

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 631.358

DOI: 10.26897/2687-1149-2022-4-28-31

МНОГООПЕРАЦИОННЫЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИЙ АГРЕГАТ

АХАЛАЯ БАДРИ ХУТАЕВИЧ, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник¹

badri53@yandex.ru

ШОГЕНОВ ЮРИЙ ХАСАНОВИЧ✉, академик РАН, д-р техн. наук, главный научный сотрудник²yh1961s@yandex.ru✉; <https://orcid.org/0000-0002-7588-0458>*МИРОНОВА АНАСТАСИЯ ВЛАДИМИРОВНА*, научный сотрудник¹*ЗОЛОТАРЕВ АНДРЕЙ СЕРГЕЕВИЧ*, инженер¹¹ Федеральное научное агроинженерное учреждение ВИМ; 109428, Российская Федерация, г. Москва, 1-й Институтский пр-д, 5² Российская академия наук; 119991, Российская Федерация, г. Москва, Ленинский проспект, 32

Аннотация. Использование однооперационных и двухоперационных почвообрабатывающих орудий при основной и предпосевной обработке почвы приводит к увеличению агротехнических сроков и повышению стоимости проведения этих процессов. С целью совмещения нескольких операций и повышения экономической эффективности процесса обработки почвы разработан многооперационный почвообрабатывающий агрегат. Предлагаемый агрегат устроен таким образом, что рабочие органы закреплены на стойках основной рамы и расположены с перекрытием на задних рамах. Рабочий орган представляет собой стрельчатую культиваторную лапу, под крыльями которой на трех пластинах с пазами установлены щелерезы, соответствующие параметрам крыльев лапы. Один щелерез закреплен по центру лапы, а два – по бокам под крыльями. Снятие центрального щелереза позволяет вдвое увеличить расстояние между проведенными щелями. Принято решение выполнить щелерез в форме произвольной трапеции со сторонами, имеющими разный угол наклона к горизонтальной поверхности. Экспериментально установлено, что оптимальным соотношением фронтальной площади щелереза к его высоте является 1:10. Выполнение почвообрабатывающего рабочего органа с возможностью изменения угла его расположения на 180° и меняющейся кривизной режущей кромки рабочей поверхности щелереза позволяет использовать его в разных почвенных условиях и увеличивать срок службы техники. Рекомендовано предпосевную культивацию проводить на глубину 10 см. Выполнение за один цикл почвообрабатывающим устройством четырех операций: нарезания щелей, поверхностной обработки с уничтожением сорняков, завершающей фазы обработки и уплотнения поверхности – способствует росту экономической эффективности всего процесса.

Ключевые слова: почвообрабатывающий агрегат, щелерез, рама, стойка, катки.

Формат цитирования: Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х., Миронова А.В., Золотарев А.С. Многооперационный почвообрабатывающий агрегат // Агроинженерия. 2022. Т. 24. № 4. С. 28-31. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2022-4-28-31>.

© Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х., Миронова А.В., Золотарев А.С., 2022



ORIGINAL PAPER

MULTI-OPERATIONAL TILLAGE UNIT

BADRI Kh. AKHALAYA, PhD (Eng), Lead Research Engineer¹

badri53@yandex.ru

YURI Kh. SHOGENOV✉, Full Member of the Russian Academy of Sciences, DSc (Eng), Chief Researcher²yh1961s@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7588-0458>*ANASTASIA V. MIRONOVA*, Research Engineer¹*ANDREY S. ZOLOTAREV*, Engineer¹¹ Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 109428. Moscow, 1st Institutsky Proezd Str., 5² Russian Academy of Sciences; 119991, Moscow, Leninskiy Ave., 32

Abstract. The use of single-operation and double-operation soil-cultivating tools for main and pre-sowing tillage leads to an increase in agrotechnical terms and the production cost. To combine several operations and increase the economic efficiency of tillage, a multi-operation tillage unit has been developed. The proposed unit is designed in such a way that the working tools are fixed on the racks of the main frame and are located with an overlap on the rear frames. The working tool is a cultivator center hoe, under the wings of which there are slitters mounted on three plates with grooves, corresponding to the parameters of the center hoe wings. One slitter is fixed in the center of the center hoe, and two – on the sides under the wings. Removing the central slitter doubles the distance between the slitters. The authors decided to make a slitter in the form of an arbitrary trapezoid with sides having a different inclination angle

to the horizontal surface. It has been experimentally established that the optimal ratio of the frontal area of the slitter to its height is 1:10. The soil-cultivating working tool with the changing angle of its location by 180° and the changing curvature of the cutting edge of the working surface of the slitter can be used in different soil conditions and features the increased service life. It is recommended that pre-sowing cultivation be carried out to a depth of 10 cm. Performing four operations in one cycle by a tillage device: slitting, surface tillage with weed control, the final phase of tillage and surface compaction – ensure the increased economic efficiency of the entire process.

Key words: tillage device, slitter, frame, rack, rollers.

For citation: Akhalaya B.Kh., Shogenov Yu.Kh., Mironova A.V., Zolotarev A.S. Multi-operational tillage unit. Agricultural Engineering (Moscow), 2022; 24(4): 28-31. (In Rus.). <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2022-4-28-31>.

Введение. Снижение затрат энергетических трудовых и других ресурсов при проведении основной и предпосевной обработки почвы является актуальной задачей, поскольку на эти технологические операции (процессы) приходится до 40% энергетических и 25% трудовых затрат от всего объема полевых работ. При этом нужно обеспечить необходимое агротехническое качество обработок и своевременное их выполнение, от чего во многом зависит формирование будущего урожая [1, 2].

Основная экономия ресурсов достигается за счет адаптивной энергосберегающей подготовки почвы к посеву, дифференцированной по глубине и видам ее обработки, позволяющей во многих случаях без потери урожайности и уменьшения плодородия почвы отказаться в отдельных случаях от ежегодной отвальной вспашки, заменив ее менее энергоемкими технологическими приемами: безотвальной рыхлением, культивацией, дискованием, мелкой отвальной, ярусной отвальной-безотвальной и комбинированной обработкой. В отдельных случаях может быть применен прямой посев.

В настоящее время ресурсо- и экологически эффективные технологические процессы основной и предпосевной обработки почвы осуществляются в основном однооперационными почвообрабатывающими орудиями, реже – двухоперационными, что приводит к излишним затратам времени и энергии на производство, то есть увеличиваются агротехнические сроки и повышается стоимость проведения этих процессов. К тому же такой вариант требует наличия в хозяйствах значительного набора узкоспециализированных почвообрабатывающих машин и агрегатов [3-5].

Задача разработки многооперационного агрегата для ресурсо- и экологически эффективных технологических процессов предпосевной обработки почвы представляется логически целесообразным, востребованным и актуальным научным направлением.

Цель исследований: разработка многооперационного почвообрабатывающего агрегата, способного совмещать несколько операций одновременно и повышать экономическую эффективность процесса обработки почвы.

Материалы и методы. Исследования, проведенные ранее на отдельных технологических операциях основной и предпосевной обработки почвы [6], доказывают, что использование разрабатываемого многооперационного почвообрабатывающего агрегата при производстве ряда основных сельскохозяйственных культур будет способствовать повышению общей агротехнической культуры земледелия и экологической устойчивости обрабатываемых почв, обеспечит снижение энергоемкости процессов обработки почвы на 25...30%, суммарное снижение затрат за ротацию севооборота, энергетических и других производственных ресурсов до 50%, а также позволит увеличить техническую производительность до 1,2...1,5 раза. Разработанный многооперационный почвообрабатывающий агрегат включает в себя блок со сменными чизельными, плоскорезными органами, щелерезами, рабочими органами для

последовательно-ярусной комбинированной обработки, сменные адаптеры нескольких типов с зубо-рыхлящими и ротационными рабочими органами для дополнительного рыхления, уплотнения и выравнивания поверхностного слоя пахотного горизонта при предпосевной обработке.

Результаты и их обсуждение. В лаборатории почвообрабатывающих и мелиоративных машин Федерального научного агроинженерного центра ВИМ создаются новые конструкции различной модификации многооперационных комбинированных почвообрабатывающих машин [7-9].

В разработанном многооперационном почвообрабатывающем агрегате [10] (рис. 1) прицепное 1 и натяжное устройства 2 связаны с основной рамой 3, к ней с помощью звеньев 4 параллелограммного механизма 5 крепятся рамы 6 и 7 с закрепленными стойками 8, на которых установлены держатели 9 с лапами 10.

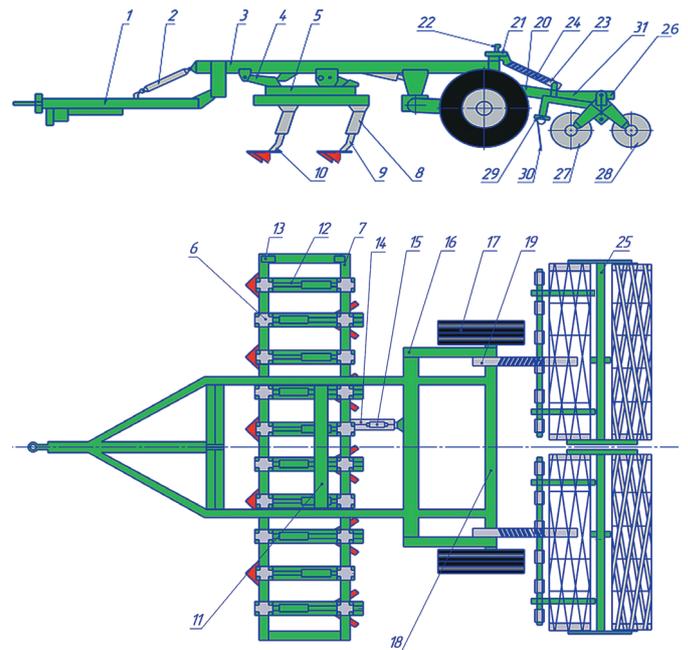


Рис. 1. Многооперационный почвообрабатывающий агрегат:

- 1, 2 – прицепное и натяжное устройства; 3 – основная рама;
- 4 – звено; 5 – параллелограммный механизм; 6, 7, 18, 25 – рама;
- 8 – стойка, 9 – держатель; 10 – стрельчатая лапа; 11, 12, 13 – балка;
- 14 – гидроцилиндр; 15 – гидрозамок; 16 – каретка;
- 17 – транспортные колеса; 19 – стойка, 20 – сцепное устройство;
- 21 – рычаг; 22 – крепеж; 23, 26, 29 – тяга; 24 – пружина;
- 27, 28 – катки; 30 – борона; 31 – реечный регулятор

Fig. 1. Multi-operation tillage unit:

- 1, 2 – towing and tensioning devices; 3 – main frame;
- 4 – link; 5 – parallelogram mechanism; 6, 7, 18, 25 – frame;
- 8 – rack, 9 – holder; 10 – center hoe; 11, 12, 13 – beam;
- 14 – hydraulic cylinder; 15 – hydraulic lock; 16 – carriage;
- 17 – transport wheels; 19 – stand, 20 – hitch; 21 – lever;
- 22 – fasteners; 23, 26, 29 – thrust; 24 – spring; 27, 28 – rollers;
- 30 – harrow; 31 – rack-and-pinion control

Основная рама 3 состоит из балок 11, 12, 13 и каретки 16, на которой установлены транспортные колеса 17. Балки 12 способны менять ширину балки 13, на которой закреплены гидроцилиндр 14 и гидрозамок 15.

На балке 18 установлены стойки 19, присоединенные к ним сцепное устройство 20 на рычаге 21 и крепеж 22 с возможностью регулирования положения катка. Рычаг 21 соединен с тягой 23 пружиной 24. Сцепное устройство 20 шарнирно присоединено к рамке 25.

Благодаря возможности увеличения и сокращения величины тяги 26 можно изменять угол рамки 25 и расположение катков 27 между собой. Такой подход вызван возможной необходимостью изменения рабочей глубины и расположения сцепного устройства 20 с помощью крепежа 22.

Каток 28, закрепленный к раме 25, выполнен в виде планчатого, зубчатого и трубчатого барабанов, что на рисунке 1 не указано. Сцепное устройство 20 соединено с тягой 29 (с возможностью изменения высоты), на которой установлена борона 30 с реечным регулятором 31. На реечном регуляторе 31 расположены отверстия, с помощью которых можно изменять величину участка с возможностью закрепления к раме 25.

Каждый рабочий орган, закрепленный на стойке 8 с помощью держателя 9 многооперационного почвообрабатывающего агрегата, состоит из стрелчатой лапы 10 (рис. 2а). Под ее крыльями на трех пластинах с пазами (рис. 2б) установлены щелерезы (рис. 2в), параметры которых сочетаются с параметрами крыльев лапы. Пазы в пластинах позволяют устанавливать щелерезы простым способом. Один щелерез закреплен по центру культиваторной лапы, а два – по сторонам, под крыльями лапы 10. Снятие центрального щелереза позволяет увеличить вдвое расстояние между проведенными щелями.

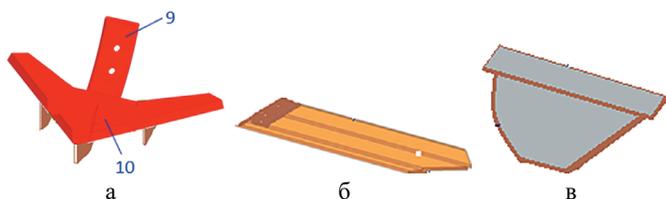


Рис. 2. Рабочий орган:

а – стрелчатая лапа щелерезом; б – пластина; в – щелерез

Fig. 2. Working tool:

а – center hoe with a slit; б – plate; в – slit

Щелерез выполнен в форме произвольной трапеции, стороны которой располагаются с разным углом наклона к горизонтальной поверхности (рис. 2в). Экспериментально установлено, что соотношение фронтальной площади щелереза к его высоте составляет 1:10. Подобранное соотношение позволяет щелерезу работать устойчиво, при этом достигается экономия затрат за счет снижения металлоемкости устройства.

Библиографический список

1. Лачуга Ю.Ф., Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Шогенов Ю.Х. Научно-технические достижения агроинженерных научных учреждений для производства основных групп сельскохозяйственной продукции // Техника и оборудование для села. 2021. № 4 (286). С. 2-11. EDN: LAQWUU
2. Lachuga Y., Akhalaya B., Shogenov Y., Meskhi B., Rudoy D., Olshevskaya A. Energy-saving tillage with a combined unit with universal working bodies. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. «International Scientific and Practical Conference Environmental Risks and Safety in Mechanical Engineering, ERSME2020», 2020: 012121.

Исполнение почвообрабатывающего рабочего органа с возможностью его реверса на 180° позволяет использовать орудие в разных почвенных условиях и увеличивать срок службы. При этом меняющаяся кривизна режущей кромки и рабочей поверхности щелереза с учетом его реверсных возможностей позволяет проводить обработку почвы различной твердости.

Количество и принцип расположения щелерезов делают возможным изменять схему расположения с заранее заданным числом щелерезов. При этом соответственно может изменяться расстояние между проделанными щелями.

Рабочая глубина щелевания не изменяется при изменении его положения, то есть его разворота, и равна высоте щелереза.

Многооперационный почвообрабатывающий агрегат до начала работы настраивают, закрепляя щелерезы в пазы пластин. Во время работы почвообрабатывающего агрегата стрелчатые лапы проводят поверхностную обработку почвы и уничтожают сорняки. Вместе с тем щелерезы, закрепленные на лапе, прорезая почву в вертикальной плоскости, оставляют щели.

Планчатые-трубчатые устройства, закрепленные на раме за лапами 10 культиватора, завершают фазу обработки и уплотнения почвы.

За один цикл почвообрабатывающее устройство выполняет четыре операции: нарезание щелей, поверхностную обработку с уничтожением сорняков, завершающую фазу обработки и уплотнение поверхности, что способствует росту экономической эффективности всего процесса.

В процессе работы культиватора происходит смешивание разных слоев почвы, после чего верхний слой теряет влагу, а те слои почвы, которые находятся глубже, сохраняют капиллярность и имеют подпитку влаги от нижних слоев. Размещение посевного материала в нижних слоях способствует появлению дружных всходов, поэтому предпосевную культивацию проводят на глубину высева семян.

Глубина расположения корневой системы большинства сорняков не превышает 10 см, поэтому культивацию проводят именно на этой глубине, что способствует уничтожению максимального числа сорняков, а значит, экономии на гербицидах.

Выводы

1. Использование рабочего органа нового образца с различной кривизной его режущей поверхности дает возможность проводить обработку почвы различной твердости при помощи изменения его рабочего положения с разворотом на 180°, что способствует увеличению его срока службы.
2. Многооперационный почвообрабатывающий агрегат за один проход позволяет провести нарезание щелей, уничтожение сорной растительности и выравнивание обрабатываемого слоя почвы, что обеспечивает значительное повышение экономической эффективности проводимых операций.

References

1. Lachuga Yu.F., Izmaylov A.Yu., Lobachevsky Ya.P., Shogenov Yu.Kh. Nauchno-tehnicheskie dostizheniya agroinzhenernykh nauchnykh uchrezhdeniy dlya proizvodstva osnovnykh grupp sel'skokhozyaystvennoy produktcii [Scientific and technical achievements of agroengineering research institutions for the production of the main groups of agricultural products]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*, 2021; 4(286): 2-11. (In Rus.)
2. Lachuga Y., Akhalaya B., Shogenov Y., Meskhi B., Rudoy D., Olshevskaya A. Energy-saving tillage with a combined unit with universal working bodies. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering "International Scientific and Practical Conference Environmental Risks and Safety in Mechanical Engineering, ERSME2020"*, 2020: 012121.

3. Лобачевский Я.П., Старовойтов С.И. Горизонтальная составляющая тягового сопротивления плужного корпуса // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства: Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. М.: ВИМ, 2015. С. 189-194. EDN: UFOEWJ

4. Слишко Д.Б., Дорохов А.С., Денисов В.А., Добрин Д.А. Совершенствование технологии упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. 2018. № 8. С. 26-31. EDN: YAQTCN

5. Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х. Автоматизированный многофункциональный почвообрабатывающий агрегат // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 6. С. 55-58. EDN: ZXLB DL

6. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П. Система технологий и машин для инновационного развития АПК России // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России: Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, посвященной 145-летию со дня рождения основоположника земледельческой механики В.П. Горячкина. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2013. С. 7-10. EDN: TQYPOV

7. Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х. Механизация и автоматизация рабочих процессов обработки почвы и посева // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 2. С. 59-62. EDN: YIXMKH

8. Рабочий орган для безотвальной обработки почвы: Пат. RU188108 U1, МПК А01В35/20 / Д.Б. Слишко, А.С. Дорохов, Н.М. Ожегов, В.А. Денисов, Д.А. Добрин, Л.Д. Варламова; опубл. 28.03.2019. EDN: BIQTTF

9. Лапа культиватора: Пат. RU2600687 C1, МПК А01В35/20 / А.Ю. Измайлов, Я.П. Лобачевский, Б.Х. Ахалая, О.А. Сизов; опубл. 27.10.2016. EDN: ZEYEKT

10. Многофункциональный комбинированный почвообрабатывающий агрегат: Пат. RU2757623 C1, МПК А01В49/02 / Я.П. Лобачевский, Б.Х. Ахалая, С.И. Старовойтов, Ю.С. Ценч; опубл. 19.10.2021. EDN: UBRRBC

Критерии авторства

Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х., Миронова А.В., Золотарев А.С. выполнили теоретические исследования, на основании полученных результатов провели эксперимент и подготовили рукопись. Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х., Миронова А.В., Золотарев А.С. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 14.03.2022

Одобрена после рецензирования 04.06.2022

Принята к публикации 17.06.2022

3. Lobachevskiy Ya.P., Starovoitov S.I. Gorizonta'l'naya sostavlyayushchaya tyagovogo soprotivleniya pluzhnogo korpusa [Horizontal component of the traction resistance of a plow body]. *Intellektual'nye mashinnye tekhnologii i tekhnika dlya realizatsii Gosudarstvennoy programmy razvitiya sel'skogo khozyaystva: Sbornik nauchnykh dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*. Moscow, VIM, 2015: 189-194. (In Rus.)

4. Slinko D.B., Dorokhov A.S., Denisov V.A., Dobrin D.A. Sovershenstvovanie tekhnologii uprochneniya rabochikh organov pochvoobrabatyvayushchikh mashin [Improving the hardening technology of tillage machine tools]. *Sel'skokhozyaystvennaya tekhnika: obsluzhivanie i remont*, 2018; 8: 26-31. (In Rus.)

5. Akhalaya B.H., Shogenov Yu.Kh. Avtomatizirovanniy mnogofunktional'niy pochvoobrabatyvayushchiy agregat [Automated multifunctional tillage unit]. *Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka*, 2017; 6: 55-58. (In Rus.)

6. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P. Sistema tekhnologiy i mashin dlya innovatsionnogo razvitiya APK Rossii [System of technologies and machines for the innovative development of the agro-industrial sector of Russia]. In: *Sistema tekhnologiy i mashin dlya innovatsionnogo razvitiya APK Rossii: Sbornik nauchnykh dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, posvyashchennoy 145-letiyu so dnya rozhdeniya osnovopolozhnika zemledel'cheskoy mekhaniki V.P. Goryachkina*. Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut mekhanizatsii sel'skogo khozyaystva, 2013: 7-10. (In Rus.)

7. Akhalaya B.Kh., Shogenov Yu.Kh. Mekhanizatsiya i avtomatizatsiya rabochikh protsessov obrabotki pochvy i poseva [Mechanization and automation of tillage and sowing]. *Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka*, 2017; 2: 59-62. (In Rus.)

8. Slinko D.B., Dorokhov A.S., Ozhegov N.M., Denisov V.A., Dobrin D.A., Varlamova L.D. Rabochiy organ dlya bezotval'noy obrabotki pochvy [Working tool for subsurface soil tillage]: RF Patent RU188108 U1 IPC A01B35/20, 2019. (In Rus.)

9. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P., Akhalaya B.Kh., Sizov O.A. Lapa kul'tivatora [Cultivator's center hoe]. RF Patent No. 2600687 IPC A01B49/02, 2016. (In Rus.)

10. Lobachevskiy Ya.P., Akhalaya B.H., Starovoitov S.I., Tsench Yu.S. Mnogofunktional'niy kombinirovanniy pochvoobrabatyvayushchiy agregat [Multifunctional combined tillage unit]: Pat. RF No. 2757623 IPC A01B49/02, 2021. (In Rus.)

Contribution

B.Kh. Akhalaya, Yu.Kh. Shogenov, A.V. Mironova, A.S. Zolotarev performed theoretical studies and, based on the results obtained, conducted the experiment and wrote the manuscript. B.Kh. Akhalaya, Yu.Kh. Shogenov, A.V. Mironova, A.S. Zolotarev have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this paper.

The article was received 14.03.2022

Approved after reviewing 04.06.2022

Accepted for publication 17.06.2022