тракторным валковым жаткам, производство которых вновь осваивается российским региональным машиностроением. Изменилась технология уборки НЧУ зерновых колосовых культур. На кормовые цели НЧУ подбирается из валка, который укладывает зерноуборочный, комбайн; основные объемы измельчаются навесным на комбайн измельчителем и разбрасываются на ширину захвата хедера (валковой жатки – в случае раздельного комбайнирования). Затем НЧУ заделывается в почву либо дисковой бороной, либо новым агрегатом КУМ-4 (к трактору тягового класса 3,0-4,0), КМ-8 (к трактору тягового класса 5,0) конструкции ВНИПТИМЭСХ, либо на их основе почвообрабатывающе-удобрительным агрегатом. Расширяется применение безотвальной послойной обработки почвы в качестве основной. Для этой цели разработаны ВНИПТИМЭСХ и поставлены на производство новые агрегаты КАО-2 (к трактору тягового класса 3,0) и КАО-10 (к трактору тягового класса 5,0), а также орудия для глубокой послойной обработки почвы УНС-3 и УНС-5. Большая часть разработок энерговлагосберегающих технологий и средств механизации приведена в работах [6-11].

Все эти разработки должны быть включены в состав звеньев специализированных функциональных комплексов.

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Изложим некоторые особенности функционирования специализированных комплексов как человеко-машинных систем.

Комплексы работают большее время суток – 16-18 ч (светлое время – посевные комплексы, уборочно-транспортные для уборки зерновых колосовых культур) или круглосуточно (уборочно-транспортные, по уборке кукурузы на силос, пахотные). Операторы в человеко-машинных системах – МТА работают со сменяемостью через 4-6 ч по два на агрегате. Сменившиеся механизаторы отдыхают и принимают пищу. Отдых механизаторов организует звено бытового обслуживания, располагающее специальным вагончиком для отдыха механизаторов. Оно же организует доставку пищи и прием ее в полевых условиях, располагая соответствующими техническими средствами [9, 12].

Транспортировку продукции от полевых агрегатов (зерно, сено, измельченная листостебельная масса) осуществляют транспортные агрегаты (автомобили, автопоезда, тракторные транспортные агрегаты), входящие наряду с основными уборочными агрегатами в состав технологических звеньев. Водители транспортных средств также должны работать по двое на агрегате. Однако из-за хронического дефицита механизаторских кадров не представляется возможным иметь более 1,5 водителя на агрегат. Поэтому ощущается постоянная перегрузка водительского состава.

Звено по уборке незерновой части с поля в уборочно-транспортных комплексах работает в режиме, одинаковом с комбайно-транспортным. Однако оно может работать и в круглосуточном режиме. Состав звена выбирается в зависимости от принятой в сельхозпредприятии технологии уборки, имеющихся технических возможностей и трудовых ресурсов. Как правило, в этих звеньях не удается обеспечить агрегаты двумя механизаторами. Поэтому работающие в этом звене механизаторы испытывают перегрузку, а сам процесс уборки НЧУ, особенно на кормовые цели, затягивается.

В современных условиях НЧУ измельчается комбайном, оборудованным навесным измельчителем, и разбрасывается на ширину захвата (об этом сказано выше). Комплекс, работающий по такой технологии, не имеет специального звена по уборке НЧУ; звено послеуборочной обработки почвы, оснащенное новыми средствами механизации – КУМ-4 или КМ-8, – осуществляет заделку НЧУ и послойную обработку почвы на глубину до 12 – 14 см. В этом случае можно осуществлять послеуборочную обработку почвы поточно с уборочными операциями.

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Техническое обслуживание и полевой ремонт осуществляются силами и средствами звена технического обслуживания – одного на весь комплекс. Звено имеет в своем составе передвижную мастерскую, автозаправщик, автоводовоз. Оно обеспечивает ежедневное техническое обслуживание основных средств механизации комплекса, заправку топливом, маслами и водой как непосредственно в загонке, так и на специально отведенных участках в непосредственной близости от обрабатываемых площадей, а также осуществляет полевой ремонт. Если персонал звена работает в режиме основных звеньев комплекса, то для ежедневного технического обслуживания и полевого ремонта, чтобы не снижать темп работ, используются подменные агрегаты, находящиеся в составе звена ТО: в период обслуживания комбайна или пахотного трактора силами звена ТО механизатор обслуживаемой машины работает на подменном агрегате. Персонал звена может работать и круглосуточно; тогда в уборочно-транспортном комплексе с длительностью работы в 16 – 18 ч в сутки обслуживание ведется в нерабочее для основных механизаторов время, а аварийное устранение неисправностей (полевой ремонт) производится с использованием подменных агрегатов в том же режиме, но при меньшем их количестве [12].

Звено бытового обслуживания – также одно на комплекс – обеспечивает удовлетворительные бытовые условия в период работы: отдых механизаторов, свободных от работы, в полевых условиях, двух-трехразовое (иногда четырехразовое) питание в зависимости от длительности пребывания персонала комплекса в поле. Силы звена бытового обслуживания работают в том же режиме, что и основные механизаторы.

При использовании специализированных функциональных комплексов в составе МТС применяется другой режим работы. Прежде всего, сезонная длительность работы комплексов в составе МТС по сравнению с внутрихозяйственными существенно выше: уборочно-транспортные комплексы могут работать до 30 – 40 дней, охватывая уборкой последовательно большие площади не только в районах дислокации МТС, но и в других, более северных районах; пахотные комплексы в южных регионах России фактически работают до 3 – 4 месяцев. В таких условиях постоянное пребывание механизаторов в поле и так называемый вахтовый режим их работы неприемлемы (попросту, невозможны). Здесь применяется двухсменная работа, круглосуточная двухсменная, а в некоторых случаях круглосуточная трехсменная – при достаточном количестве механизаторов [5, 7, 11].

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

И последнее. В современных условиях при остром дефиците техники и механизаторов получают распространение не полнокомплектные комплексы, а специализированные отряды, как внутрихозяйственные, так и в составе МТС. Из многооперационного блока отряд включает в свой состав лишь базовые операции (например, только обмолот или только скашивание и измельчение силосных культур и т.д.) и вводит в свой состав упрощенные подразделения ТО. С точки зрения технологии выполнения полевых работ отряд не выдерживает критики, но его применение является выходом из сложившегося экстремального положения.

Итак, сделав попытку технологического обоснования специализированных комплексов как ЧМС (что до сих пор в этой области в требуемом объеме сделано не было), мы рассмотрели особенности их функционирования. Следует отметить, что условия функционирования здесь не изучены применительно к организационным ЧМС, а содержат лишь хорошо понимаемое традиционное использование МТА и средств ТО при работе двух механизаторов, т.е. то, что в теории и практике машиноиспользования выражается понятием «коэффициент сменности 2 (или 1,5)».

Список использованных источников:

1. Липкович И.Э. Построение человеко-машинных систем: механико-эргономические основы / под ред. И.П. Ксеневича. – Т.9. – Ч. 1. – Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2011. – 448 с.

2. Липкович И.Э., Жолобова М.В., Егорова И.В., Н.В. Петренко. Влияние обеспечения нефтепродуктами тракторных агрегатов на производительность человеко-машинных систем в растениеводстве // Вестник аграрной науки Дона, 2021. – № 2 (54). – С. 72-82.

3. Липкович И.Э., Егорова И.В., Петренко Н.В. Переносимость работы оператора человеко-машинных систем, как характеристическое свойство условий труда // Вестник аграрной науки Дона, 2019. – № 1 (45). – С. 91-98.

4. Lipkovich I.E., Egorova I.V., Petrenko N.V., Gayda A.S. Influence of the human-machine systems (HMS) operation mode on the increase of grain-harvesting aggregates productivity // Journal of Mechanical Engineering Research and Developments, 2019. Т. 42. – № 3. – С. 10-14.

5. Липкович И.Э., Егорова И.В. Влияние внешней среды на человека-оператора, управляющего сельскохозяйственным агрегатом через человеко-машинную систему // Вестник аграрной науки Дона, 2016. – № 3 (35). – С. 86-92.

6. Агротехнические требования к основным технологическим операциям при адаптивных технологиях возделывания озимых колосовых и кукурузы, и новые технические средства для их выполнения в Краснодарском крае. – Краснодар, КНИИСХ, 2001.

7. Липкович Э.И. Процессы обмолота и сепарации в молотильных аппаратах зерноуборочных комбайнов. - Зерноград: ВНИПТИМЭСХ, 1973.

8. Машинные технологии и техническое обеспечение устойчивого производства зерна в засушливых условиях // Труды ВИМ. - Т. 135. - Москва, 2000.

9. Сахапов Р.Л. Ресурсосберегающие культиваторы для многоукладного хозяйствования. - Казань: Кн. изд-во, 2000.

10. Сахапов Р.Л. Механизация ресурсосберегающего аграрного производства / под ред. Н.К. Мазитова. - Казань: Кн. изд-во, 2000.

11. Черепанов С.С. Использование земледельческих агрегатов. В 2 ч. - Москва: Росинформагро- тех, 2000.

12. Босой Е.С., Верняев О.В., Смирнов И.И., Султан-Шах Е.Г. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин / под ред. Е.С. Босого. - Москва: Машиностроение, 1977.

Цитирование:

Липкович И.Э., Егорова И.В., Пятикопов С.М., Петренко Н.В., Жолобова М.В. Особенности обоснования и функционирования человеко-машинных систем [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 1. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/1/st_101.pdf.
DOI: https://doi.org/10.51419/202131101.