

УДК 631.55

UDC 631.55

05.20.00 Процессы и машины агроинженерных систем

Processes and machines of Agroengineering systems

**СТРАТЕГИЯ МЕХАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ<sup>1</sup>**

**MECHANIZATION PRODUCTION PROCESSES STRATEGY OF HIGH QUALITY WHEAT GRAIN**

Маслов Геннадий Георгиевич  
д-р техн.наук, профессор  
SPIN – код автора: 7115-7421  
[maslov-38@mail.ru](mailto:maslov-38@mail.ru)

Maslov Gennady Georgievich  
Dr.Sci.Tech., Professor  
SPIN - code: 7115-7421  
[maslov-38@mail.ru](mailto:maslov-38@mail.ru)

Малашихин Николай Васильевич  
магистрант  
[malashikhin95@bk.ru](mailto:malashikhin95@bk.ru)

Malashikhin Nikolai Vasilievich  
Undergraduate student  
malashikhin95@bk.ru

Евглевский Роман Олегович  
аспирант  
*Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия*  
[evglevsky.roman@yandex.ru](mailto:evglevsky.roman@yandex.ru)

Evglevsky Roman Olegovich  
Postgraduate student  
*Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Russia*  
[evglevsky.roman@yandex.ru](mailto:evglevsky.roman@yandex.ru)

Сделан анализ системы производства высококачественного зерна озимой пшеницы и намечены направления решения проблемы с учетом стратегии механизации производственных процессов за счет техники нового поколения и инновационного совершенствования машинных технологий. Отмечено ухудшение качественных показателей зерна в стране, доля сильной пшеницы составляет не более 0,5% товарных ресурсов зерна, а около 80%, отгружаемых на экспорт партий, составляет пшеница 4...5 классов и таким образом можно за счет механизации процессов поднять класс зерна. Используя известный метод функционально-стоимостного анализа, обоснованы в системе всей технологии машинные технологические операции, подлежащие первоочередному совершенствованию с целью повышения качества зерна пшеницы, спрос на которую за рубежом снижается. Разработаны основные технологические принципы производства высококачественного зерна, включающие три подсистемы: структуру сортов пшениц для сельскохозяйственного производителя, предшествующие культуры под пшеницу, особенности технологии возделывания ценных сортов на базе интеллектуальных технологических комплексов машин. Предложена стратегия механизации процессов производства высококачественного зерна, из которой следует, насколько существенно могут улучшить машинную технологию предлагаемые авторами рациональные составы машинно-тракторных агрегатов нового поколения, позволяющие отказаться от устаревшей привычной номенклатуры машин в применяемой их системе, резко поднять

The article presents a production system analysis of high-quality winter wheat grain and the problem solution methods based on mechanization production processes strategy through a new generation of equipment and innovative improvement of machine technologies were outlined. Deterioration of grain quality indicators in the country was marked: the proportion of strong wheat is not more than 0.5% of commodity grain resources, and about 80% of exportable parties is wheat of 4...5 classes. Thus, it is possible due to the process mechanization to raise the grain quality. A well-known method of functional-cost analysis was applied to ground machine technological operations, which are the first to be developed in order to improve the wheat quality in the entire technological system, the demand for which is reduced abroad. The basic technological principles of production of high-quality grain were designed. They have three subsystems: the structure of the wheat varieties for the agricultural producer, the previous crops for wheat, features of cultivation technology of valuable varieties on the basis of intelligent manufacturing systems machines. The mechanization of high quality grain production processes was proposed. It can provide engine technology improvement due to rational composition machine-tractor units of new generation. They allow to abandon the outdated usual items of machinery used in their system and dramatically raise labor productivity due to the combination of operations, quality of work, yield and reduce costs. The features of mechanization on harvesting and post-harvest grain refinement are reflected with the aim of improving its quality. Applied to various forms of management, intellectual grain sorting means of

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Краснодарского края по проекту №16-48-230386 п.а.

производительность труда за счет совмещения операций, качество работ, урожайность и снизить затраты. Отражены особенности механизации на уборке и послеуборочной доработке зерна с целью повышения его качества. Применительно к различным формам хозяйствования рекомендованы интеллектуальные средства механизации сортировки зерна, способствующие увеличению класса пшеницы. Подчеркнуто влияние технологии «невейка» с доработкой вороха на стационаре на повышение качества зерна

Ключевые слова: КАЧЕСТВО ЗЕРНА, КОМБАЙН, УРОЖАЙ, УБОРКА, АГРЕГАТ, ОБМОЛОТ, МЕХАНИЗАЦИЯ, ТЕХНОЛОГИЯ

mechanization recommended, which contribute to an increase in wheat quality. The impact of "neveika" technology with the completion of the heap at the stationary place on the grain quality improvement was marked

Keywords: GRAIN QUALITY, COMBINE HARVESTER, YIELD, HARVESTING, UNIT, THRASHING, MECHANIZATION, TECHNOLOGY

Doi: 10.21515/1990-4665-137-001

**Введение.** Производство высококачественного зерна является одной из важнейших проблем АПК. Ее решение зависит от производства зерна сильных и ценных пшениц, однако по данным обследования государственной хлебной инспекции при правительстве Российской Федерации происходит ухудшение качественных показателей всех видов зерна [1]. Доля сильной пшеницы с содержанием клейковины свыше 28% составляет не более 0,5% товарных ресурсов. Снижается и удельный вес пшеницы третьего класса. Около 80% отгружаемых на экспорт партий составляет пшеницы четвертого –пятого классов, что существенно снижает ее конкурентоспособность на мировом рынке [1]. Эксперты зернового союза [2] обращают внимание на необходимость производства в России качественной пшеницы, с которой можно выходить на рынок, т.к. у низкосортной пшеницы России нет перспектив. Причины снижения качества зерна пшеницы (кстати, эта тенденция за последние годы наблюдается во всем мире) хорошо известны. Мы хотели рассмотреть только те из них, которые связаны с механизацией технологических процессов производства зерна. Цель работы – наметить стратегию механизации процессов производства высококачественного зерна. Пути ее успешного решения возможны за счет инновационного совершенствования технологии возделывания на базе предлагаемого авторами технологического комплекса машин нового поколения.

***Цель настоящего исследования.*** С помощью метода функционально-стоимостного анализа установлены машинно-технологические операции, подлежащие первоначальному совершенствованию с целью повышения качества зерна. Анализ операций в машинной технологии и элементы системного подхода.

Как отмечается во многих работах [1, 3, 4], основные причины ухудшения качества зерна связаны с повсеместным снижением уровня интенсивности возделывания пшеницы, доз вносимых удобрений (минеральных и органических), затягиванием сроков уборки, ухудшением сортового состава и качества высеваемых семян, несоблюдением требований к прецизионному качеству механизированных работ, особенно на уборке зерна, потерей его качественных показателей в послеуборочный период, ухудшением условий хранения пшеницы и др. Из всех причин, которые могут привести к деградации черноземов, следует отметить ухудшение плодородия почвы. Содержание гумуса в почвах Краснодарского края ежегодно снижается на 0,03% [3], в то время как ежегодно плодородие почвы должно повышаться. Следует также помнить [4], что важно не только общее количество внесенных элементов питания с удобрениями, но и их оптимальное соотношение. Сочетание азота, фосфора, калия как 1,5:1,0:0,5 на Кубани способствует максимальному повышению урожая и улучшения его качества, а задержка с внесением и несбалансированное их количество ухудшает эффективность удобрений. Высокие дозы азота снижают поглощение растениями фосфора и калия, что ведет к недобору зерна. При внесении высоких доз фосфорных и калийных удобрений при засушливых условиях нарушается обмен веществ, связанный с ухудшением качества зерна.

На основании анализа технологических операций и качества получаемого урожая нами разработана система основных технологических принципов производства высококачественного зерна (рис.1).

Анализируя систему предложенных на рисунке 1 основных технологических принципов производства высококачественного зерна, можно с уверенностью утверждать, что ни одна из трех подсистем по разным причинам не реализована на практике.

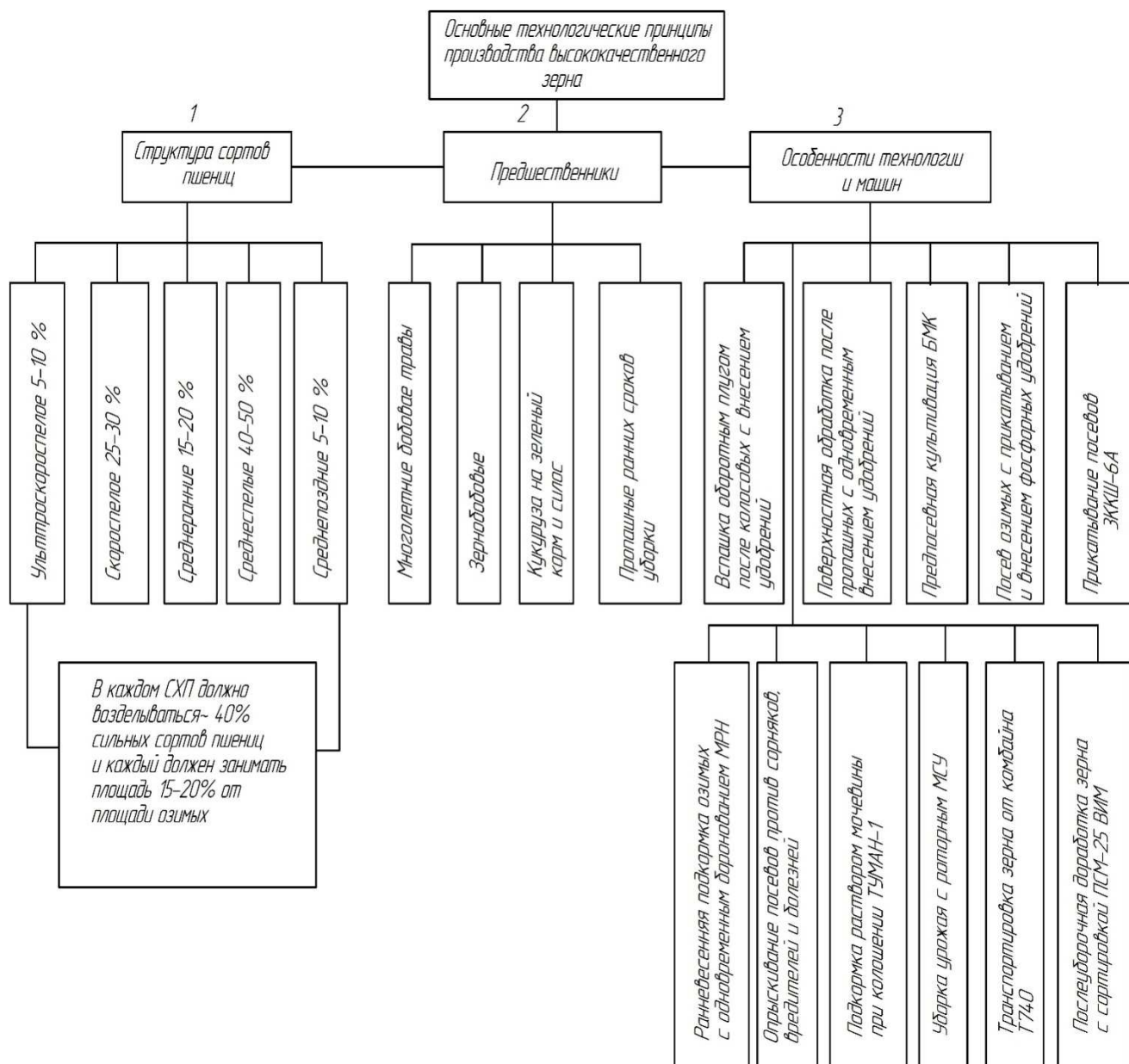


Рисунок 1 – Стратегические направления повышения сборов высококачественного зерна пшениц

Особенно трудно соблюдать производителям третью подсистему – особенности технологии и подбор комплекса машин. Соблюдение предложенных трех подсистем (структура сортов, предшественники, осо-

бенности технологий и комплекса машин) способствовала бы повышению сборов высококачественного зерна.

Для решения проблемы повышения качества зерна, учитывая механизацию производственных процессов, методом функционально-стоимостного анализа [5] нами определены две технологические операции, подлежащие первоочередному совершенствованию. В качестве экспертов выступали ученые КубГАУ (27 чел.), специалисты сельскохозяйственных предприятий Краснодарского края (31чел.), студенты – дипломники (38 чел.). Обработка полученных данных проводилась по известной методике [6]. Результаты опроса приведены на рисунке 2.

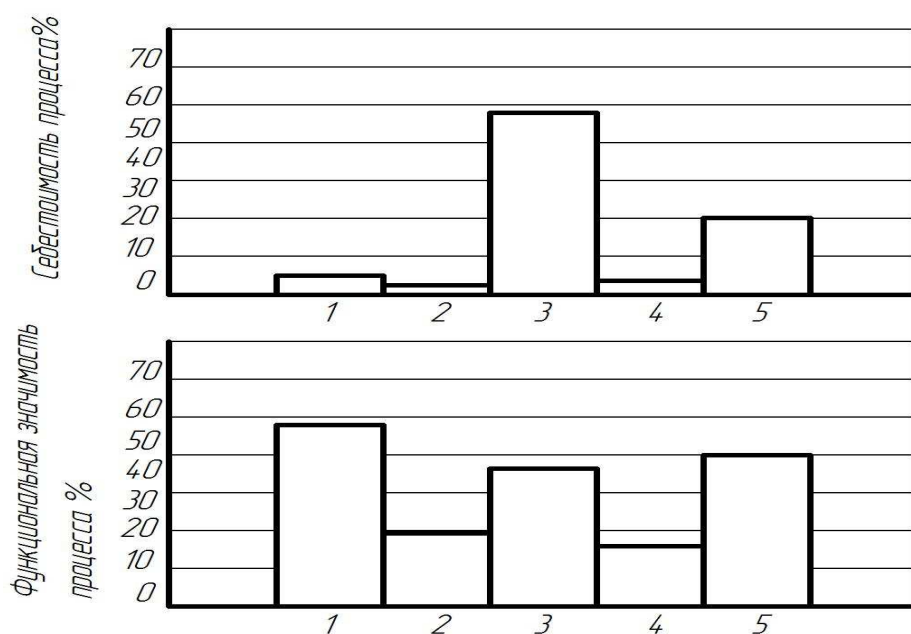


Рисунок 2 – Результаты опроса экспертов по функционально-стоимостному анализу технологии возделывания пшеницы: 1 - основная обработка почвы; 2 – предпосевная обработка почвы; 3 – посев с одновременным внесением минеральных удобрений; 4 – уход за посевами; 5 – уборка урожая

Результаты опроса позволяют оценить степень важности каждой операции в технологии возделывания пшеницы. Наиболее значимой из них является основная обработка почвы (более 60%), на втором месте – уборка урожая. На основании анализа себестоимости каждой технологической операции (рис. 2а) и ее функциональной значимости (рис. 2б) обоснована необходимость первоочередного совершенствования основной обработки почвы (1) и уборки (5). Совершенствуемый процесс считается эффективным, если функциональная значимость в % высокая, а затраты (себестоимость) низкие. И наоборот, вклад операции в конечный результат незначителен, если его доля в себестоимости высокая. Такая операция считается неэффективной. Таким образом, согласно функционально-стоимостному анализу основная обработка почвы и уборка урожая при их модернизации может ускорить получение высокого качественного результата.

Рассмотрим возможности совершенствования основной обработки почвы после основных предшественников. После трав рекомендуется отвальная вспашка оборотным плугом с одновременным внесением основной дозы минеральных удобрений, разделкой и выравниванием вспаханного пласта (подсистема 3 рис.1). Понятно, что основная доза элементов питания N, P, K в составе минеральных удобрений вносится под запрограммированный урожай, такая заделка фосфора (P) и калия (K) под плуг на требуемую глубину обеспечит лучшую их отдачу растениям. Азот (N) необходимо вносить по частям: под основную обработку и с подкормками согласно почвенной, листовой и стеблевой диагностике. Он всегда доступен корневой системе растений пшеницы. Особенностью операции является комплексный пахотный агрегат (рис.3) с бункером для удобрений на передней навеске трактора и приспособлением для их внесения, разделки и выравнивания пласта почвы. Предлагаемое совмещение операций высвобождает два агрегата: для внесения минеральных удобрений и для дополнительного крошения и выравнивания почвы после вспашки. Преимуще-

ства данного совмещения операций: повышение качества работы, производительности труда, сокращение в потребности в технике и кадрах и снижение затрат.

Подобный многофункциональный агрегат может использоваться на севе промежуточных культур одновременно с обработкой почвы. Промежуточные культуры до посева озимых возделываются на корм или сидераты.

Беспроектная эффективность предлагаемых агрегатов не только снизит затраты, но и упорядочит номенклатуру бесполезных машин в системе, снизит капиталовложения в механизацию сельского хозяйства.



Рисунок 3 – Комплексный пахотный агрегат с оборотным плугом и комплектом приспособлений

Для поверхностной обработки почвы под озимые рекомендуются также многофункциональные агрегаты с одновременным внесением основной дозы минеральных удобрений под основную обработку почвы. Это могут быть стерневые культиваторы с приспособлениями для внесения удобрений (рис.4) или комбинированные агрегаты АКМ-7,2 также с приспособлением.





Рисунок 4 – Многофункциональный агрегат для стерневой обработки почвы с одновременным внесением основной дозы минеральных удобрений

Преимущества последнего агрегата такие же как и предыдущих.

Перед посевом озимых обязательна предпосевная культивация для создания выровненного посевного ложа на глубине 4...6 см. Наиболее предпочтительны на этой операции культиваторы КБМ-10,8 (14,4). Для качественного посева пшеницы (равномерное распределение семян по глубине и длине рядка) наиболее предпочтительны зерновые сеялки Грейт-Плейнс или Citan 1200, но Citan 1200 (Германия) более целесообразен по своей балансовой стоимости.

Послепосевное прикатывание как отдельная операция обязательна [4] даже, если сеялка снабжена прикатывающими катками. На этой операции рекомендуют кольчато-шпоровые катки ЗККШ-6А или ШВК-15. Прикатывание озимых рекомендуют и ранней весной при неустойчивой температуре, когда возможно «выпирание» посевов и разрыв корневой системы.

Обязательный прием, особенно для сильной и ценной пшениц, ранневесенняя подкормка. Мы рекомендуем выполнять ее вместо зерновых сеялок одновременно с боронованием ротационными мотыгами МРН. По нашему изобретению такой многофункциональный агрегат снабжен бункером для удобрений на передней навеске трактора, а на задней – ротаци-



онная мотыга для рыхления почвы, уничтожения сорняков и заделки удобрений.

На опрыскивании посевов против сорняков, сельхозвредителей и болезней качественно работает самоходный опрыскиватель ТУМАН-1. Как высококлиренсный он необходим на последнем опрыскивании посевов раствором мочевины в фазе колошения и начале налива зерна. Его же используют на всех других химобработках.

Очень большое влияние на качество зерна оказывает уборка урожая. Здесь важны и особенности конструкции зерноуборочных комбайнов, и подготовка полей для уборки ценных сортов, и сроки уборки каждого сорта не более чем за 5 календарных дней, и формирование партий ценного зерна, и другие вопросы. Но главный из них – это снижение макро- и микроповреждения зерна. Оно достигается применением роторных молотильно-сепарирующих устройств (МСУ), как у комбайна TORUM-740 (Ростсельмаш). Однако последний при всех своих явных преимуществах по сравнению с бильными МСУ не пригоден к уборке по методу «невейка», которая в последние годы уже находит применение с использованием прицепных комбайнов более дешевых, но с такой же производительностью [7]. Недостаток известной канадской технологии уборки [7] в том, что она базируется на бильном МСУ, которое значительно больше травмирует зерно, чем роторное, снижая его качество. Нами в результате экспериментальных исследований установлено, что роторное МСУ почти в десять раз снижают дробление по сравнению с бильными и на 9% микроповреждения зерновок. Только роторным МСУ должно быть отдано предпочтение, да еще учитывая уборку ценного зерна.

Второй недостаток уборочного канадского агрегата [7] в том, что он не приспособлен к комплексному проведению жатвы. В предлагаемых нами комплексных многофункциональных агрегатах совмещается выполнение нескольких операций за один проход уборочного агрегата, напри-

мер, лущение стерни, прессование соломы и др. Такой прицепной многофункциональный уборочный агрегат может выглядеть так (рис.5):

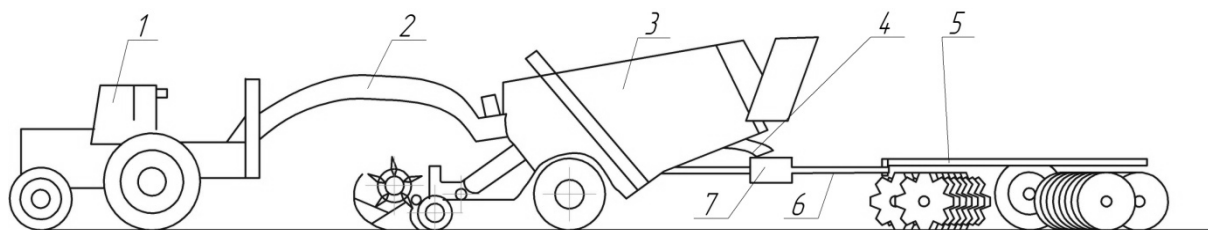


Рисунок 5 – многофункциональный уборочный агрегат с одновременным лущением стерни

Прицепной комбайн МХ130 с бильным МСУ апробирован в Канаде [7] на уборке пшеницы по «невейка». Импонируют очень эффективные показатели его работы: производительность 7...8 га за один час чистой работы при рабочей скорости до 10 км/ч. Солома измельчается и разбрасывается по полю, а невейный ворох разделяется на стационаре с использованием аспирационно-решетного агрегата МХ230, который очищает зерно до товарных кондиций. Для получения сильного зерна и качественных семян требуется дополнительная сортировка машинами [8], лучше всего из серийных машин, как показала практика на Кубани, подходит ПСМ-25. Транспортировка вороха от комбайна на стационар рекомендуется бункерным накопителем-перегрузчиком Т-740.

**Вывод.** В предложенной авторами стратегии повышения качества зерна за счет средств механизации машинами нового поколения показаны возможности инновационного совершенствования машинной технологии производства высококачественного зерна озимой пшеницы. Повышение качества зерна при строгом выполнении системы земледелия (структуры сортов пшениц, предшественников, сроков выполняемых работ) напрямую зависит от предлагаемого машинного комплекса мобильных и стационарных машин, который позволил улучшить совокупность агротехнических и организационных приемов, способов получения конечной сельскохозяй-

ственной продукции с заданными требованиями по количеству и качеству. Отличительные особенности технологии (подсистема 3) заключается в изменении агроприемов и способов за счет многофункциональных агрегатов, совмещающих выполнение технологических операций за один проход машин по полю: основное внесение удобрений с основной обработкой почвы; прикорневая подкормка озимых с одновременным боронованием; обязательная подкормка озимых раствором мочевины отечественным опрыскивателем ТУМАН-1 в фазе колошения - начало налива зерна; применения машин, оптимизирующих сроки и качество выполняемых работ в технологии (каток ШВК-15, сеялка Грейт-Плейнс или Citan 1200, культиватор блочно-модульный КБМ, зерноуборочные комбайны безмоторные прицепные с роторным МСУ к методу уборки по «невейка» аспирационно-решетный ворохоочиститель типа МХ-230 и пневмосортировальная машина ВИМ ПСМ-25 или КубГАУ [8]. На безмоторных комбайнах эффективна замена хедера на очес зерна на корню [9, 10, 11, 12]. Предлагаемый машинный комплекс обеспечит повышение производительности труда, качество конечной продукции и снижение затрат, способствуя высокой конкурентоспособности зерна.

#### Список литературы

1. Краснощеков Н.В. Инновационное развитие сельскохозяйственного производства России. – М.: «Росинформагротех», 2009.-388с.
2. Российское зерно мало востребовано на мировом рынке / ГЛАВНЫЙ АГРОНОМ, №11, 2009.- с.4 - 6.
3. Системы земледелия Краснодарского края на 1990-1995 года и на период до 2000 года / Рекомендации ВАСХНИЛ: Всероссийское отделение, КНИИСХ, КубСХИ.- Краснодар: Кн.изд-во, 1990.- 242 с.
4. Система земледелия Краснодарского края на агроландшафтной основе / Краснодар, 2015.- 352 с.
5. Сидоренко С.М., Трубилин Е.И, Маслов Г.Г., и др. Функционально-стоимостный анализ операционной технологии возделывания зерновых колосовых / Труды КубГАУ, 1998. Вып.371(399).- с. 148-151.
6. Горелов В.Е., Кудрявцев А.В., Одинцов М.Н. Методы экспертных оценок.- М.: ВМИИПИ, 1987.
7. Гейдейрехт И.П. Канадская технология уборки сельскохозяйственных культур / Техника и оборудование для села. 2006. №4.- с. 38.

8. Пневмосепарирующая машина / Патент на изобретение RUS№ 2300427. Зарег. Госуд. реестре изобретений РФ 10.06.2007. Авторы: Медовник А.Н., Тарасенко Б.Ф., Маслов Г.Г., Сидоренко С.М., Горовой С.А.

9. Ковлягин Ф.В., Маслов Г.Г. Уборка зерновых культур методом очеса / Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1991. №8.- с. 31-32.

10. Устройство для очеса зерна на корню / Патент на изобретение RUS №2299551 0.1.12.2005. Авторы Тарасенко Б.Ф., Помогайбо А.А., Медовник А.Н., Маслов Г.Г.

11. Устройство для очеса зерна на корню / Патент на изобретение RUS №2306691 0.6.0.2.2006. Авторы: Тарасенко Б.Ф., Помогайбо А.А., Медовник А.Н., Бершицкий Ю.И., Нечаев В.И., Маслов Г.Г., Трубилин Е.И.

12. Агрегат для уборки зерновых колосовых / Патент на изобретение RUS 2327333 08.08.2006. Авторы: Дьяченко Н.П., Тарасенко Б.Ф., Медовник А.Н., Маслов Г.Г., Трубилин Е.И.

### References

1. Krasnoshhekov N.V. Innovacionnoe razvitie sel'skohozjajstvennogo proizvodst-va Rossii. – М.: «Rosinformagroteh», 2009.-388s.

2. Rossijskoe zerno malo vostrebovano na mirovom rynke / GLAVNYJ AGRO-NOM, №11, 2009.- s.4 - 6.

3. Sistemy zemledelija Krasnodarskogo kraja na 1990-1995 goda i na period do 2000 goda / Rekomendacii VASHNIL: Vserossijskoe otdelenie, KNIISH, KubSHI.- Krasnodar: Kn.izd-vo, 1990.- 242 s.

4. Sistema zemledelija Krasnodarskogo kraja na agrolandshaftnoj osnove / Krasnodar, 2015.- 352 s.

5. Sidorenko S.M., Trubilin E.I, Maslov G.G., i dr. Funkcional'no-stoimostnyj analiz operacionnoj tehnologii vozdeľevanija zernovyh kolosovyh / Trudy KubGAU, 1998. Вып.371(399).- s. 148-151.

6. Gorelov V.E., Kudrjavcev A.V., Odincov M.N. Metody jekspertnyh ocenok.- М.: VMIPI, 1987.

7. Gejdejreht I.P. Kanadskaja tehnologija uborki sel'skohozjajstvennyh kul'tur / Tehnika i oborudovanie dlja sela. 2006. №4.- s. 38.

8. Pnevmoseparirujushhaja mashina / Patent na izobretenie RUS№ 2300427. Zareg. Gosud. reestre izobretenij RF 10.06.2007. Avtory: Medovnik A.N., Tarasenko B.F., Maslov G.G., Sidorenko S.M, Gorovoj S.A.

9. Kovljagin F.V., Maslov G.G. Uborka zernovyh kul'tur metodom ochesa / Mehani-zacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. 1991. №8.- s. 31-32.

10. Ustrojstvo dlja ochesa zerna na kornju / Patent na izobretenie RUS №2299551 0.1.12.2005. Avtory Tarasenko B.F., Pomogajbo A.A., Medovnik A.N., Maslov G.G.

11. Ustrojstvo dlja ochesa zerna na kornju / Patent na izobretenie RUS №2306691 0.6.0.2.2006. Avtory: Tarasenko B.F., Pomogajbo A.A., Medovnik A.N., Bershickij Ju.I., Nechaev V.I., Maslov G.G., Trubilin E.I.

12. Агрегат dlja uborki zernovyh kolosovyh / Patent na izobretenie RUS 2327333 08.08.2006. Avtory: D'jachenko N.P., Tarasenko B.F., Medovnik A.N., Maslov G.G., Tru-bilin E.I.