

Исследование тягового сопротивления сошников стерневой сеялки СКП-2.1

Андрей Николаевич Шмидт^{1,2}, Александр Александрович Кем¹, Евгений Михайлович Михальцов¹, Роман Викторович Даманский¹, Алексей Сергеевич Союнов²

¹ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, Россия

²ФГБОУ ВО Омский ГАУ, г. Омск, Россия

e-mail: shmidt@anc55.ru

Аннотация. В статье приведены результаты исследования тягового сопротивления стерневой зерновой сеялки-культиватора СКП-2.1 с серийно выпускаемыми стандартными лаповыми сошниками и экспериментальными комбинированными сошниками конструкции ФГБНУ «Омского АНЦ». Сравнительные исследования выполнялись на агрегате, состоящем из трактора МТЗ-82.1 + сеялка СКП-2.1 по агрофону ст от предшествующей культуры – пшеница. Скорость движения агрегата: 7; 9; 11 км/ч. Глубина хода рабочих органов: 0,04, 0,06, 0,08 м. Исследование тягового сопротивления сеялки проводилось с использованием информационно-измерительной системы ЭМА-ПМ и тензометрического звена. Установлено, что тяговое сопротивление сеялки с экспериментальными комбинированными сошниками при скорости движения 9 км/ч и глубине посева 0,04 м – на 33,3 % меньше, чем у сеялки со стандартными лаповыми сошниками; при той же скорости и глубине посева 0,06 м – разница составила 13,8 % в пользу комбинированного сошника. С увеличением глубины посева до 0,08 м тяговое сопротивление комбинированного сошника меньше только на 3 %.

Ключевые слова: сеялка; МТА; тяговое сопротивление; сошник; глубина посева; скорость движения

Для цитирования: Шмидт А. Н., Кем А. А., Михальцов Е. М., Даманский Р. В., Союнов А. С. Исследование тягового сопротивления сошников стерневой сеялки СКП-2.1 // Аграрный научный журнал. 2023. № 9. С. 160–165. [http: 10.28983/asj.y2023i9pp160-165](http://10.28983/asj.y2023i9pp160-165).

AGRICULTURAL ENGINEERING

Original article

Traction resistance study of the stuff seeder SKP-2.1

Andrey N. Shmidt^{1,2}, Aleksandr A. Kem¹, Evgeny M. Mikhaltsov¹, Roman V. Damanskij¹, Aleksey S. Soyunov²

¹Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russia

²Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia

e-mail: shmidt@anc55.ru

Abstract. The article presents the results of a study of the traction resistance of a stubble grain planter-cultivator SKP-2.1 with mass-produced standard foot coulters and experimental combined coulters of the design of the Omsk ANC. Comparative studies were carried out on an aggregate consisting of the MTZ-82.1 tractor + the SKP-2.1 seeder according to the stubble agrophone from the previous crop – wheat. The speed of the unit: 7, 9, 11 km/h. Stroke depth of working bodies: 0.04, 0.06, 0.08 m. The study of the traction resistance of the seeder was carried out using the information-measuring system EMA-PM and the strain gauge link. It was found that the traction resistance of a drill with experimental combined coulters at a speed of 9 km/h and a sowing depth of 0.04 m is 33.3 % less than that of a drill with standard foot coulters; at the same speed and sowing depth of 0.06 m, the difference was 13.8 % in favor of a combined coulters. With an increase in the sowing depth to 0.08 m, the traction resistance of the combined coulters is only 3 % less.

Keywords: seeder; MTA; traction resistance; coulters; sowing depth; movement speed.

For citation: Shmidt A. N., Kem A. A., Mikhaltsov E. M., Damanskij R. V., Soyunov A. S. Traction resistance study of the stuff seeder SKP-2.1 // Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(9): 160–165. (In Russ.) [http: 10.28983/asj.y2023i9pp160-165](http://10.28983/asj.y2023i9pp160-165).

Введение. При современном ведении сельского хозяйства, в частности в отрасли растениеводства, почва и растения испытывают усиленное техногенное воздействие как от орудий, так и от химических средств защиты. Как следствие, наблюдается усиление эрозионных процессов, ухудшающих плодородие почвы, приводящих к снижению урожайности и качества зернового





материала. Многократное применение механических обработок на различную глубину обосновано необходимостью для борьбы с сорной растительностью при посевных работах и активизации микробиологической деятельности. Научный и производственный опыт последних лет показывает, что вследствие постоянно засушливых природно-климатических условий Западной Сибири интенсивность испарения влаги увеличивается с увеличением числа обработок почвы, происходит разрушение её структуры и распыление [4, 11, 14–16].

За последнее десятилетие, на основе зарубежного опыта, с продвижением науки в области средств защиты растений, разработки и поставки новых сельскохозяйственных орудий наблюдается тенденция перехода к технологиям ресурсосбережения. Новые технологии при возделывании сельскохозяйственных культур с учётом зональных агроклиматических условий, основаны на принципе минимального воздействия на почву, что снизило число обработок. Для выполнения посева по ресурсосберегающей технологии необходимы такие рабочие органы (сошники) сеялки или посевных комплексов, способные работать по стерневым фонам и обеспечивать оптимальную глубину заделки семян. За один проход посевного агрегата должно производиться как минимум три операции: посев, раздельное или совместное внесение твёрдых минеральных удобрений, прикатывание. В случае необходимости, для выбранной технологии, применяют подрезание сорной растительности, рыхление и мульчирование поверхностного слоя почвы [1, 3, 8, 17].

Наиболее часто в засушливых условиях Западной Сибири используются сеялки-культиваторы зернотуковые СКП-2,1. Сеялка СКП-2,1 предназначена для подпочвенно разбросного посева зерновых и зернобобовых культур по стерневым и отвальным фонам, преимущественно в районах с недостаточным увлажнением и проявлением ветровой эрозии почв. За один проход по полю она выполняет четыре технологических операции: культивацию с подрезанием сорняков, внесение гранулированных минеральных удобрений в один горизонт с высеваемыми семенами, высева семян, прикатывание почвы кольчато-шпоровыми катками, оставляющее верхний слой почвы при этом рыхлым, что очень важно для сохранения структуры почвы и влажности. Тип сошника – криволинейная стойка со стрелчатой лапой шириной захвата 270 мм.

Вследствие конструктивных особенностей стандартные лаповые сошники сильно оборачивают почву, вынося влажные слои на поверхность, особенно при увеличении скорости движения МТА более 9 км/ч, что сказывается на урожайности и тяговом сопротивлении всей сеялки [2]. Кроме того, отсутствие в конструкции стандартных лаповых сошников раздельного способа внесения минеральных удобрений от семян зерновых культур приводит к снижению полевой всхожести и, как следствие, урожайности.

На протяжении нескольких лет в ФГБНУ «Омский АНЦ» проводятся полевые сравнительные исследования влияния экспериментальных комбинированных сошников на урожайность и качество зерна. Использование экспериментальных комбинированных сошников в полевых условиях подтвердило их работоспособность, возможность раздельного внесения минеральных удобрений ниже уровня высева семян, что, в свою очередь, сказалось на увеличении урожайности и качества убранных зерен яровой пшеницы [5, 6, 19].

Конструкция экспериментального комбинированного посевного рабочего органа (сошника) для раздельного высева семян и внесения минеральных удобрений, способного работать по ресурсосберегающей технологии, представлена на рис. 1.

Конструктивные параметры комбинированного сошника: толщина стойки – 20 мм; ширина твёрдосплавной пластины носка сошника – 25 мм; угол атаки носка сошника – 30° ; съёмные лезвия крепятся к стойке сошника, ширина захвата – 270 мм.

Технологический процесс предлагаемой конструкции комбинированного сошника для

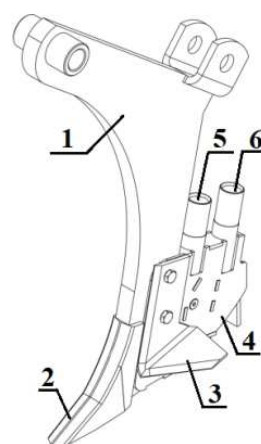


Рис. 1. Экспериментальный комбинированный посевной рабочий орган для разноуровневого высева семян и внесения удобрений: 1 – стойка; 2 – долото; 3 – лезвие; 4 – приемник-распределитель; 5 – тукопровод; 6 – семяпровод



разноуровневого высева семян и внесения удобрений осуществляется следующим образом: при начале движения агрегата по полю тракторист-машинист переводит рукоятку гидрораспределителя в положение «плавающее». Под действием веса сошники заглубляются в почву. Взаимодействуя с почвой, накладное долото производит вертикальный разрез уплотнённого слоя почвы, образуя щель для прохода стойки. По туконаправителю минеральные удобрения подаются на скатную пластину и далее, скатываясь по ней, оказываются на дне бороздки. При движении сошника пластина-уплотнитель засыпает минеральные удобрения почвой, краями обваливая и уплотняя почвенную прослойку, исключая контакт между семенами и удобрениями и одновременно создавая твёрдое ложе для семян. Семена по семянаправителю через приёмник-распределитель поступают на скатную пластину, скатываясь в почву, образуют посев. Отражательная пластина распределяет семена по ширине семенного ложа. Кроме того, при установке съёмных культиваторных лезвий сошник позволяет производить рыхление почвы с подрезанием сорных растений [8].

Эффективность посева зерновых культур зависит не только от технологического процесса распределения семян и гранулированных минеральных удобрений в почвенном слое, но также от конструктивных параметров сошников, непосредственно влияющих на удельное тяговое сопротивление всего посевного агрегата [7, 13, 18].

Цель исследования – провести сравнительную энергетическую оценку тягового сопротивления сеялки СКП-2.1 с разработанными экспериментальными комбинированными сошниками в сравнении с сеялкой СКП-2.1, оборудованной серийными стандартными лаповыми сошниками.

Методика исследований. Сравнительные испытания выполняли на полях ФГБНУ «Омский АНЦ». Сошники испытывались в агрегате, состоящем из трактора МТЗ-82.1 + сеялка СКП-2.1, по агрофону стерня от предшествующей культуры – пшеница. Исследование тягового сопротивления проводили совместно с сотрудниками ФГБУ «Сибирская МИС» путём применения информационно-измерительного комплекса, состоящего из измерительной установки ЭМА-ПМ и тензометрического звена.

При проведении опыта выбирался участок длиной 150 м, полосы разгона и разворота составляли по 50 м с каждой стороны, между основным 50-метровым учётным участком. Исходя из технической характеристики трактора МТЗ-82 передачи КПП выбирались с 3-й по 6-ю передачу со скоростью движения от 7 до 12 км/ч. Для упрощения расчета шаг дискретизации принят равным 2,0 км/ч, соответственно скорость 7; 9 и 11 км/ч [11]. Рабочая скорость движения на каждой передаче и глубине посева высчитывалась по времени, за которое МТА проходил путь 50 м, в трехкратной повторности. Глубина хода рабочих органов устанавливалась 0,04; 0,06 и 0,08 м, при помощи гайки, расположенной на штоке гидроцилиндра сеялки. До прохода МТА по полю для реализации основных лабораторно-полевых исследований по энергооценке машинотракторного агрегата проведен ряд сопутствующих анализов и измерений почвы, отражающих особенности и обстоятельства проведения опыта.

Результаты исследований. При испытании рабочих органов (сошников) сеялки СКП-2.1 взяты пробы почвы почвенным буром (рис. 2, а) на глубине от 0 до 15 см для последующего определения влажности и плотности почвы. Выполнены измерения твёрдости почвы при помощи твердомера Ревякина (рис. 2, б), в соответствии с ГОСТ 20915-75.



а



б

Рис. 2. Оборудование для определения физико-механических свойств почвы: а – металлические бюксы и бур; б – твердомер Ревякина

В результате выполнения соответствующего отбора проб и обработки полученных данных, пересчитанных в средние значения по опытам, в таблице представлены результаты физико-механических свойств почвы, погодных условий с агрометеостанции, в день проведения тяговых исследований.

Условия проведения испытаний

Наименование показателя	Значение показателей на 13 ч. 2.06.2022 г.
Температура воздуха, °С	20
Относительная влажность воздуха, %	44
Скорость ветра, м/с	4
Осадки, мм	0
Твердость почвы, кг/см ²	5,16
Влажность почвы, %	15,8
Плотность почвы, г/см ²	1,07

Тяговое сопротивление рабочих органов регистрировали с помощью информационно-измерительного комплекса ЭМА-ПМ, расположенного в кабине трактора (рис. 3, а) и тензометрического звена, вмонтированного в прицепное устройство между навесной системой трактора МТЗ-82 и сницей сеялки СКП-2.1 (рис. 3, б). При установившемся поступательном режиме движения МТА производили фиксирование показаний измерительной установкой.



а



б

Рис. 3. Информационно-измерительный комплекс: а – измерительная установка ЭМА-ПМ; б – тензометрическое звено

В результате полевых сравнительных исследований тягового сопротивления МТА МТЗ-82+СКП-2.1 со стандартными лаповыми сошниками и разработанными экспериментальными сошниками при различной рабочей скорости движения и глубине хода сошников получены следующие результаты тягового сопротивления от вышеперечисленных параметров, представлены графиком на рис. 4.

В большинстве случаев посев зерновых культур в засушливых условиях Западной Сибири в среднем производится на глубину 0,04–0,06 м со скоростью движения при посеве лаповыми сошниками около 9 км/ч. Из графика измерения тягового сопротивления видно, что при установке экспериментальных комбинированных сошников

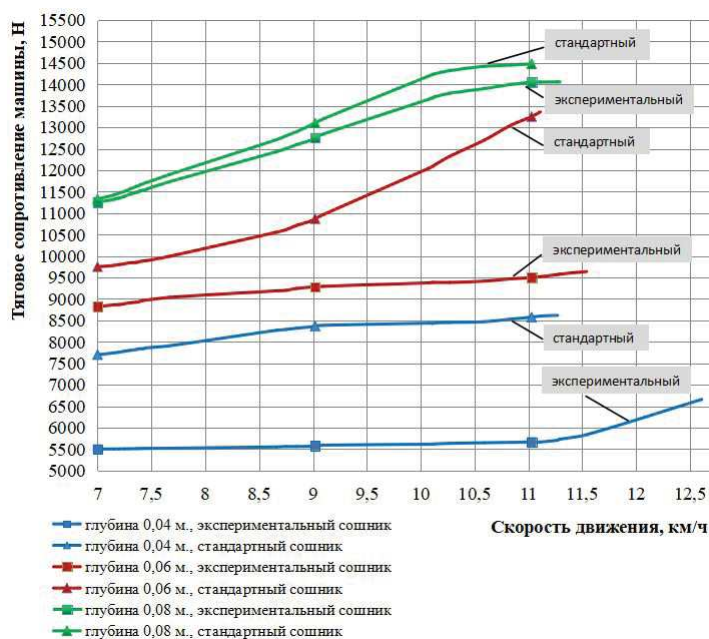


Рис. 4. Результаты измерения тягового сопротивления





тяговое сопротивление сеялки на 33,3 % меньше, чем со стандартными лаповыми сошниками при глубине посева 0,04 м и скорости движения МТА 9 км/ч. С увеличением глубины посева до 0,06 м при той же скорости движения разница тягового сопротивления между экспериментальными и стандартными лаповыми сошниками составила всего 13,8 %.

Выводы. Таким образом, проведенные сравнительные исследования по определению тягового сопротивления посевного агрегата МТЗ-82+СКП-2.1 от типа сошника показали, что тяговое сопротивление сеялки с экспериментальными комбинированными сошниками при скорости движения 9 км/ч и глубине посева 0,04 м на 33,3 % меньше, чем у сеялки с серийными сошниками; при той же скорости и глубине посева 0,06 м разница составила 13,8 % в пользу комбинированного сошника. С увеличением глубины посева до 0,08 м тяговое сопротивление сеялки со стандартными лаповыми сошниками и с экспериментальными выравнивается и преимущество комбинированного составило только 3 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демчук Е.В., Голованов Д.А., Янковский К.А. К вопросам совершенствования технологии посева зерновых культур // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2016. № 6. С. 45–48.
2. Зангиев А.А., Шпилько А.В., Левшин А.Г. Эксплуатация машинно-тракторного парка. М.: Колос С, 2008. С. 27–30.
3. Измайлов А.Ю., Шогенов Ю.Х. Создание интенсивных машинных технологий и энергонасыщенной техники для производства основных групп продовольствия // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2016. № 3. С. 2–5.
4. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Хорошенков В.К. Оптимизация управления технологическими процессами в растениеводстве // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. Т. 12. № 3. С. 4–11. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-3-4-11.
5. Кем А.А., Чекусов М.С., Шмидт А.Н. Влияние работы комбинированного сошника на качество и урожайность зерна / Тракторы и сельхозмашины. 2020. № 6. С. 72–77. DOI: 10.31992/0321-4443-2020-6-72-77.
6. Кем А.А., Чекусов М.С., Шмидт А.Н. Комбинированный сошник для посева зерновых культур // Сельский механизатор. 2021. № 3. С. 6–7.
7. Оценка тягового сопротивления сеялок с комбинированными сошниками / М. А. Адуов [и др.] // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. 2018. № 4(99). С. 166–182.
8. Патент на полезную модель № 204018 Сошник для разноуровневого посева семян и внесения удобрений / А.А. Кем, А.Н. Шмидт, М.С. Чекусов, В.В. Козлов, Н.А. Паршукова, Л.В. Бозаджиев // 04.05.2021. Заявка № 2021103251 от 09.02.2021.
9. Рахимов Р.С., Мударисов С.Г., Рахимов И.Р. Разработка ресурсосберегающие технологии и обоснование комплекса машин для возделывания сельскохозяйственных культур в зоне Урала // Вестник Башкирского ГАУ. 2018. № 2. С. 117–129.
10. Сеялка для разноглубинного посева зерновых и внесения минеральных удобрений / А. А. Кем [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2022. Т. 16. № 2. С. 62–68. DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-2-62-68.
11. Система адаптивного земледелия Омской области. ФГБНУ «Омский АНЦ». Омск, 2020. 522 с.
12. Скорость движения трактора МТЗ-82: технические характеристики: URL: <https://traktorspec.ru/traktora/skorost-traktora-mtz-82.html> (Дата обращения: 18.01.2023).
13. Сравнительная оценка по качеству посева и тяговому сопротивлению 4 зерновых сеялок для прямого посева с различными сошниками. (ФРГ) // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. 2010. № 2. С. 478.
14. Тю Л.В., Афанасьев Е.В., Быков А.А., Алещенко О.А. Экономическая эффективность и перспективы развития зернового производства в Сибири // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2021. № 1. С. 28–32.
15. Утенков Г.Л. Стратегия формирования машинных технологий возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Сибири // Вестник КрасГАУ. 2010. № 2. С. 123–127.
16. Чекусов М.С. Кем А.А., Юшкевич Л.В. Оценка эффективности машинных технологий возделывания яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири // Вестник Омского государственного университета. 2019. № 4. С. 185–192.
17. Шмидт А.Н. Особенности ранневесеннего влагосбережения / А.Н. Шмидт [и др.] // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2019. № 1 (33). С. 162–167.

18. Яковлев Д. А., В Беляев. И., Поляков Г. Н. Обоснование рациональных параметров сошниковой группы сеялки СЗС-2.1 для прямого посева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 9(179). С. 131–135.

19. Chekusov M., Schmidt A., Kem A. Agrotechnical Assessment of the Work of the Furrow Opener During the Cultivation of Cereals Using Intensive Technology // Lecture Notes in Networks and Systems. 2022. Vol. 353 LNNS. P. 164-173. DOI 10.1007/978-3-030-91402-8_20.

REFERENCES

1. Demchuk E.V. Golovanov D.A., Yankovsky K.A. On the issues of improving the technology of sowing grain crops. *Tractors and agricultural machines*. 2016;6:45–48. (In Russ.).

2. Zangiev A.A., Shpilko A.V., Levshin A.G. Operation of the machine and tractor fleet. Moscow, 2008:27–30. (In Russ.).

3. Izmailov A. Yu., Shogenov Yu.Kh. Creation of intensive machine technologies and energy-saturated equipment for the production of main food groups. *Mechanization and electrification of agriculture*. 2016;3:2–5. (In Russ.).

4. Izmailov A. Yu., Lobachevsky Ya.P., Khoroshenkov V.K. Optimization of control of technological processes in crop production. *Agricultural machines and technologies*. 2018;12;3:4–11. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-3-4-11. (In Russ.).

5. Kem A.A., Chekusov M.S., Schmidt A.N. Influence of the work of the combined coulter on the quality and productivity of grain. *Tractors and agricultural machines*. 2020;6:72–77. DOI: 10.31992/0321-4443-2020-6-72-77. (In Russ.).

6. Kem A.A., Chekusov M.S., Shmidt A.N. Combined coulter for sowing grain crops. *Rural machine operator*. 2021;3:6–7. (In Russ.).

7. Evaluation of traction resistance of seeders with combined coulters / M. A. Aduov et al. *Bulletin of Science of the Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin*. 2018;4 (99):166–182. (In Russ.).

8. Patent for utility model No. 204018 Coulter for multi-level sowing of seeds and fertilization / A.A. Kem, A.N. Schmidt, M.S. Chekusov, V.V. Kozlov, N.A. Parshukova, L.V. Bozadzhiev // 04.05.2021. Application No. 2021103251 dated 02/09/2021.

9. Rakhimov R.S., Mudarisov S.G., Rakhimov I.R. Development of resource-saving technologies and substantiation of a complex of machines for cultivating agricultural crops in the Ural zone. *Bulletin of the Bashkir State Agrarian University*. 2018;2:117–129. (In Russ.).

10. Seeder for multi-depth sowing of grain and mineral fertilizers / A. A. Kem et al. *Agricultural machines and technologies*. 2022;16;2:62–68. DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-2-62-68. (In Russ.).

11. System of adaptive agriculture in the Omsk region. FGBNU “Omsk ANC”. Omsk, 2020. 522 p. (In Russ.).

12. The speed of the MTZ-82 tractor: technical characteristics: URL: <https://traktorspec.ru/traktora/skorost-traktora-mtz-82.html> (Date of access: 01/18/2023).

13. Comparative assessment of the quality of sowing and traction resistance of 4 grain seeders for direct sowing with different coulters. (Germany). *Engineering and technical support of the agro-industrial complex. Abstract journal*. 2010;2:478. (In Russ.).

14. Tyu L.V., Afanasiev E.V., Bykov A.A., Aleshchenko O.A. Economic efficiency and prospects for the development of grain production in Siberia. *Economics of agricultural and processing enterprises*. 2021;1:28–32. (In Russ.).

15. Utenkov G.L. Strategy for the formation of machine technologies for the cultivation of agricultural crops in Siberia. *Vestnik KrasGAU*. 2010;2:123–127. (In Russ.).

16. Chekusov M.S. Kem A.A., Yushkevich L.V. Evaluation of the effectiveness of machine technologies for the cultivation of spring wheat in the forest-steppe of Western Siberia. *Bulletin of the Omsk State University*. 2019; 4:185–192. (In Russ.).

17. Schmidt A.N. Features of early spring moisture conservation / A.N. Schmidt et al. *Bulletin of the Omsk State Agrarian University*. 2019; 1 (33): 162-167. (In Russ.).

18. Yakovlev D. A., V Belyaev. I., G Polyakov. N. Justification of the rational parameters of the coulter group of the SKP-2.1 seeder for direct sowing. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2019;9 (179):131–135. (In Russ.).

19. Chekusov M., A Schmidt., Kem A. Agrotechnical Assessment of the Work of the Furrow Opener During the Cultivation of Cereals Using Intensive Technology. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2022;353 LNNS: 164-173. DOI 10.1007/978-3-030-91402-8_20.

Статья поступила в редакцию 6.02.2023; одобрена после рецензирования 2.03.2023; принята к публикации 12.03.2023.

The article was submitted 6.02.2023; approved after reviewing 2.03.2023; accepted for publication 12.03.2023.

