

## ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

### PROCESSES AND MACHINERY OF AGRO-ENGINEERING SYSTEMS

УДК 631.372:629.114.2

DOI:10.24411/1999-6837-2019-11013

ГРНТИ 68.85.87

05.20.01 (технические науки)

**Щитов С.В., д-р техн. наук, профессор,**

E-mail: uoup\_dalgau@mail.ru;

**Кузнецов Е.Е., д-р техн. наук, доцент,**

E-mail: ji.tor@mail.ru;

**Кривуца З.Ф., д-р техн. наук, доцент,****Панова Е.В., канд. техн. наук, доцент,****Поликутина Е.С., канд. техн. наук,****Митрохина О.П., канд. техн. наук, доцент,****Качко С.Ю., магистрант,**

Дальневосточный государственный аграрный университет,

г. Благовещенск, Амурская область, Россия

#### СНИЖЕНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВУ КОЛЕСНЫХ КОМБАЙНОВ

© Щитов С.В., Кузнецов Е.Е., Кривуца З.Ф., Панова Е.В.,  
Поликутина Е.С., Митрохина О.П., Качко С.Ю., 2019

*Эффективность использования серийной колесной уборочной техники во многом зависит от сроков ее использования в течение периода уборки, так как это напрямую влияет на величину наработки. При этом необходимо учитывать тот фактор, что период использования колесной уборочной техники напрямую зависит от природно-климатических условий, в которых она эксплуатируется. В Амурской области, в период проведения уборочных работ почва обладает слабой несущей способностью, что в конечном итоге затрудняет использование колесных комбайнов. Это объясняется тем, что после прохода данной техники по полю образуется глубокая колея, которая в дальнейшем затрудняет последующую обработку почвы и движение техники. Учитывая, что повышение производительности и эффективности использования колесной уборочной техники является важной задачей, стоящей перед агропромышленным комплексом, предлагается способ её решения за счёт перераспределения веса, что в свою очередь снизит нормальное давление движителей на почву и снизит техногенные проявления. В представленной статье приведено теоретическое обоснование процесса перераспределения веса уборочной машины и конструктивно-режимные параметры устройства, предназначенного для коррекции вертикальной весовой нагрузки колёсного комбайна.*

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** КОЛЁСНЫЙ КОМБАЙН, ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ, ВЕС, ТЕХНОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ, ПОЧВА, ЭФФЕКТИВНОСТЬ

UDC 631.372:629.114.2

DOI:10.24411/1999-6837-2019-11013

**Shchitov S.V., Dr Tech. Sci., Professor,**  
E-mail: uoup\_dalgau@mail.ru;  
**Kuznetsov E.E., Dr Tech. Sci., Associate Professor,**  
E-mail: ji.tor@mail.ru;  
**Krivtza Z.F., Dr Tech. Sci., Associate Professor;**  
**Panova E.V., Cand. Tech., Sci., Associate Professor;**  
**Polikutina E.S., Cand. Tech. Sci.;**  
**Mitrokhina O.P., Cand. Tech. Sci., Associate Professor;**  
**Kachko S.Yu., Master Student,**  
Far Eastern State Agrarian University,  
Blagoveshchensk, Amur region, Russia

## REDUCTION OF WHEELED HARVESTERS TECHNOGENEOUS EFFECT ON SOIL

*Efficiency of serial wheeled harvesters depends largely on the period of its use during harvesting season, as it influences directly the operation time. It is necessary to take into account the fact that the period of use of wheeled harvesters depends on the climatic conditions in which it is operated. In the Amur Region, at the time of harvesting soil bearing capacity is weak, so it is difficult to use wheeled harvesters. This is due to the fact that after the passage of these machines across the field a deep track is formed, which complicates the subsequent tillage and movement of the machines. Considering that the enhancement of productivity and efficiency of wheeled harvesters is an important task facing the agro-industrial complex, it is proposed to solve it by the redistribution of weight, which in turn reduces the pressure on soil and technogeneous effect. This research paper shows the theoretical substantiation of weight redistribution process of harvester and design-operation parameters of the device designed for correction of vertical weight load of wheeled harvester.*

KEYWORDS: WHEELED HARVESTER, REDISTRIBUTION, WEIGHT, TECHNOGENEOUS EFFECT, EFFICIENCY

Вопрос снижения техногенного воздействия на почву в настоящее время особенно актуален для природно-климатических зон, в которых в период проведения основных сельскохозяйственных работ наблюдается снижение несущей способности почвы вследствие переувлажнения [1, 6]. Учитывая, что завершающим этапом при возделывании сельскохозяйственных культур является уборка урожая, в Амурской области в этот промежуток времени происходит выпадение наибольшего количества осадков за летний период, а наличие твердого подстилающего слоя в виде глины не дает возможности просачивания воды в глубину. В результате конденсация высокого ко-

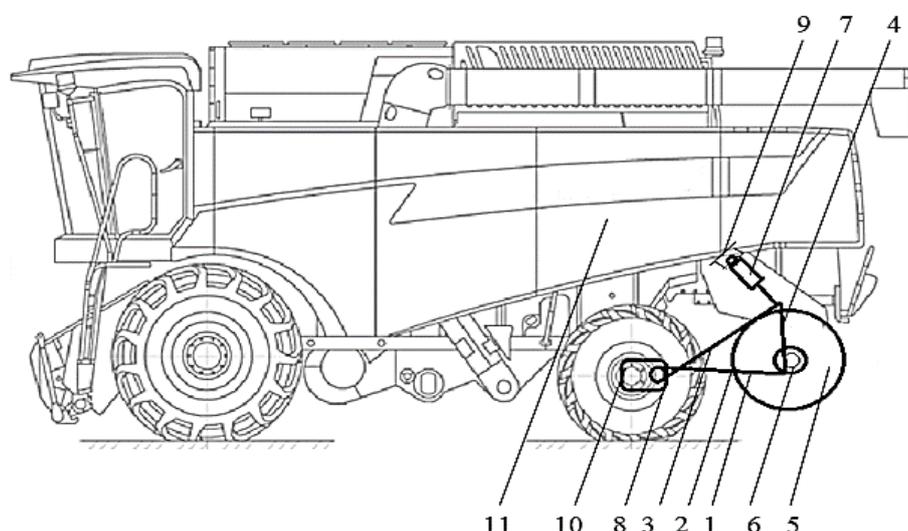
личества осадков и водяных паров в поверхностных почвенных слоях резко снижает их несущую способность [11].

В настоящее время на полях области используются зерноуборочные комбайны с колесными, гусеничными (металлические и резиноармированные) и полугусеничными движителями. Колесные зерноуборочные комбайны, в противовес к гусеничным, имеют меньшую массу, они конструктивно проще, менее эксплуатационно затратны, более долговечны и обладают лучшей маневренностью. Вместе с тем их использование возможно только при влажности почвы не более 38%, что ограничивает их использование в условиях переувлажнения. В работах [4,15] установлено, что после прохода убороч-

ной техники, кроме разрушения структуры почвы, образуется глубокая колея, которая в дальнейшем затрудняет последующую обработку почвы.

Характерной особенностью Амурской области, как было указано выше, является избыточное переувлажнение почвы в период уборочных работ до 95 % пахотных земель. В этих условиях возможность уборки зависит от проходимости комбайна. Одним из способов повышения проходимости колесной техники является снижение нормального давления на почву. В работах [10,13,14] установлено, что для колесных мобильных

энергетических средств в условиях Дальнего Востока, при решении рассматриваемой проблемы, наиболее целесообразно применение устройств для перераспределения (коррекции) вертикальной нагрузки сельскохозяйственной уборочной машины (комбайна) [7,8,10], при этом предлагались различные конструктивные схемы корректоров [3,5,9]. Рассмотрим одно из предлагаемых устройств, на которое получено охранное свидетельство на интеллектуальную собственность (рис.1) [5].



**Рис.1. Принципиальная схема устройства для коррекции вертикальной нагрузки сельскохозяйственной уборочной машины**

- 1 – нагружающий механизм; 2,3,4 – плоские пружины; 5 – цилиндрический полый ролик; 6 – центральная ось; 7 – силовой гидроцилиндр; 8,9 – кронштейн; 10 – балка управляемого моста; 11 – корпус комбайна.

Устройство работает следующим образом:

При использовании колёсной сельскохозяйственной уборочной машины (комбайна) 11 на почвах со слабой несущей способностью и увеличении буксования, оператором комбайна подаётся гидрожидкость в силовой гидроцилиндр 7, что выдвигает его шток с вилочным направителем, вследствие чего происходит опускание нагружающего механизма 1, состоящего из взаимоскрепленных плоских пружин 2,3,4 и полого ролика 5 с центральной осью 6, и его силовой при-

жим к почве, после чего происходит перераспределение весовой нагрузки между системой управления (управляемым мостом 10) комбайна 11 и устройством коррекции вертикальной нагрузки сельскохозяйственной уборочной машины, что позволяет эффективно использовать вес уборочной машины и добиться реализации поставленной цели.

При отсутствии необходимости передвижения с подключенным устройством коррекции вертикальной нагрузки сельскохозяйственной уборочной машины, оператором комбайна 11 при по-

мощи переключения позиции гидрораспределителя давления в силовом гидроцилиндре 7 проводится подъём механизма 1 и его расцепление с почвой.

Вышеуказанное позволяет сделать вывод, что предлагаемое устройство позволит снизить вес, приходящийся на опорную поверхность. Проанализируем

работу данного устройства в двух режимах- статичном (при неподключенном устройстве коррекции, рисунок 2) и эксплуатационном (при подключенном устройстве, рисунок 3). При этом используем известные положения теоретической механики и сопротивления материалов [2,12].

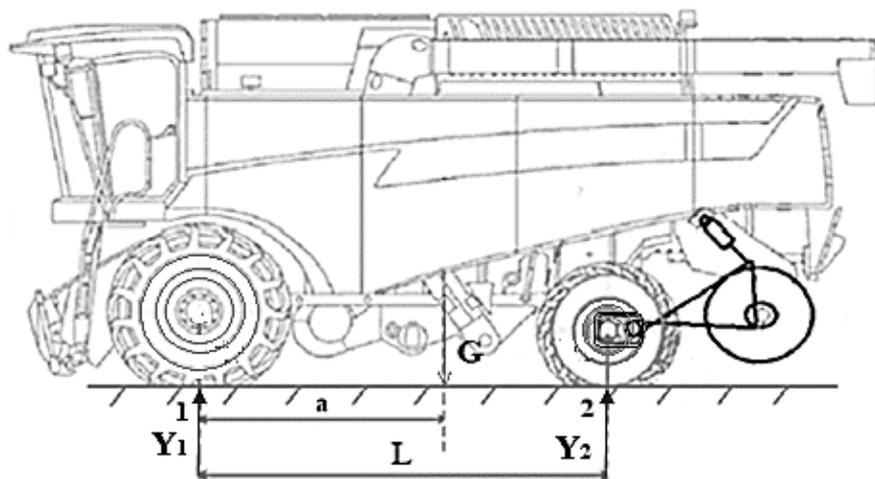


Рис. 2. Схема к определению вертикальных реакций поверхности при неподключенном устройстве коррекции (статичное положение)

В статичном режиме на ходовую систему комбайна действуют следующие силы, указанные на рисунке 2: G- сила тяжести комбайна, Н, Y<sub>1</sub>- силовая реакция поверхности под передним движителем (точка 1), Н, Y<sub>2</sub>- силовая реакция поверхности под задним колёсным движителем (точка 2), Н.

При этом приняты обозначения: a – расстояние от центра опоры переднего колеса до вертикальной проекции силы тяжести, м; L – колёсная база комбайна, м.

Для определения вертикальных реакций поверхностей рассмотрим уборочный комбайн в статичном режиме, при неподключенном устройстве.

Составим уравнения моментов сил относительно точки 1:

$$\text{При } \sum M_1 = 0 \quad -G \times a + Y_2 \times L = 0 \quad (1)$$

Выразим силовую реакцию поверхности Y<sub>2</sub>:

$$Y_2 = \frac{G \times a}{L} \quad (2)$$

Составим уравнения моментов относительно точки 2:

При

$$\sum M_2 = 0 \quad -Y_1 \times L + G \times (L - a) = 0 \quad (3)$$

Выразим силовую реакцию поверхности Y<sub>1</sub>:

$$Y_1 = \frac{G \times (L - a)}{L} \quad (4)$$

Рассмотрим взаимодействие ходовой системы комбайна и опорного основания в эксплуатационном режиме (при подключенном корректирующем устройстве).

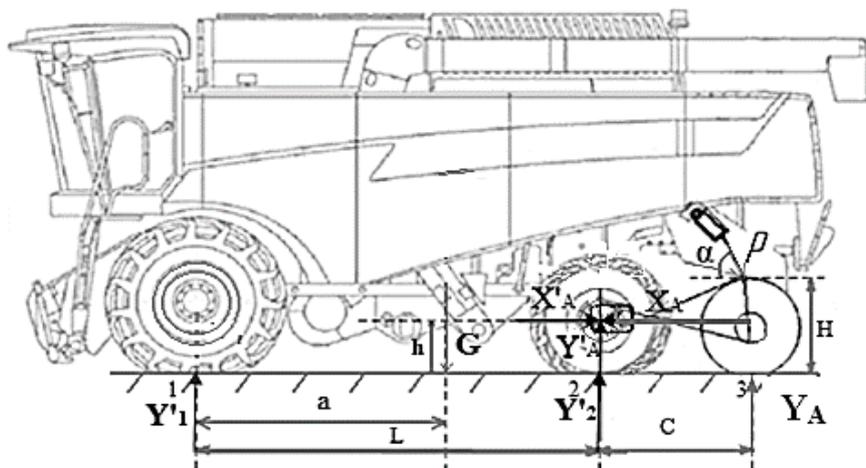


Рис.3. Схема к определению вертикальных реакций поверхности при подключенном устройстве (эксплуатационный режим)

При подключенном устройстве (эксплуатационный режим) на комбайн дополнительно действуют силы, обозначенные силовыми реакциями  $X'_A$   $Y'_A$ , которые создаются предлагаемым устройством (рис.3), а также  $Y'_1$  - реакция поверхности под передним колесом при работающем устройстве,  $H$ ,  $Y'_2$  - реакция поверхности под задним колесом при работающем устройстве,  $H$ ,  $C$  - расстояние от вертикальной проекции центральной оси полого ролика до центра опоры заднего колеса,  $m$ ,  $a$  - расстояние от центра опоры переднего колеса до вертикальной проекции силы тяжести,  $m$ ;  $L$  - расстояние между центром опоры под передним колесом до центром опоры под задним колесом,  $m$ ;  $h$  - расстояние от опоры колеса до точки крепления устройства для перераспределения веса,  $m$ ,  $H$  - высота цилиндрического полого ролика,  $m$ ;  $P$  - усилие силового гидроцилиндра,  $H$ .

Для определения вертикальных реакций поверхности рассмотрим составную конструкцию комбайн - устройство коррекции, для чего составим уравнения равновесия относительно контрольных точек под опорами.

Так уравнение равновесия относительно точки 1 принимает вид:

При

$$\sum M_i = 0 - G \times a + Y'_2 \times L + Y'_A \times L - X'_A \times h = 0, \quad (5)$$

Получаем уравнения равновесия для реакции поверхности под опорой комбайна в точке 1:

$$Y'_2 = \frac{G \times a - Y'_A \times L + X'_A \times h}{L}$$

или

$$\frac{G \times a}{L} - Y'_A + X'_A \times \frac{h}{L}$$

или

$$\frac{G \times a}{L} - \frac{P \cos \alpha (H - h)}{C} + P \cos \alpha \times \frac{h}{L},$$

При дальнейшем преобразовании получаем выражение:

$$Y'_2 = \frac{G \times a}{L} - P \cos \alpha \times \left( \frac{H - h}{C} - \frac{h}{L} \right), \quad (6)$$

Составим уравнения равновесия относительно точки 2 при  $\sum M_2 = 0$

и получаем уравнения реакций опор комбайна на поверхность:

$$-Y'_1 \times L + G \times (L - a) - X'_A \times h = 0,$$

или

$$Y'_1 = \frac{G \times (L - a)}{L} - \frac{X'_A \times h}{L},$$

при преобразовании уравнения получаем выражение:

$$Y'_1 = \frac{G \times (L - a)}{L} - \frac{P \cos \alpha \times h}{L}, \quad (7)$$

Составим уравнения относительно реакций поверхности при  $\sum Y = 0$

$$Y_1' - G + Y_A' + Y_2' = 0. \quad (8)$$

Составим уравнения моментов относительно точки 3 при  $\sum M_3 = 0$

Получаем уравнения реакции  $Y_A$  опоры в точке 3 комбайна на поверхность:

$$Y_A \times C + X_A \times h - P \cos \alpha \times H = 0.$$

$$Y_A = \frac{-X_A \times h + P \cos \alpha \times H}{C}$$

или

$$\frac{-P \cos \alpha \times h + P \cos \alpha \times H}{C} \quad (9)$$

или

$$Y_A = \frac{P \cos \alpha \times (H - h)}{C}$$

Составим уравнения равновесия относительно дополнительной силовой реакции  $X'_A$ , создаваемой устройством для перераспределения веса.

При  $\sum X = 0$  получаем уравнения равновесий для силовой реакции  $X'_A$

$$-X'_A + P \cos \alpha = 0$$

$$X'_A = P \cos \alpha \quad (10)$$

Анализ выражений (2), (4) и (6), (7) показывает, что при работе устройства происходит разгружение вертикальных силовых составляющих на величины для:

$$Y_2' \text{ на } P \cos \alpha \left( \frac{H-h}{C} - \frac{h}{L} \right) \quad (11)$$

$$Y_1' \text{ на } P \cos \alpha \frac{h}{L} \quad (12)$$

Исследованиями установлено, что использование устройства, позволяющего корректировать нагрузку, приходящуюся на опорную поверхность, дает возможность снизить глубину колеи на 20-35%, что в конечном итоге снижает техногенное воздействие ходовой системы комбайна на почву.

Использование данной полезной модели при достаточно простой конструкции, простоте изготовления, высокой надёжности, малой металлоёмкости, низкой себестоимости, удобстве в обслуживании и эксплуатации предлагаемого устройства позволит увеличить проходимость, скорость передвижения уборочной машины по почвам со слабой несущей способностью, повысит производительность при эксплуатации, даст возможность достижения эффекта подрессоривания, копирования рельефа и прикапывания почв, общего уменьшения воздействия ходовой части сельскохозяйственной уборочной машины (комбайна) на почвы, что приведёт к экономии энергозатрат и увеличит экономический эффект от его применения в сельском хозяйстве.

### Список литературы

1. Алдошин, Н.В. Повышение производительности при перевозке сельскохозяйственных грузов / Н.В. Алдошин, Пехутов А.С. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2012. - № 4. - С. 26-27.
2. Беляев, Н.М. Сопротивление материалов: учебник / Н. М. Беляев. -Москва: Наука, 1976. -608 с.
3. Догружающее устройство энергетического средства / С.В. Щитов, Е.Е. Кузнецов, В.И. Худовец // Патент на полезную модель № 167513, Заявка № № 2016125050 от 22.06.2016, зарегистрировано ФИПС 22.06.2016 г., опубл. 10.01.2017, Бюл. № 1.
4. Зональная система технологий и машин для растениеводства Дальнего Востока на 2006-2015гг. (регистры технологий и машин) / под общ. ред. Ю.В. Терентьева, Б.И. Кашпуры, И.В. Бумбара. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2005. – 486 с.
5. Корректор вертикальной нагрузки энергетического средства / С.В.Щитов [и др.] // Патент на изобретение № 2658726, Заявка № 2016143960 от 08.11.2016, зарегистрировано ФИПС 08.11.2016, опубликовано 22.06.2018, Бюл. № 18.
6. Кривуца, З.Ф. Повышение эффективности транспортно-технологического обеспечения АПК Амурской области : дис. д-ра техн. наук: 05.20.01. Благовещенск, 2015.- 362 с.
7. Кузнецов, Е.Е. Влияние перераспределения сцепного веса на конструктивные параметры колёсного энергетического средства / Е.Е. Кузнецов, С. В . Щитов [и др.] // Дальневосточный

аграрный вестник. - 2017. -№ 2 (42). -С.152-160.

8. Кузнецов, Е.Е. Пути повышения эффективности мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных агрегатов на полевых и транспортных работах : дис. д-ра техн. наук: 05.20.01. Благовещенск, 2017. - 312 с.

9. Межколёсный стабилизатор ходовой системы колёсного трактора / С.В.Щитов [и др.] //Патент на полезную модель № 167460, Заявка № № 2016112020 от 30.03.2016, зарегистрировано ФИПС 30.03.2016 г., опубл. 10.01.2017, Бюл. № 1.

10. Щитов, С.В. Методологическое обоснование выбора конструкции устройств рационального перераспределения сцепного веса / С.В. Щитов, Е.Е. Кузнецов [и др.]// Электронный научно-производственный журнал «АгроЭкоИнфо». - 2016. - №2(24). -24 с.

11.Щитов, С.В. Пути повышения агротехнической проходимости колёсных тракторов в технологии возделывания сельскохозяйственных культур Дальнего Востока: дис. докт. техн. наук: 05.20.01: защищена 20.05.09/Щитов Сергей Васильевич; ДальГАУ-Благовещенск, 2009. - 325 с.

12.Яблонский, А.А. Сборник задач для курсовых работ по теоретической механике. - Москва: Высшая школа, 1982. - 382 с.

13. Research in Traction and Coupling Properties of Wheeled Tractors Class 1.4 Equipped with a Trailing Weight Distribution Device / Shchitov S.V., Tikhonchuk P.V., Bumbar I.V., Kuznetsov E. E.// Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015 Vol. 38 (Nº 48) Year 2017 Page 35 Website: <http://www.revistaespacios.com/a17v38n48/17384835.html>

14. Increasing the Efficiency of Transport and Technological Complexes Used in Crop Harvesting/ S. V. Shchitov, Z. F. Krivuca, Yu. B. Kurkov, A. V. Burmaga, E. E. Kuznetsov, O. P. Mitrokhina, E. V. Popova// Journal of Engineering and Applied Sciences, Year: 2018, Voiume:13, Issue:16.DOL:10.3923/jeasci.2018.6512.65.URL: <http://docsdrive.com/pdfs/medwelljournals/jeasci/2018/6850-6854.pdf> Дата обращения: 15.01.2019 года.

15. Experimental studies of the effectiveness of the design for the cross-axle redistribution of the weight load of the car / S.V. Shchitov., Z.F. Krivutsa, O.A. Kuznetsova// International Journal of Applied Engineering Research (IJAER) ISSN 0973-4562 Volume 14, Number 24 (2018) pp. 16747-16752 URL: [https://www.ripublication.com/ijaer18/ijaerv13n24\\_04.pdf](https://www.ripublication.com/ijaer18/ijaerv13n24_04.pdf) Дата обращения: 15.01.2019 года.

### Reference

1.Aldoshin, N.V., Pekhutov A.S. Povyshenie proizvoditel'nosti pri perevozke sel'skohozyajstvennyh gruzov (Increasing Productivity in the Transportation of Agricultural Goods), *Mekhanizatsiya i ehlektrifikatsiya sel'skogo hozyajstva*, 2012, No 4, PP. 26-27.

2.Belyaev, N.M. Soprotivlenie materialov: uchebnik (Strength of Materials: Textbook), Moskva, Nauka, 1976, 608 p.

3.Dogruzhayushchee ustrojstvo ehnergeticheskogo sredstva (Additional Load Correction Device of the Machines). S.V. SHCHitov, E.E. Kuznecov, V.I. Hudovec, Patent na poleznuyu model' No 167513, Zayavka No 2016125050 ot 22.06.2016, zaregistrirvano FIPS 22.06.2016 g., opubl. 10.01.2017, Byul. No 1.

4. Zonal'naya sistema tekhnologij i mashin dlya rastenievodstva Dal'nego Vostoka na 2006-2015gg. (registry tekhnologij i mashin) (Zonal System of Technologies and Machines for Crop Production in the Far East for 2006-2015 (Registers of Technologies and Machines)), pod obshch. red. YU.V. Terent'eva, B.I. Kashpury, I.V. Bumbara, Blagoveshchensk, Izd-vo Dal'GAU, 2005, 486 p.

5.Korrektor vertikal'noj nagruzki ehnergeticheskogo sredstva (Machines' Weight Load Adjustor), S.V. SHCHitov [i dr.], Patent na izobretenie No 2658726, Zayavka No 2016143960 ot 08.11.2016, zaregistrirvano FIPS 08.11.2016, opublikovano 22.06.2018, Byul. No 18.

6. Krivuca, Z.F. Povyshenie ehffektivnosti transportno-tekhnologicheskogo obespecheniya APK Amurskoj oblasti (Enhancement of the Efficiency of Transport and Technological Support for Agriculture of the Amur Region), dis. d-ra tekhn. nauk: 05.20.01. Blagoveshchensk, 2015, 362 p.

7. Kuznecov, E.E. Vliyanie pereraspredeleniya scepного веса na konstruktivnye parametry ko-lyosного ehnergeticheskogo sredstva (Influence of Redistribution of Towed Weight on the Design Parameters of the Machines), E.E. Kuznecov, S. V. SHCHitov [i dr.], *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*, 2017, No 2 (42), PP.152-160.

8. Kuznecov, E.E. Puti povysheniya ehffektivnosti mobil'nyh ehnergeticheskikh sredstv i sel'skohozyajstvennykh agregatov na polevykh i transportnykh rabotah (Efficiency Enhancement Methods of the Mobile Machines and Agricultural Units in Field and Transport Operations), dis. d-ra tekhn. nauk: 05.20.01. Blagoveshchensk, 2017, 312 p.
9. Mezhkolyosnyj stabilizator hodovoj sistemy kolyosnogo traktora (Cross-Axle Stabilizer of the Wheeled Tractor Chassis), S.V. SHCHitov [i dr.], Patent na poleznuyu model' No 167460, Zayavka No 2016112020 ot 30.03.2016, zaregistrirvano FIPS 30.03.2016 g., opubl. 10.01.2017, Byul. No 1.
10. SHCHitov, S.V. Metodologicheskoe obosnovanie vybora konstrukcii ustrojstv racional'nogo pereraspredeleniya scepного vesa (Methodological Substantiation of the Choice of the Hardware Design for Rational Redistribution of Towing Weight), S.V. SHCHitov, E.E. Kuznecov [i dr.], Ehlektronnyj nauchno-proizvodstvennyj zhurnal «AgroEhkoInfo», 2016, No 2(24), 24 p.
11. SHCHitov, S.V. Puti povysheniya agrotekhnicheskoy prohodimosti kolyosnykh traktorov v tekhnologii vozdeleyvaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur Dal'nego Vostoka (Ways of Enhancement of Agrotechnics Passability of Wheeled Tractors in Crop Production of the Far East), dis. dokt. tekhn. nauk: 05.20.01, zashchishchena 20.05.09, SHCHitov Sergej Vasil'evich, Dal'GAU, Blagoveshchensk, 2009, 325 p.
12. Yablonskij, A.A. Sbornik zadach dlya kursovnykh rabot po teoreticheskoy mekhanike (Books of Problems for Term Papers on Theoretical Mechanics), Moskva, Vysshaya shkola, 1982, 382 p.
13. Research in Traction and Coupling Properties of Wheeled Tractors Class 1.4 Equipped with a Trailing Weight Distribution Device, Shchitov S.V., Tikhonchuk P.V., Bumbar I.V., Kuznetsov E. E., Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015 Vol. 38 (No 48), Year 2017, Page 35, URL:<http://www.revistaespacios.com/a17v38n48/17384835.html>.
14. Increasing the Efficiency of Transport and Technological Complexes Used in Crop Harvesting, S. V. Shchitov, Z. F. Krivuca, Yu. B. Kurkov, A. V. Burmaga, E. E. Kuznetsov, O. P. Mitrokhina, E. V. Popova, Journal of Engineering and Applied Sciences, Year 2018, Volume 13, Issue 16. DOL: 10.3923/jeasci.2018.6512.65, URL: <http://docsdrive.com/pdfs/medwelljournals/jeasci/2018/6850-6854.pdf> Data obrashcheniya: 15.01.2019 goda.
15. Experimental studies of the effectiveness of the design for the cross-axle redistribution of the weight load of the car, S.V. Shchitov., Z.F. Krivutsa, O.A. Kuznetsova, International Journal of Applied Engineering Research (IJAER) ISSN 0973-4562 Volume 14, Number 24 (2018) pp. 16747-16752. URL:[https://www.ripublication.com/ijaer18/ijaerv13n24\\_04.pdf](https://www.ripublication.com/ijaer18/ijaerv13n24_04.pdf), Data obrashcheniya: 15.01.2019 goda