

УДК 631.312.3

UDC 631.312.3

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences)

**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО РАСШИРЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА**

**THE RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES ON THE EXPANSION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE TRACTOR UNIT**

Сурин Роман Олегович

Surin Roman Olegovich

аспирант

student

РИНЦ SPIN-код: 4783-9527

RSCI SPIN-code: 4783-9527

email: [roman\\_surin81.81@mail.ru](mailto:roman_surin81.81@mail.ru)

email: [roman\\_surin81.81@mail.ru](mailto:roman_surin81.81@mail.ru)

*Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86*

*Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86*

Соколов Максим Сергеевич

Sokolov Maxim Sergeevich

аспирант

graduate student

РИНЦ SPIN-код: 5254-5217

RSCI SPIN-code: 5254-5217

email: [Sokolmaxs@mail.ru](mailto:Sokolmaxs@mail.ru)

email: [Sokolmaxs@mail.ru](mailto:Sokolmaxs@mail.ru)

*Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86*

*Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86*

Михайлов Андрей Валентинович

Mikhailov Andrey Valentinovich

аспирант

student

РИНЦ SPIN-код: 2055-9931

RSCI SPIN-code: 2055-9931

email: [Razvedka6@gmail.com](mailto:Razvedka6@gmail.com)

email: [Razvedka6@gmail.com](mailto:Razvedka6@gmail.com)

*Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86*

*Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86*

Панова Елена Владимировна

Panova Elena Vladimirovna

канд. техн. наук, доцент

Candidate of technical sciences, docent

РИНЦ SPIN-код 1059-8291

SPIN-code: 6082-4770

email: [panova1968@mail.ru](mailto:panova1968@mail.ru)

email: [panova1968@mail.ru](mailto:panova1968@mail.ru)

*Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86*

*Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86*

Кузнецов Евгений Евгеньевич

Kuznetsov Evgeny Evgenievich

д-р. техн. наук, профессор

Doctor of technical sciences, Professor

РИНЦ SPIN-код: 6082-4770

SPIN-code: 6082-4770

email: [ji.tor@mail.ru](mailto:ji.tor@mail.ru)

email: [ji.tor@mail.ru](mailto:ji.tor@mail.ru)

*Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86*

*Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86*

*Северо-Восточный Федеральный университет им. М.К. Аммосова, Россия, 677013, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Белинского 58*

*Northeastern Federal University named after M.K. Ammosov, Russia, 677013, Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, ul. Belinskogo 58*

В процессе предпосевной обработки необходимая многократность проходов однооперационных колёсных агрегатов значительно уплотняет почвенный слой, что сопровождается повышением твёрдости, снижением поглощающей способности почвы и глубины проникновения корневой

During the pre-sowing treatment, the required multiple passes of single-operation wheeled units significantly condense the soil layer, which is accompanied by an increase in hardness, a decrease in the absorption capacity of the soil and the depth of penetration of the root system of agricultural plants. At the same time,

системы сельскохозяйственных растений. При этом значительное почвенное переувлажнение, характерное для зон рискованного земледелия, часто удлиняет сроки проведения полевых работ, приводя к нарушению агротехнических сроков посева. Проведенными исследованиями установлено, что перспективной многооперационной системой для регионов с маломощным гумусовым слоем, высоким содержанием суглинков при наличии избыточной влаги в ходе подготовки почв к посеву в весенний период является применение высокомоощных колёсных тракторов с одновременным агрегатированием несколькими почвообрабатывающими орудиями, одним из которых может быть фронтально установленный прокальватель-щелерез. Такой способ агрегатирования и подбор орудий позволяет решить актуальные для производства задачи - уменьшит плотность и твёрдость почвенного слоя, наряду с сохранением плодородия, повысит фильтрацию и влагоемкость почвенной среды, создать оптимальные влаговоздушные условия для развития растений

Ключевые слова: ФРОНТАЛЬНЫЙ ПРОКАЛЫВАТЕЛЬ-ЩЕЛЕРЕЗ, КОЛЕСНОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО, ПРОКАЛЫВАНИЕ ПОЧВЫ, ПЛОТНОСТЬ, ТВЁРДОСТЬ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ

significant soil waterlogging, characteristic of risky farming zones, often lengthens the time of field work, leading to a violation of agrotechnical sowing dates. The conducted studies have established that a promising multi-operational system for regions with a low-power humus layer, high content of loam in the presence of excess moisture during soil preparation for sowing in the spring period is the use of high-power wheeled tractors with simultaneous aggregation of several tillage tools, one of which can be a front-mounted piercing machine. This method of aggregating and selecting tools allows us to solve problems relevant to production - it will reduce the density and hardness of the soil layer, along with preserving fertility, increase filtration and moisture capacity of the soil environment, and create optimal moisture-air conditions for plant development

Keywords: FRONTAL PIERCING MACHINE, WHEEL POWER TOOL, SOIL PIERCING, DENSITY, HARDNESS, EFFICIENCY

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-210-040>

## **Введение.**

В последние годы на полевых работах в условиях переувлажнения несущего почвенного слоя, что характерно в весенний период для он рискованного земледелия, в которых расположены дальневосточные регионы России, всё чаще применяются многооперационные комбинированные почвообрабатывающие машины, имеющие высокую энерговооружённость и производительность.

Для обработки почвы в области в основном применяется тяжелая сельскохозяйственная техника высоких тяговых классов 5-8 тс, марки «Case», «New Holland», «John Deer», отечественные «Кировец»: К-700 (К-701), К-744, «Ростсельмаш» различных серий, с современными широкозахватными почвообрабатывающими агрегатами [1,2],

<http://ej.kubagro.ru/2025/06/pdf/40.pdf>

используемыми в основном на обширных почвенных массивах с большой длиной гона. Однако в процессе предпосевной обработки необходимая многократность проходов однооперационных колёсных агрегатов значительно уплотняет почвенный слой, что сопровождается повышением твёрдости, снижением поглощающей способности почвы и глубины проникновения корневой системы сельскохозяйственных растений.

Вместе с тем необходимость ресурсосбережения плодородия почвы, снижения её уплотнения, истирания и выветривания при наличии необходимого процента влаги в подпочвенных слоях горизонта, во многом зависит от равномерной эффективной загрузки двигателя и ходовой системы энергетических средств при оптимальных скоростных и технологических параметрах тракторов, что может быть реализовано комбинацией и совмещением технологических операций по обработке почвы и посеву, что позволит завершить полевые работы в установленные агротехнические сроки [3].

#### **Материалы и методы.**

Разработка и применение комбинированных сельскохозяйственных агрегатов ведется в основном по принципу совмещения нескольких технологических операций в одном машинно-тракторном агрегате, способном за один проход трактора выполнить несколько одновременных операций (щелевание+прокалывание+боронование+посев и т.п.).

При чём совмещение таких технологических операций в процессе обработки почвы может быть реализовано за счет перестановки модульных конструкций почвообрабатывающих машин и орудий в различных способах агрегатирования (таблица 1):

Таблица 1- Способы комплектования конструкций комбинированных МТА

<b>Способы комплектования и установки орудий в составе комбинированных агрегатов</b>		
<b>Последовательное соединение</b>	<b>Компоновка на общей раме</b>	<b>Специальные многофункциональные рабочие органы</b>
использование отдельных машин или орудий, соединённых последовательно в одну систему	различные рабочие органы монтируются на одной раме, образуя единый агрегат	использование специальных рабочих органов, способных выполнять несколько операций одновременно
<b>Преимущества:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- гибкость в выборе оборудования;</li> <li>- возможность адаптации к различным условиям работы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- меньшее количество перемещений техники по полю снижает истирание почвы;</li> <li>- высокая производительность благодаря выполнению сразу нескольких операций</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- максимальное сокращение числа проходов техники по полю;</li> <li>- экономия времени и ресурсов за счёт одновременного выполнения нескольких полевых операций</li> </ul>
<b>Недостатки:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- увеличение количества элементов может привести к росту веса и размеров агрегата, что увеличивает нагрузку на почву и тяговое сопротивление агрегата;</li> <li>- большее число соединений между машинами требует тщательной настройки и синхронизации работы всех компонентов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- сложности в настройке и обслуживании из-за большого числа взаимодействующих элементов и механизмов;</li> <li>- ограниченная гибкость: изменение состава операций потребует значительных изменений конструкции;</li> <li>- большой радиус разворота и поворота</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- такие инструменты сложнее проектировать и изготавливать;</li> <li>- могут возникать трудности с точной регулировкой параметров каждой функции или операции</li> </ul>

Как правило, в целях снижения количества проходов техники, операции при подготовке почвы к посевным работам необходимо свести к максимуму за единичный проход за счёт их совмещения в составе комбинированного агрегата.

### **Результаты и обсуждение.**

В целях решения рассматриваемой проблемы агрономами области проводятся мероприятия по щелеванию и прокалыванию почвы, одновременно с ее подготовкой под посев, что актуально для

своевременного отведения влаги к нижним подпахотным горизонтам. Существующие на сегодняшний день конструкции имеют один существенный недостаток – высокое тяговое сопротивление при выполнении операции. Проведённый анализ существующих конструкций позволил предложить устройство, которое имеет меньшее сопротивление при обработке и позволяет перераспределить вертикальную нагрузку (сцепной вес) в конструкции колёсного трактора, а, следовательно, и снизить техногенное воздействие ходовой системы трактора на обрабатываемую почву (рисунок 1).



Рисунок 1 – Применение фронтального прокальвателя-щелереза в составе комбинированного МТА

Так, в результате применения фронтального прокальвателя-щелереза при обработке почвы на полях с области появилась возможность перераспределять нагрузку на мосты в ходовой системе колесного энергетического средства, повышая при этом тягово-сцепные свойства трактора при снижении переуплотнения почвы, и одновременного

проведения прокалывания верхнего почвенного слоя на необходимую глубину для улучшения фильтрации влаги по глубине почвы при избыточной влажности.

С целью определения технологических параметров, получаемых при обработке почвенного слоя фронтальным прокалывателем-щелерезом проводились экспериментальные исследования на базе КФХ «Швецов С.Н.» (п. Сергеевка, Благовещенского округа) в производственных условиях на полях с лугово-черноземновидной почвой, типичной для Южной сельскохозяйственной зоны области и уклоном рельефа до  $2^{\circ}$ , механический состав почв-типичный для Амурской области (рисунок 2).

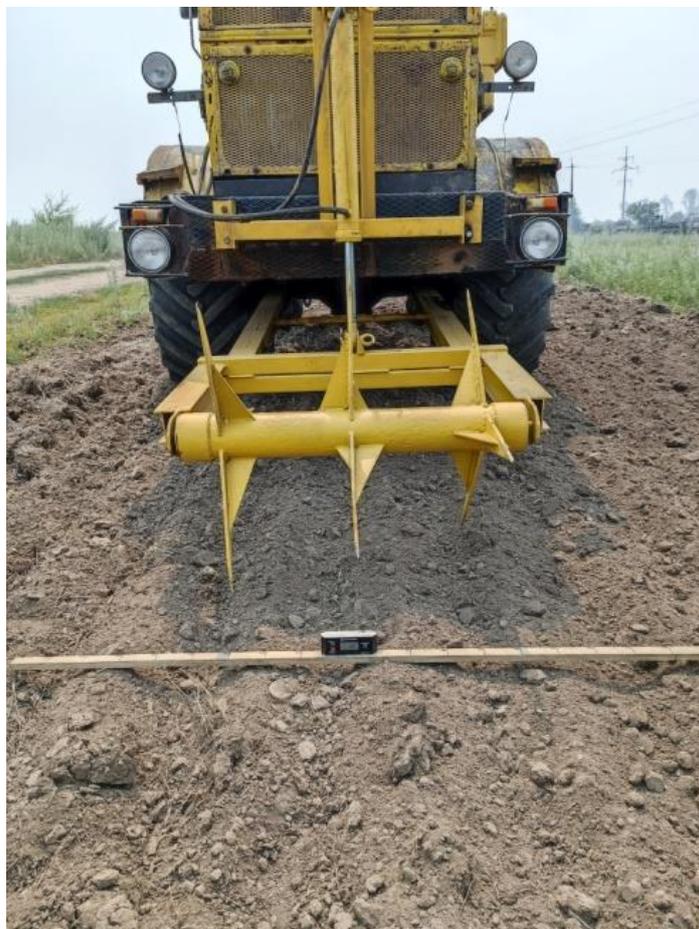


Рисунок 2 – Замер угла уклона поля

Одними из показателей, ответственных за качество обработки почвенного слоя является плотность и твёрдость почвы [4], которые во

время исследования определялась по методике ГОСТ 5180-2015 «Методы лабораторного определения физических характеристик». Пробы грунта брались в трёх состояниях: до прохода трактора, после прохода серийного трактора, после прохода экспериментального трактора с распределением точек забора материалов по ширине следа трактора. В результате проведенного эксперимента были получены показатели плотности почвы, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты экспериментальных данных по определению плотности почвы

Количество измерений	Масса грунта с режущим кольцом, $m_1, \text{г}$	Масса режущего кольца $m_0, \text{г}$	Масса высушенного грунта, $m_2, \text{г}$	Внутренний объем режущего кольца $V, \text{см}^3$	Плотность грунта почвы $\rho, \text{г/см}^3$
Поле, подготовленное под посев					
1	1556,140	552	918,347	758,964	1,21
2	1556,027	552	918,013	758,964	1,22
3	1555,011	552	917,100	758,964	1,22
4	1555,015	552	916,011	758,964	1,23
5	1556,123	552	918,144	758,964	1,22
Усреднённый показатель	1555,663	552	917,523	758,964	1,22
После прохода серийного колёсного трактора К-700А					
1	1555,240	552	910,397	758,964	1,25
2	1555,147	552	909,601	758,964	1,26
3	1556,105	552	911,262	758,964	1,25
4	1556,077	552	910,531	758,964	1,26
5	1556,196	552	910,650	758,964	1,26
Усреднённый показатель	1555,753	552	910,207	758,964	1,25

После прохода колёсного трактора К-700А с агрегируемым фронтальным прокальвателем-щелерезом					
1	1555,273	552	916,214	758,964	1,23
2	1556,012	552	916,022	758,964	1,25
3	1556,105	552	916,458	758,964	1,24
4	1556,101	552	916,087	758,964	1,25
5	1556,127	552	916,152	758,964	1,25
Усреднённый показатель	1555,923	552	916,186	758,964	1,24

Усреднённые результаты в виде диаграммы показаны на рисунке 3.

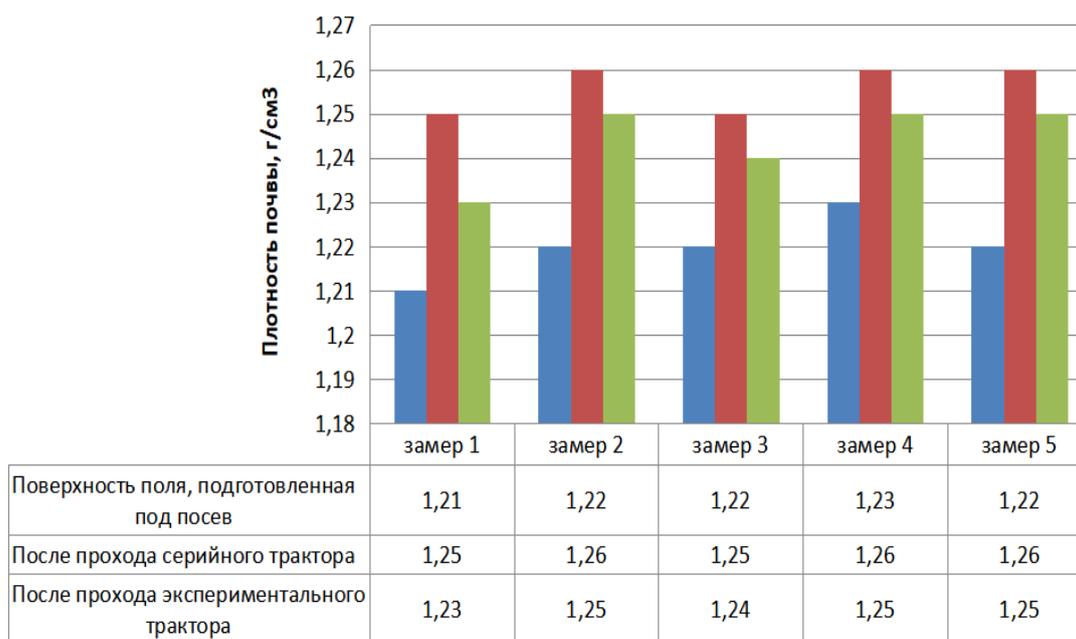


Рисунок 3 - Экспериментальные показатели плотности почвы

Полученные экспериментальные данные подтверждают, что установка прокальвателя-щелевателя позволяет снизить показатели плотности почвы на 7,1% в сравнении с серийным агрегатом.

Экспериментальные показатели твёрдости почвы показаны в виде графика на рисунке 4.

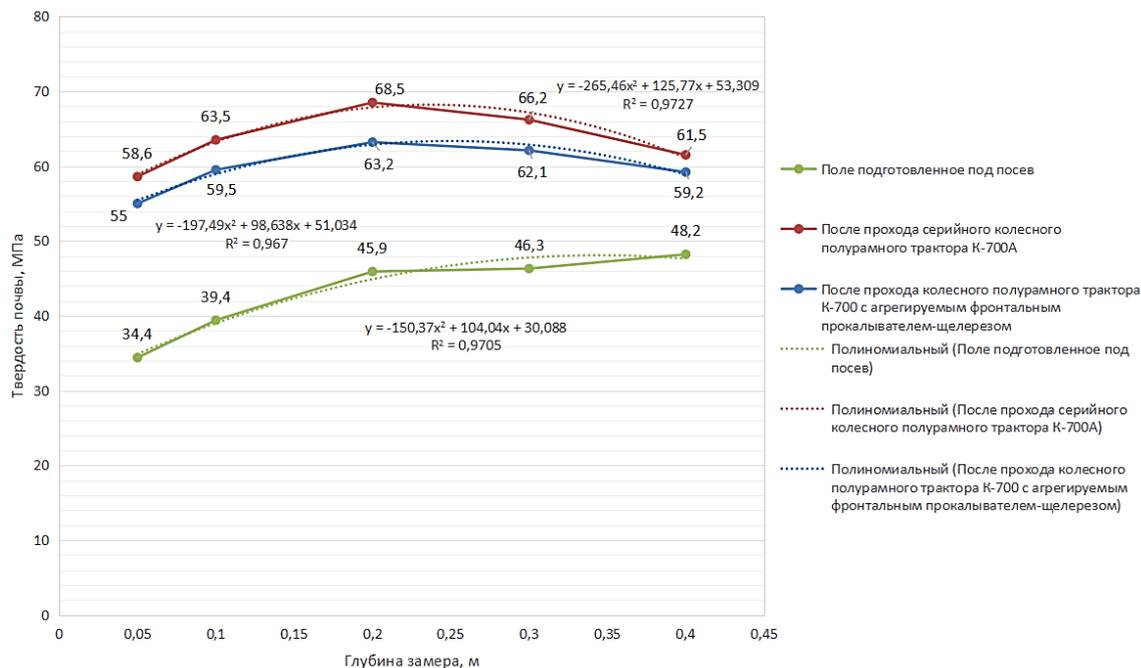


Рисунок 4 – Результаты экспериментальных данных по определению твёрдости почвы

Как показывает график, после прохода колёсного трактора К-700А с агрегируемым фронтальным прокальвателем-щелерезом показатели изменения твёрдости почвы могут быть описаны следующим уравнением

$$y = -197,49x^2 + 98,638x + 51,034 \quad (1)$$

при коэффициенте аппроксимации  $R^2=0,967$

Сравнение полученных результатов показывает, что предлагаемое устройство в работе имеет возможность снижения твёрдости почвы на 6,07 % в сравнении с проходом ходовой системы серийного трактора.

### Выводы

Проведённые экспериментальные исследования подтвердили, что экспериментальный почвообрабатывающий тракторный агрегат обладает более расширенными технологическими свойствами в сравнении с серийным агрегатом. Экспериментами доказано, что показатели плотности почвы после его прохода снижаются, в результате чего улучшатся условия жизнедеятельности растений и сократятся фазы вегетационного роста. При этом зафиксированные показатели снижения твёрдости почвенного слоя

позволяют снизить тяговое сопротивление агрегата, что снизит расход топлива и увеличит рабочую скорость при проведении последующей междурядной обработки, удалении сорняков и внесении гербицидов [5].

#### **Список литературы:**

1. Кузнецов, Е.Е. Повышение агротехнической проходимости тракторов с прицепной сельскохозяйственной техникой / Е.Е. Кузнецов, С.В. Щитов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2024.- № 201 (07). –8 с. (1,08 Мб)
2. Алдошин, Н.В. Стабильность технологических процессов в растениеводстве // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – № 3. – С. 5–7.
3. Кузнецов Е.Е., Щитов С.В. Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур: Монография. – Благовещенск: ДальГАУ, 2017. – 272 с.
4. Раднаев, Д.Н. К методике проектирования технологических процессов // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. - 2011. - № 1 (22). - С. 71-75.
5. Фролов, В.Ю. Разработка ресурсосберегающей технологии почвообрабатывающих агрегатов / В.Ю. Фролов, В.Н. Ефремова // Сельский механизатор.- 2021.- № 1. - С.10-11.

#### **References:**

1. Kuznecov, E.E. Povyshenie agrotehnicheskoy prohodimosti traktorov s pricepnoj sel'skohozjajstvennoj tehnikoj / E.E. Kuznecov, S.V. Shhitov [i dr.] // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU). – 2024.- № 201 (07). –8 s. (1,08 Mb)
2. Aldoshin, N.V. Stabil'nost' tehnologicheskikh processov v rastenievodstve // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. – 2007. – № 3. – С. 5–7.
3. Kuznecov E.E., Shhitov S.V. Povyshenie jeffektivnosti ispol'zovanija mobil'nyh jenergeticheskikh sredstv v tehnologii vozdeľvanija sel'skohozjajstvennyh kul'tur: Monografija. – Blagoveshhensk: Dal'GAU, 2017. – 272 s.
4. Radnaev, D.N. K metodike proektirovanija tehnologicheskikh processov // Vestnik Burjatskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii im. V.R. Filippova. - 2011. - № 1 (22). - S. 71-75.
5. Frolov, V.Ju. Razrabotka resursosberegajushhej tehnologii pochvoobrabatyvajushhih agregatov / V.Ju. Frolov, V.N. Efremova // Sel'skij mehanizator.- 2021.- № 1. - S.10-11.