

# ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ



УДК 631.331.81

DOI: 10.53083/1996-4277-2023-220-2-89-95

Н.С. Яковлев, Г.К. Рассомахин,  
А.П. Чернышов, В.И. Черных  
N.S. Yakovlev, G.K. Rassomakhin,  
A.P. Chernyshov, V.I. Chernykh

## ПОТЕРИ СЕМЯН ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОСЕВНОГО КОМПЛЕКСА «КУЗБАСС-Т»

### SEED LOSSES AT THE OPERATION OF "KUZBASS-T" SOWING COMPLEX

**Ключевые слова:** поле, семена, удобрения, посев, потери, посевной комплекс, дозатор, семяпровод, сошник, пневматическая система.

Проведены эксперименты и получены результаты, которые позволили определить потери семян при эксплуатации посевного комплекса ПК-9,7 «Кузбасс-Т». При подъеме сошников и отключении высевочного аппарата в семяпроводах и распределителях пневматической системы остаются семена и удобрения. При работающем вентиляторе они потоком воздуха выносятся к сошникам, рассыпаясь по поверхности поля без заделки в почву. Семена, не заделанные в почву, не дают всходов. Получена формула, которая позволяет определить потери семян при развороте посевного комплекса в зависимости от его технической характеристики, нормы высевки семян и размеров поля. Наиболее значимые потери происходят за сошниками агрегата, 65,6% от общих потерь. Следующим по количеству потерь является объезд препятствий – 19%, а также потери происходят от пересева и рассыпания семян по поверхности

при подъеме сошников из почвы. В среднем при объезде одного препятствия потери составили до 40 кг семян. При разворотах агрегата на краю поля теряется до 10% семян. Эти потери можно компенсировать путем установки на посевной комплекс «Агронавигатор», который с помощью программного обеспечения позволяет отключать высевочный аппарат до подъема сошников из почвы и сократить потери семян. Среднее расстояние рассева семян с поднятыми сошниками составляет  $14,0 \pm 0,61$  м, которое посевной комплекс проходит его за  $7,5 \pm 0,3$  с. Для снижения потерь «Агронавигатор» на ПК-9,7 «Кузбасс-Т» должен отключить высевочный аппарат за 7,5 с до подъема сошников из почвы.

**Keywords:** field, seeds, fertilizers, sowing, losses, sowing complex, seed meter, seed tube, coulter, pneumatic system.

The experiments were conducted and results were obtained that made it possible to determine seed losses during the operation of the sowing complex PK-9.7

“Kuzbass-T”. When the coulters are lifted and the sowing machine is turned off, seeds and fertilizers still remain in the seed tubes and distributors of the pneumatic system. When the fan is running, they are carried by the air flow to the coulters scattering over the field surface without covering by the soil. The seeds that are not covered do not germinate. A formula has been obtained that allows determining seed losses of the sowing complex at U-turn depending on its technical characteristics, seeding rate and field size. The most significant losses occur behind the coulters of the unit, 65.6% of the total losses. *Obstacle avoidance* is another operation in terms of loss amount - 19%; the losses also occur from oversowing and scattering of seeds on the surface when

the coulters are lifted from the soil. On average, when passing-by obstacle, losses amounted up to 40 kg of seeds. When the sowing unit is U-turning at the edge of the field, up to 10% of seeds are lost. These losses may be avoided by installing the “Agronavigator” system on the sowing complex; this system with its software will switch off the sowing unit before the coulters are lifted out of the soil and reduce seed losses. The average distance of sowing seeds with lifted coulters is  $14.0 \pm 0.61$  m; the sowing complex passes it in  $7.5 \pm 0.3$  s. To reduce seed losses, “Agronavigator” system on PK-9.7 “Kuzbass-T” should switch off the sowing unit 7.5 s before lifting the coulters from the soil.

**Яковлев Николай Степанович**, д.т.н., ст. науч. сотр., зав. лаб. обработки почвы и посева зерновых культур, гл. науч. сотр., СибИМЭ, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, п. Краснообск, Новосибирская область, Российская Федерация, e-mail: yakovlev-46@inbox.ru.

**Рассомахин Геннадий Климентьевич**, к.т.н., вед. науч. сотр., СибИМЭ, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, п. Краснообск, Новосибирская область, Российская Федерация, e-mail: rgk1959@yandex.ru.

**Чернышов Александр Павлович**, ст. науч. сотр., СибИМЭ, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, п. Краснообск, Новосибирская область, Российская Федерация, e-mail: chap\_s@mail.ru.

**Черных Владимир Иванович**, инженер-исследователь, СибИМЭ, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, п. Краснообск, Новосибирская область, Российская Федерация, e-mail: sichsibime@yandex.ru.

**Yakovlev Nikolay Stepanovich**, Dr. Tech. Sci., Chief Researcher, Siberian Federal Scientific Center of Agro-Biotechnologies, Rus. Acad. of Sci., Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Russian Federation, e-mail: yakovlev-46@inbox.ru.

**Rassomakhin Gennadiy Klimentevich**, Cand. Tech. Sci., Leading Researcher, Siberian Federal Scientific Center of Agro-Biotechnologies, Rus. Acad. of Sci., Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Russian Federation, e-mail: rgk1959@yandex.ru.

**Chernyshov Aleksandr Pavlovich**, Senior Researcher, Siberian Federal Scientific Center of Agro-Biotechnologies, Rus. Acad. of Sci., Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Russian Federation, e-mail: chap\_s@mail.ru.

**Chernykh Vladimir Ivanovich**, Research Engineer, Siberian Federal Scientific Center of Agro-Biotechnologies, Rus. Acad. of Sci., Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Russian Federation, e-mail: sichsibime@yandex.ru.

## Введение

Ресурсосберегающая технология в земледелии подразумевает эффективное использование и сбережение материально-технических ресурсов, а также сохранения почвенного плодородия. Предпосылкой внедрения ресурсосберегающей технологии является стремление оптимизировать затраты и увеличить рентабельность при производстве продукции растениеводства [1]. В результате возникает необходимость обоснования зональных параметров и режимов работы посевных агрегатов с учетом агротехнических и технико-экономических показателей. Одним из способов сохранения материально-технических ресурсов является исключение потерь семенного материала, удобрений и средств

защиты при посеве зерновых культур [2, 3]. В себестоимости продукции растениеводства затраты на приобретение семян, удобрений и средств защиты растений могут достигать до 70% [4]. В связи с этим целью работы является сокращение потерь семян и удобрений при посеве зерновых культур посевными комплексами «Кузбасс-Т». В соответствии с этим были поставлены следующие научные задачи:

1) выявить причины и установить источники потерь семян и удобрений при посеве посевными комплексами «Кузбасс-Т»;

2) обосновать способы сокращения потерь семян и удобрений при посеве зерновых культур.

### Материал и методика

Во время работы посевных комплексов с пневматической подачей семян к сошникам происходят значительные потери семенного материала и удобрений, которые могут достигать 10-15%. Основные потери происходят во время разворота посевного комплекса на краю поля, при обсеивании препятствий, которые встречаются в поле. Это происходит потому, что при подъеме сошников и отключении высевающего аппарата в семяпроводах и распределителях пневмати-

ческой системы остаются семена и удобрения. При работающем вентиляторе они потоком воздуха выносятся к сошникам, рассыпаясь по поверхности поля без заделки в почву (рис. 1). Незаделанные в почву семена не дают всходов. Чтобы определить потери семян при разворотах посевного комплекса, необходимо после подъема лап и отключения дозатора провести отбор семян, находящихся в это время в системе. Определить потери можно двумя способами.



*Рис. 1. Потери семян при разворотах посевного комплекса «Кузбасс-Т»*

Первый способ заключается в том, что во время посева посевной комплекс останавливаем, сошники поднимаем из почвы, при этом дозатор прекращает подавать семена в систему, а вентилятор работает. Таким способом продуваем систему, освобождая семяпроводы от семян, после чего посевной комплекс продолжает работу. Семена, высыпавшиеся на поверхность почвы, аккуратно собираем и просеиваем на ре-

шетах, отделяя семена и удобрения от почвы. Недостатком этого способа является то, что система неравномерно распределяет семена по сошникам (рис. 2). Второй способ – определяем площадь рассева семян на поверхности поля путем наложения рамки, подсчитываем количество рассыпанных семян на 1 м<sup>2</sup>, а затем пересчитываем и на всю площадь, где рассыпаны семена (рис. 3).



а



б

*Рис. 2. Определение потерь семян при остановке агрегата*



**Рис. 3. Определение потерь семян при развороте посевного комплекса путем наложения рамки (размер рамки 360x220 мм)**

Используя первый способ, определяем коэффициент потерь. Коэффициент потерь семян  $\varepsilon$  – это отношение количества семян на одном погонном метре семяпровода пневматической системы к количеству семян на одном погонном метре нормального посева. Он позволяет рассчитать потери семян в зависимости от протяженности семяпроводов пневматической системы посевного комплекса. Для его определения необходимо знать фактическую норму высева по следу сошника, а после появления всходов, не ближе 10 м до места остановки машины, определяем участок с равномерными всходами и подсчитываем количество растений на одном погонном метре участка. Путём деления количества семян, оказавшихся под лапой при остановке посевного комплекса, на количество растений, проросших на одном погонном метре, определяем коэффициент потерь [5]. Тогда потери семян при отключении дозатора и подъеме сошников можно рассчитать по формуле:

$$\Pi = \frac{H \cdot h \cdot \varepsilon \cdot \sigma \cdot k}{10},$$

где  $\Pi$  – потери семян при развороте агрегата, кг;

$H$  – норма высева семян, млн шт.;

$h$  – рабочая ширина агрегата, м;

$\varepsilon$  – коэффициент потерь;

$\sigma$  – вес тысячи семян, кг;

$k$  – коэффициент, учитывающий длину пневматической системы, м.

Потери семян также зависят от протяженности семяпроводов пневматической системы и

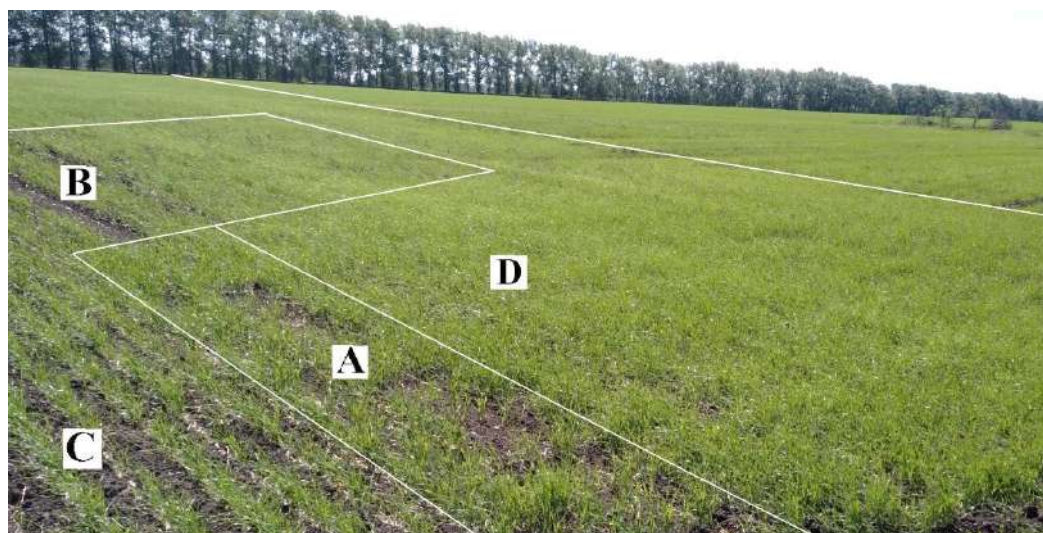
распределительных устройств. На рисунке 4 показан край поля при обсеивании посевным комплексом, где видно, что на участке **A** произошел подъём сошников из почвы, а в начале участка **B** – их опускание. Участок оказался не засеянным, так как на заполнение пневматической системы семенами в начале работы посевного комплекса требуется время. В результате чего при обсеивании поля, чтобы засеять участок **B**, на участке **D** провели вынужденный двойной переосев семян, а на участке **C** семена были рассыпаны по поверхности почвы и являются потерянными. Потери семян на участке **C** подсчитываем путем наложения рамки и её фотографирования. Рамку накладываем по ходу машины 12 раз в средней части следа от начала подъёма сошников до окончания высыпания семян. На фотографиях проставляем номера от 1 до 12, для удобства подсчета семян рамку на фотографии делим на 16 сегментов и в каждом подсчитываем количество семян и удобрений. Суммируем общее количество семян на 12 фотографиях и пересчитываем их на площадь, усыпанную семенами при развороте. Потери определяем по формуле:

$$\Pi = 1,05 \cdot S \cdot \sigma \cdot \sum_{1}^{12} n / 1000,$$

где  $n$  – количество семян в рамке, шт.;

$S$  – площадь, на которой рассыпаны семена при развороте агрегата, м<sup>2</sup>;

$\sigma$  – вес 1000 семян, кг.



**Рис. 4. Обсев края поля посевным комплексом «Кузбасс-Т» ПК-9,7**

На места остановки посевного комплекса образуется незасеянный участок, так как на заполнение пневматической системы посевного комплекса семенами в начале работы требуется время. Определив расстояние, пройденное посевным комплексом без рассева семян, и скорость его движения, определяем время заполнения семенами пневматической системы.

### Результаты и обсуждение

В результате проведенного эксперимента на поле площадью 112 га при посеве пшеницы Новосибирская-31, путем сбора семян с поверхности поля и их фотографирования в рамке, определены фактические потери при развороте посевного комплекса «Кузбасс-Т» ПК-9,7 (табл. 1). Это позволяет определить общие потери семян и удобрений при посеве зерновых культур на поле любой площади и конфигурации.

В таблице 2 представлены расчеты потерь семян пшеницы и удобрений на поле площадью 112 га при посеве посевным комплексом «Куз-

басс-Т» ПК-9,7. Анализируя данные таблицы 2, можно отметить, что наиболее значимые потери получаются за сошниками агрегата 65,6% от общих потерь. Как показали результаты исследований, на поле площадью 100 га сошники могут забиваться почвой и растительными остатками до 50 раз. В некоторых случаях посевной комплекс ведёт посев с одним или несколькими неработающими сошниками на всей площади поля, так как сошник заводится, не касаясь почвы, при этом семена и удобрения сыплются без заделки в почву. В нашем случае не работало четыре сошника, сокращение потерь можно достичь изменением конструкции сошников. Следующим по количеству потерь является объезд препятствий – 19%, где потери происходят не только от пересева, но и от рассыпания семян по поверхности при подъеме сошников из почвы. В среднем при объезде одного препятствия потери составили до 40 кг семян. При разворотах агрегата на краю поля потерялось до 10% семян.

**Таблица 1**

**Потери семян и удобрений при развороте «Кузбасс-Т» ПК-9,7**

Способ определения потерь	Кол-во, г/м <sup>2</sup>	Площадь разброса, м <sup>2</sup>	Всего рассыпано, кг	Норма высева, кг/га
Собрано семян под сошником	26,06	77,5	2,311	260,6
Собрано удобрений под сошником	8,00	92,0	0,740	50,0
Собрано семян с 1 м <sup>2</sup> , 1-й пр.	44,40	92,0	4,085	255,0
Собрано семян с 1 м <sup>2</sup> , 2-й пр.	47,10	92,0	4,333	271,0
Определено по фотографии 1-й пр.	44,46	92,0	4,090	255,0
Определено по фотографии 2-й пр.	32,10	92,0	2,953	249,0

Потери семян и удобрений посевным комплексом «Кузбасс-Т» ПК-9,7

Показатель	Размерность	Значение
Общая площадь поля	га	112
Ширина поля	м	995
Количество колков	шт	21
Площадь поля, занятая колками	га	6,4
Суммарный периметр колков	м	3379
Площадь обсева колков	га	3,29
Норма высева семян	кг	250
Норма внесения удобрений	кг	50
Дополнительный расход на обсев колков:		
- семян	кг	820
- удобрений	кг	165
Перерасход при обсева края поля:		
- семян	кг	240
- удобрений	кг	48
Потери при разворотах агрегата:		
- семян	кг	425
- удобрений	кг	85
Всего потерь при посеве на поле 112 га:		
- семян	кг	1485
- удобрений	кг	298
Потери за сошниками:		
- семян	кг	2836
- удобрений	кг	567
Общие потери при посеве на поле 112 га:		
- семян	кг	4321
- удобрений	кг	865
Относительные потери семян и удобрений на поле 112 га	%	15,43

Эти потери можно компенсировать путем установки на посевной комплекс «Агронавигатор», который с помощью программного обеспечения позволяет отключать высевающий аппарат до подъема сошников из почвы и сократить потери семян [6, 7]. Среднее расстояние рассева семян с поднятыми сошниками составляет  $14,0 \pm 0,61$  м, которое посевной комплекс при совершении поворота проходит за  $7,5 \pm 0,3$  с. Следовательно, «Агронавигатор» на ПК-9,7 «Кузбасс-Т» должен отключить высевающий аппарат за 7,5 с до подъема сошников из почвы.

### Выводы

1. Потери семян и удобрений за сошниками агрегата составляют 65,6%, при объезде препятствий – 19%, разворотах агрегата на краю поля – до 10%, а от пересева – 5,4% от общих потерь семян. В среднем при объезде одного препятствия потери составили до 40 кг.

2. После подъема сошников из почвы и выключения дозатора пневматическая система продолжает подавать семена еще 7,5 с, при опускании сошников и включении дозатора семена поступают в сошники только через 3,3 с.

3. Агронавигатор может обеспечить отключение дозатора за 7,5 с до выезда за границу поля и включение его до въезда на поле.

### Библиографический список

1. Железова, С. В. Научно-методическое обоснование технологий точного и ресурсосберегающего земледелия для зерновых культур в нечернозёмной зоне: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Железова Софья Владиславовна. – Москва, 2020. – 49 с. – Текст: непосредственный.

2. Беляев, В. И. Влияние режимов работы посевных агрегатов на качество посева, водный режим почвы и урожай яровой пшеницы / В. И. Беляев, Р. Е. Прокопчук, Н. А. Буторов. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 9 (203). – С. 114-119.

3. Беляев, В. И. Мониторинг работы посевных комплексов Condor 15000 и Citan Z в Алтайском крае / В. И. Беляев, В. Э. Буксман, Р. Е. Прокопчук. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4 (198). – С. 100-109.

4. Яковлев, Н. С. Анализ зяблевой обработки почвы под зерновые культуры / Н. С. Яковлев, В. Е. Синещев, В.В. Маркин. – Текст: непосредственный // Вестник НГИЭИ. – 2021. – № 4 (119). – С. 21-30.

5. Яковлев, Н. С. Определение потерь семян при разворотах агрегата / Н. С. Яковлев, Г. К. Рассомахин, В. И. Черных. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов: в 2 книгах / XVI Международная научно-практическая конференция (9-10 февраля 2022 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2022. – Кн. 2. – С. 83-85.

6. Средства автоматизации для управления сельскохозяйственной техникой / А. Ю. Измаилов, В. К. Хорошенков, В. А. Колесникова [и др.]. – Текст: непосредственный // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2017. – № 3. – С. 3-9.

7. Докин Б.Д., Алетдинова А.А. Анализ прошлого и будущего автоматизации растениеводства с развитием технологий точного земледелия / Б. Д. Докин, А. А. Алетдинова. – Текст: непосредственный // Вестник АПК Ставрополя. – 2021. – № 1. – С. 10-14.

### References

1. Zhelezova S.V. Nauchno-metodicheskoe obosnovanie tekhnologii tochnogo i resursosbergaiushchego zemledeliia dlia zernovykh kultur v nechernozemnoi zone: avtoref. dis. na soisk. uch. st. dokt. s.-kh. nauk. – Moskva. 2020. – 49 s.

2. Beliaev V.I., Prokopchuk R.E., Butorov N.A. Vliianie rezhimov raboty posevnykh agregatov na kachestvo poseva, vodnyi rezhim pochvy i urozhai iarovoi pshenitsy // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – No. 9 (203). – S. 114-119.

3. Beliaev V. I., Buksman V. E., Prokopchuk R. E. Monitoring raboty posevnykh kompleksov Condor 15000 i Citan Z v Altaiskom krae // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – No. 4 (198). – S. 100-109.

4. Iakovlev N.S., Sineshchekov V.E., Markin V.V. Analiz ziblevoi obrabotki pochvy pod zernovye kultury // Vestnik NГИЭИ. – 2021. – No. 4 (119). – S. 21-30.

5. Iakovlev N.S., Rassomakhin G.K., Chernykh V.I. Opredelenie poter semian pri razvorotakh agregata // Agrarnaia nauka – selskomu khoziaistvu: sbornik materialov: v 2 kn. / XVII Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia (9-10 fevralia 2022 g.). – Barnaul: RIO Altaiskogo GAU, 2022. – Kn. 2. – S. 83-85.

6. Izmailov A.Iu., Khoroshenkov V.K., Kolesnikova V.A., Alekseev I.S., Lonin S.E., Goncharov N.T. Sredstva avtomatizatsii dlia upravleniia selskokhoziaistvennoi tekhnikai // Selskokhoziaistvennye mashiny i tekhnologii. – 2017. – No. 3. – S. 3-9.

7. Dokin B.D., Aletdinova A.A. Analiz proshlogo i budushchego avtomatizatsii rastenievodstva s razvitiem tekhnologii tochnogo zemledeliia // Vestnik APK Stavropolia. – 2021. – No. 1. – S. 10-14.

