

DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-269575>

Оригинальное исследование



Влияние метода уборки на процессы влагонакопления и урожайности

М.С. Чекусов, А.А. Кем, Е.М. Михальцов, Р.В. Даманский, А.Н. Шмидт

Омский аграрный научный центр, Омск, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Лимитирующим фактором, ограничивающим получение гарантированных урожаев зерна яровой пшеницы, в степной зоне Омской области является неравномерное и недостаточное количество выпадения осадков за вегетационный период. Одним из способов по увеличению и сохранению продуктивной влаги в почве считается проведение уборочных работ методом очёса растений на корню.

Цель работы — определить влияние уровня снежного покрова, влагозапасов и продуктивной влаги в почве на стерневом фоне, убранного жаткой для прямого комбайнирования и очёсывающей жаткой на урожайность яровой пшеницы.

Материалы и методы. В статье представлены результаты полевого опыта, проведённого в степной зоне Омской области по определению влияния уровня снежного покрова, влагозапасов и продуктивной влаги в почве на урожайность зерна в зависимости от типа применяемой жатки при уборке зерновых культур.

Результаты. При уборке очёсывающей жаткой с высотой стерни пшеницы 0,55 м, высота снежного покрова составила 0,49 м. Прибавка продуктивной влаги к моменту посева на участке, где уборка проводилась очёсывающей жаткой составила 96,6 мм, что на 1,9 раза больше, в сравнении с участком, убранным жаткой для прямого комбайнирования, где продуктивной влаги к моменту посева осталось 48,6 мм. Увеличение урожайности яровой мягкой пшеницы Омская 38 наблюдалось на варианте, где уборка производилась очёсывающей жаткой и составило 9,4%, в сравнении с вариантом, убранным жаткой для прямого комбайнирования.

Заключение. Проведённый полевой опыт свидетельствует о том, что применение очёсывающих жаток способствует увеличению снежного покрова и сохранению накопленной влаги в весенний период.

Ключевые слова: снегозадержание; влагонакопление; стерня; очёсывающая жатка; прямое комбайнирование.

Как цитировать:

Чекусов М.С., Кем А.А., Михальцов Е.М., Даманский Р.В., Шмидт А.Н. Влияние метода уборки на процессы влагонакопления и урожайности // Тракторы и сельхозмашины. 2023. Т. 90, № 3. С. 257–263. DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-269575>

Рукопись получена: 22.02.2023

Рукопись одобрена: 01.06.2023

Опубликована онлайн: 15.07.2023

DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-269575>

Original Study Article

Influence of the harvesting method on the processes of moisture accumulation and yield capacity

Maxim S. Chekusov, Alexander A. Kem, Evgeny M. Mikhaltsov,
Roman V. Damansky, Andrey N. Schmidt

Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: A feature of the climate of the steppe zones of Western Siberia is the frequent recurrence of droughts. Accumulation and preservation of solid precipitation in the form of snow on field in winter is a relevant task, since this directly affects the accumulation of productive moisture in soil by the time of sowing and, as a result, the formation of the future harvest.

AIMS: To determine the influence of the snow cover level, moisture reserves and productive moisture in the soil on a stubble background, harvested with a thresher for direct combining and a rippler on the yield capacity of spring wheat.

METHODS: The field experiment was carried out in 2021–2022 in the steppe zone of the Omsk region at the Novouralskoye Scientific and Production Enterprise of the Omsk Agrarian Scientific Center. In the autumn of 2021, sections of the field were marked out for measurements: wheat stubble field after the thresher for direct combining, wheat stubble field after the rippler. In March 2022, indicators of the height of the snow cover and moisture reserves in the snow were determined on the marked areas using the VS-43 balance snow gauge. In the spring, wheat was sown with the machine-tractor unit, consisting of the RSM 2400 tractor and the Amazone Condor 15001-C sowing facility. In autumn, the chosen field sections were harvested with the Sampo-250 seed-production harvester.

RESULTS: It was found that after harvesting with the thresher for direct combining with a stubble background of about 15 cm, there is a decrease in the moisture reserve in the one-meter-depth layer by almost 2 times, down to 48.6 mm, by the spring period. The moisture reserve on a high stubble background, after the operation of the rippler, on the contrary, was able to persist, as there were 96.6 mm of productive moisture in the one-meter-depth layer by the time of sowing. The average grain yield on the field section sown after the rippler was 1.16 t/ha. The average grain yield on the field section sown after harvesting with the thresher for direct combining was 1.06 t/ha. Thus, the grain increase was 0.1 t/ha or 9.4%.

CONCLUSIONS: The carried out field experiment indicates that, when harvesting with a rippler, there is a twofold increase in productive moisture by the time of sowing, while the increase in the yield of spring soft wheat grain was 9.4%.

Keywords: *snow retention; moisture accumulation; stubble field; rippler; direct combining.*

To cite this article:

Chekusov MS, Kem AA, Mikhaltsov EM, Damansky RV, Shmidt AN. Influence of the harvesting method on the processes of moisture accumulation and yield. *Tractors and Agricultural Machinery*. 2023;90(3):257–263. DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-269575>

Received: 22.02.2023

Accepted: 01.06.2023

Published online: 15.07.2023

ВВЕДЕНИЕ

Особенностью климата степных зон Западной Сибири является частая повторяемость засух. При этом широко внедряется минимальная технология обработки почвы, глубокое безотвальное рыхление почвы, прямой посев и максимальное оставление стерни на поверхности поля. Высокая стерня служит защитой почвы от интенсивной солнечной радиации, пыльных бурь, что способствует лучшему сохранению влаги в почве, а так же накоплению снежной массы на поверхности поля. Накопление и сохранение в зимний период твёрдых осадков, в виде снега, на поле напрямую влияет на накопление продуктивной влаги в почве к моменту посева и, как следствие, на формирование будущего урожая [1–5].

Решению проблемы снегозадержания, накопления и сохранения талых вод в почве посвящены многочисленные исследования, с помощью которых выстроен комплекс соответствующих мероприятий. Однако, засушливые погодные условия, низкая урожайность и экономическая ситуация в стране, начали вытеснять из цепочки мероприятий самые энерго- и финансовозатратные операции [6–8].

Альтернативой применению специализированных орудий, выполняющих операции снегозадержания, может быть применение очёсывающих жаток, оставляющих на поле после уборки урожая всю не зерновую часть растения стоящей на корню [9, 10].

Целью настоящего исследования является определение влияния уровня снежного покрова, влагозапасов и продуктивной влаги в почве на стерневом фоне, убранного жаткой для прямого комбайнирования и очёсывающей жаткой на урожайность яровой пшеницы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Полевой опыт проводился в 2021–2022 годах в степной зоне Омской Области в НПХ «Новоуральское» ФГБНУ «Омского АНЦ». Осенью 2021 года, были размечены участки поля для выполнения измерений: стерня пшеницы после жатки для прямого комбайнирования, стерня пшеницы после очёсывающей жатки. После прохождения жатки для прямого комбайнирования, средняя высота стерни составила 15 см, а после прохода очёсывающей жатки – 55 см.

В марте 2022 года на размеченных участках были проведены замеры величины снежного покрова, накопившегося в зимний период. Перед посевом были определены запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы. Тип почвы – обыкновенный среднемощный легкоглинистый чернозём с содержанием гумуса 5,4%. Посев мягкой яровой пшеницы Омская 38 проведён 19.05.2022 года машинотракторным агрегатом, состоящим из трактора RSM 2400 и посевного комплекса Amazone Condor 15001-С.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Перед началом уборки пшеницы 30.09.2021 г. с убраных участков поля были взяты пробы для определения осенних продуктивных запасов влаги в почве. Результаты расчёта представлены в таблице 1.

Таблица 1. Осеннее содержание запасов влаги в метровом слое почвы

Table 1. The autumn content of moisture reserves in the one-meter-depth layer of soil

Высота снежного покрова, см	Запасы продуктивной влаги в слоях почвы, мм
0–50	35,4
50–100	44,9
0–100	80,3

В марте 2022 года на тех же участках поля определяли показатели высоты снежного покрова (рис. 1) и запасы влаги в снеге с помощью весового снегомера ВС-43 (рис. 1а), пользуясь методикой, изложенной в руководстве по эксплуатации прибора. Измерения снежного покрова проводились по диагонали размеченных участков в пятнадцатикратной повторности.

Результаты измерения снежного покрова пересчитаны в средние значения и сведены в таблицу 2.

Значения, приведённые в таблице 2, показывают, что на стерневом участке поля, где уборка проводилась жаткой для прямого комбайнирования со средней высотой стерни 15 см, высота снежного покрова сформировалась около 19,3 см, а запасы влаги в снеге 47,1 мм. На участке, убранном очёсывающей жаткой, высота снежного покрова составила 49,3 см, при этом запасы влаги в снеге составили 116,3 мм, что на 24,6% выше.

Перед началом посева, на каждом из исследуемых вариантах, вновь отбирали пробы почвы и определяли содержание продуктивной влаги в метровом слое. Результаты представлены в таблице 3.

Нормой по запасу продуктивной влаги в метровом слое почвы, для степной зоны Омской области, в осенний период считается 72 мм, весной – 121 мм [11]. Для наглядности сравнения результатов осенних запасов влаги во время уборки пшеницы (30.09.2021 г.) и весенних запасов влаги к моменту посева (19.05.2022 г.) на разных стерневых фонах, построен график, представленный на рис. 2.

При анализе графика видно, что, начиная с осени, в метровом слое почвы на момент уборки пшеницы (30.09.2021 г.) запасы продуктивной влаги находились в достаточном количестве. К весеннему периоду, при уборке жаткой для прямого комбайнирования со стерневым фоном около 15 см, прослеживается уменьшение запаса влаги в метровом слое практически в 2 раза, до 48,6 мм, что может быть вызвано

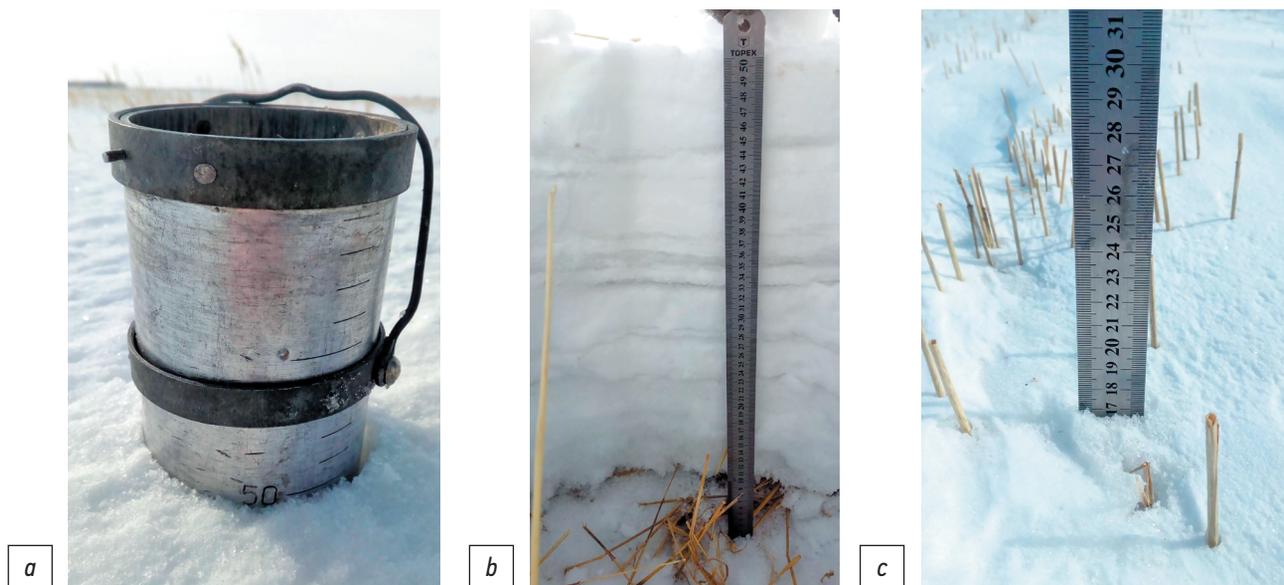


Рис. 1. Способы определения высоты снежного покрова: а) Весовой снегомер ВС-43, б) разрез снежного покрова стерни после очёсывающей жатки, в) высота снежного покрова стерни после жатки для прямого комбайнирования.

Fig. 1. Methods for determining the height of snow cover: a) The VS-43 balance snow gauge, b) the section of snow cover of the stubble field after harvesting with the rippler, c) the height of snow cover of the stubble field after harvesting with the thresher for direct combining.

Таблица 2. Средние значения высоты снежного покрова и запасов влаги в снеге

Table 2. Average values of the snow cover height and moisture reserves in the snow

Характеристика поля	Замеры	
	высота снежного покрова, см	запасы влаги в снеге, мм
Стерня после жатки для прямого комбайнирования	19,3	47,1
Стеблестой после уборки методом очёса (высота стеблестоя во время уборки – 0,55 м)	49,3	116,3

Таблица 3. Весеннее содержание запасов влаги в метровом слое почвы

Table 3. The spring content of moisture reserves in the one-meter-depth layer of soil

Варианты опыта	Запасы продуктивной влаги в слоях почвы, мм		
	0–50 см	50–100 см	0–100 см
Стерня пшеницы после уборки жаткой для прямого комбайнирования	30,5	18,1	48,6
Стерня пшеницы после уборки очёсывающей жаткой	49,2	47,4	96,6

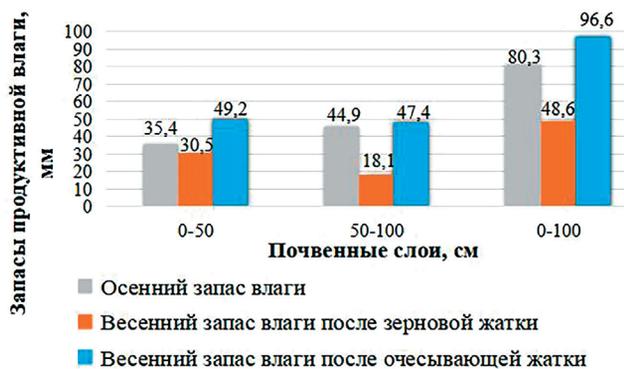


Рис. 2. Распределение запасов влаги по слоям.

Fig. 2. Distribution of moisture reserves by layers.

вымораживанием в зимний и испарением в весенний периоды. Запас влаги на высокоом стерневом фоне, после работы очёсывающей жатки, напротив, смог сохраниться и, к моменту посева, составил 96,6 мм продуктивной влаги в метровом слое.

Посев мягкой яровой пшеницы Омская 38 проведён машинотракторным агрегатом, состоящим из трактора RSM 2400 и посевного комплекса Amazone Condor 15001-C. Норма высева 3,8 млн. всхожих зёрен на гектар одновременно с посевом была внесена стартовая доза минеральных удобрений 90 кг аммиачной селитры в физическом весе на гектар засеваемой площади. На посевном комплексе установлены долотовидные

сошники ConTeC шириной 12 мм, с индивидуальной подвеской и прикатывающими колёсами, ширина междурядья 25 см, глубина посева 6 см. За период вегетации была проведена одна гербицидная обработка.

Уборку проводили семеноводческим комбайном Сампо-250 (ширина захвата жатки 2 м, длина учётной делянки 50 м). Повторность на каждом участке четырехкратная.

Средняя урожайность зерна на участке после очёсывающей жатки составила 1,16 т/га, а на участке убранного жаткой для прямого комбайнирования 1,06 т/га. Таким образом, прибавка зерна составила 0,1 т/га или 9,4%.

ВЫВОДЫ

Проведённый полевой опыт свидетельствует о том, что, применение очёсывающих жаток способствует увеличению снежного покрова и сохранению накопленной влаги в весенний период. При уборке очёсывающей жаткой с высотой стерни пшеницы 0,55 м, высота снежного покрова составила 0,49 м. Прибавка продуктивной влаги к моменту посева на участке, где уборка проводилась очёсывающей жаткой составила 96,6 мм, что на 1,9 раза больше, в сравнении с участком, убраным жаткой для прямого комбайнирования, где продуктивной влаги к моменту посева осталось 48,6 мм. Увеличение урожайности зерна яровой мягкой пшеницы Омская 38, после уборки методом очеса растений на корню, составило 9,4%, в сравнении с традиционным методом уборки жаткой для прямого комбайнирования.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Вклад авторов: М.С. Чекусов — руководство проведением исследований, редактирование статьи;

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Система адаптивного земледелия Омской области. ФГБНУ «Омский АНЦ». Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А. 2020.
2. Гусев А.Ю., Хосиев Б.Н., Шкапенков С.И., и др. Проблемы и перспективы развития ценовой политики на примере АПК Рязанской области // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2016. № 2. С. 166–173.
3. Chekusov M.S., Kem A.A., Schmidt A.N., et al. Experimental determination of field microrelief ridgenessness after secondary tillage with stepnyak 7.4 cultivator // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2022. Vol. 954. P. 012015. doi: 10.1088/1755-1315/954/1/012015
4. Голованов Д.А., Чекусов М.С., Кем А.А. Технология и комбинированное орудие основной обработки почвы для влагонакопления в засушливых районах Западной Сибири // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. 2016. № 6–3. С. 166–170.
5. Чекусов М.С., Кем А.А., Михальцов Е.М., и др. Возделывание пшеницы в зависимости от способа посева и внесения азотных удобрений // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52, № 1. С. 90–99. doi: 10.26898/0370-8799-2022-1-10
6. Домрачев В.А., Кем А.А., Ковтунов В.Е. и др. Механизация процессов селекции, земледелия и растениеводства. Омск: ОмГАУ им. П.А. Столыпина, 2011.
7. Земледельцы о снегозадержании: интервью руководителей хозяйств информационно аналитическому и научно-популярному журналу «Аграрный сектор» // Аграрный сектор. 2012. № 4. С. 10–12.
8. Шмидт А.Н., Кузьмин Д.Е., Мяло В.В. и др. Особенности ранневесеннего влагобережения // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2019. № 1(33). С. 162–167.
9. Астафьев В.Л., Иванченко П.Г., Малыгин С.Л. Эффективный способ накопления влаги зимних осадков и технические сред-

А.А. Кем — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, подготовка и написание текста статьи; Е.М. Михальцов — разработка плана и проведение полевых исследований, наблюдений; Р.В. Даманский — обработка результатов полевых исследований; А.Н. Шмидт — проведение полевых исследований, наблюдений. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям *ICMJE* (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. M.S. Chekusov — research management, editing of the article; A.A. Kem — literature review, collection and analysis of literary sources, preparation and writing of the text of the article; E.M. Mikhaltsov — development of the plan and carrying out field research, observations; R.V. Damansky — processing of the results of field research; A.N. Schmidt — conducting field research, observations. The authors confirm that their authorship complies with the international ICMJE criteria (all authors made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

ства для его осуществления // АПК России. 2016. Т. 75, № 1. С. 59–64.

10. Пигарев Е. Очарование очесом: интервью руководителя КХ «Жанахай» Е. Пигарева информационно-аналитическому и научно-популярному журна-

лу «Аграрный сектор» // Аграрный сектор. 2015. № 3. С. 24–27.

11. Особенности проведения весенне-полевых работ в хозяйствах Омской области в 2020 году: рекомендации. Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2020.

REFERENCES

1. *The system of adaptive agriculture of the Omsk region*. Omsk: Izd-vo IP Maksheeva EA; 2020. (in Russ.)
2. Gusev AYu, Khosiev BN, Shkapenkov SI, et al. Problems and prospects for the development of pricing policy at the height of the agro-industrial complex of the Ryazan region. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika i upravlenie*. 2016;2:166–173. (in Russ.)
3. Chekusov MS, Kem AA, Schmidt AN, et al. Experimental determination of field microrelief ridgenessness after secondary tillage with stepnyak 7.4 cultivator. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2022;954:012015. doi: 10.1088/1755-1315/954/1/012015
4. Golovanov DA, Chekusov MS, Kem AA. Technology and combined tool for basic tillage for moisture accumulation in arid regions of Western Siberia. *Naukoviy visnik Tavriyskogo derzhavnogo agrotekhnologichnogo universitetu*. 2016;6–3:166–170. (in Russ.)
5. Chekusov MS, Kem AA, Mikhaltsov EM, et al. Cultivation of wheat depending on the method of sowing and applying nitrogen fertilizers. *Sibirskiy vestnik selskokhozyaystvennoy nauki*. 2022;52(1):90–99. (in Russ.) doi: 10.26898/0370-8799-2022-1-10

6. Domrachev VA, Kem AA, Kovtunov VE, et al. *Mechanization of the processes of selection, agriculture and crop production*. Omsk: OmGAU im PA Stolypina; 2011. (in Russ.)
7. Farmers about snow retention: interviews of farm managers with information, analytical and popular science magazine "Agrarnyy sektor". *Agrarnyy sektor*. 2012;4:10–12. (in Russ.)
8. Shmidt AN, Kuzmin DE, Myalo VV, et al. Features of early spring moisture conservation. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019;1(33):162–167. (in Russ.)
9. Astafiev VL, Ivanchenko PG, Malygin SL. An effective way to accumulate moisture from winter precipitation and technical means for its implementation. *APK Rossii*. 2016;75(1):59–64. (in Russ.)
10. Pigarev E. The charm of the eye: an interview with the head of the farm "Zhanakhai" E. Pigarev to the information-analytical and popular science magazine "Agrarnyy sektor". *Agrarnyy sektor*. 2015;3:24–27. (in Russ.)
11. *Features of spring field work in the farms of the Omsk region in 2020: recommendations*. Omsk: Izd-vo IP Maksheevoy EA; 2020. (in Russ.)

ОБ АВТОРАХ

* Шмидт Андрей Николаевич,

аспирант,
научный сотрудник отдела механизации
и экономических исследований;
адрес: Российская Федерация, 644012, Омск,
пр-т ак. Королёва, д. 26;
ORCID: 0000-0002-5025-6982;
eLibrary SPIN: 6439-9882;
e-mail: shmidt@anc55.ru

Чекусов Максим Сергеевич,

доцент, канд. техн. наук,
ведущий научный сотрудник отдела механизации
и экономических исследований, директор;
ORCID: 0000-0002-1241-6762;
eLibrary SPIN: 2156-4020;
e-mail: chekusov@anc55.ru

AUTHORS' INFO

* Andrey N. Shmidt,

Postgraduate,
Research Associate of the Mechanization and Economic
Research Department;
address: 26 Ak. Koroleva avenue, 644012 Omsk,
Russian Federation;
ORCID: 0000-0002-5025-6982;
eLibrary SPIN: 6439-9882;
e-mail: shmidt@anc55.ru

Maxim S. Chekusov,

Associate Professor, Cand. Sci. (Tech.),
Leading Research Associate of the Mechanization and Economic
Research Department, Director;
ORCID: 0000-0002-1241-6762;
eLibrary SPIN: 2156-4020;
e-mail: chekusov@anc55.ru

Кем Александр Александрович,

доцент, канд. техн. наук,
ведущий научный сотрудник, заведующий отделом
механизации и экономических исследований;
ORCID: 0000-0001-5979-8246;
eLibrary SPIN: 5932-6774;
e-mail: kem@anc55.ru

Михальцов Евгений Михайлович,

канд. техн. наук,
ведущий научный сотрудник отдела механизации
и экономических исследований;
ORCID: 0009-0000-5814-5462;
eLibrary SPIN: 6160-2487;
e-mail: mihalcov@anc55.ru

Даманский Роман Викторович,

канд. техн. наук,
научный сотрудник отдела механизации и экономических
исследований;
ORCID: 0000-0002-3663-3630;
eLibrary SPIN: 5513-7663;
e-mail: damanskiy@anc55.ru

* Автор, ответственный за переписку

Alexander A. Kem,

Associate Professor, Cand. Sci. (Tech.),
Leading Research Associate of the Mechanization and Economic
Research Department;
ORCID: 0000-0001-5979-8246;
eLibrary SPIN: 5932-6774;
e-mail: kem@anc55.ru

Evgeny M. Mikhaltsov,

Cand. Sci. (Tech.),
Leading Research Associate of the Mechanization and Economic
Research Department;
ORCID: 0009-0000-5814-5462;
eLibrary SPIN: 6160-2487;
e-mail: mihalcov@anc55.ru

Roman V. Damansky,

Cand. Sci. (Tech.),
Research Associate of the Mechanization and Economic
Research Department;
ORCID: 0000-0002-3663-3630;
eLibrary SPIN: 5513-7663;
e-mail: damanskiy@anc55.ru

* Corresponding author