Научно-исследовательский журнал «Modern Economy Success»
http://mes-journal.ru
2024, № 2 / 2024, Iss. 2 https://mes-journal.ru/archives/category/publications
Научная статья / Original article
Шифр научной специальности: 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки)
УДК 338.984
DOI: 10.58224/2500-3747-2024-2-300-308



[1,2] Глечикова Н.А., [1] Рева А.Ф., [1] Старченко И.В., [3] Рева В.С.,
[1] Азово-Черноморский инженерный институт, филиал Донского государственного аграрного университета в г. Зерограде,
[2] Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова,
[3] Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Цифровизированная модель определения количества необходимых транспортных средств и агрегатов на технологическом процессе уборки и транспортировки зерновых культур

Аннотация: в статье дана классификация потерь зерновой массы в период уборки и транспортировки (биологические, механические, агротехнические, климатические, организационные и прочие) с описанием вида потерь и их характеристики. Потери классифицированы на количественные и качественные, а также нормативные и сверхнормативные. Формализованы агротехнологические нарушения по степени воздействия потерь на объемы зерновой массы на стадии уборки и транспортировки по минимальному, максимальному и среднему признаку, где выделено 42 нарушения по группам потерь. Разработана алгоритмическая модель прогнозирования определения необходимого количества транспортных средств и агрегатов на технологическом процессе уборки и транспортировки зерновых культур, проведен расчет необходимого количества машинно-тракторных агрегатов на примере сельскохозяйственного предприятия СПК им. Калинина Кагальницкого района Ростовской области. Модель описывает весь технологический цикл уборки и транспортировки зерновых культур. Учитывая сезонную производительность каждого агрегата, агросроки, погодные условия и их наступление, площадь убираемой культуры, продолжительность каждого рейса и необходимость привлечения дополнительных машинно-тракторных агрегатов получено расчетное необходимое количество комбайнов, транспортных средств и мобильных прицепов перегрузчиков.

Ключевые слова: уборка и транспортировка зерновых культур, потери зерновой массы, индикаторы оценки потерь зерновой массы, классификация потерь зерновой массы, расчет транспортных средств и агрегатов, моделирование технологических процессов

Для цитирования: Глечикова Н.А., Рева А.Ф., Старченко И.В., Рева В.С. Цифровизированная модель определения количества необходимых транспортных средств и агрегатов на технологическом процессе уборки и транспортировки зерновых культур // Modern Economy Success. 2024. № 2. С. 300 – 308. DOI: 10.58224/2500-3747-2024-2-300-308

Поступила в редакцию: 17 октября 2023 г.; Одобрена после рецензирования: 19 декабря 2023 г.; Принята к публикации: 8 февраля 2024 г.

[1,2] Glechikova N.A., [1] Reva A.F., [1] Starchenko I.V., [3] Reva V.S.,
[1] Azov-Black Sea Engineering Institute of the Don State Agrarian University in Zernograd,
[2] Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov
[3] Bauman Moscow State Technical University

A digitalized model for determining the number of necessary vehicles and units in the technological process of harvesting and transporting grain crops

Abstract: the article provides a classification of grain mass losses during harvesting and transportation (biological, mechanical, agrotechnical, climatic, organizational, and others) with a description of the type of losses and their characteristics. Losses are classified into quantitative and qualitative, as well as normative and excess. Agro-

technological violations are formalized according to the degree of impact of losses on grain volumes at the stage of harvesting and transportation according to the minimum, maximum and average criteria, where 42 violations are identified by loss groups. An algorithmic model for predicting the determination of the required number of vehicles and aggregates in the technological process of harvesting and transporting grain crops has been developed, the calculation of the required number of machine and tractor units has been carried out using the example of the agricultural enterprise SEC named after Kalinin, Kagalnitsky district, Rostov region. The model describes the entire technological cycle of harvesting and transportation of grain crops. Taking into account the seasonal productivity of each unit, agricultural production, weather conditions and their onset, the area of the harvested crop, the duration of each trip and the need to attract additional machine and tractor units, the estimated required number of combines, vehicles and mobile trailers of transporters was obtained.

Keywords: harvesting and transportation of grain crops, loss of grain mass, indicators for assessing loss of grain mass, classification of loss of grain mass, calculation of vehicles and aggregates, modeling of technological processes

For citation: Glechikova N.A., Reva A.F., Starchenko I.V., Reva V.S. A digitalized model for determining the number of necessary vehicles and aggregates in the technological process of harvesting and transporting grain crops. Modern Economy Success. 2024. 2. P. 300 – 308. DOI: 10.58224/2500-3747-2024-2-300-308

The article was submitted: October 17, 2023; Approved after reviewing: December 19, 2023; Accepted for publication: February 8, 2024.

Введение

Уборка и транспортировка зерновых культур представляет собой важный и очень напряженный процесс части технологии производства сельскохозяйственной продукции. Важным моментом данного этапа является тот факт, что уборка и транспортировка должна быть проведена в кратчайшие сроки и с минимизацией потерь. Так как уровень потерь влияет на объемы валовых сборов и конечную себестоимость произведённой продукции. На начальной стадии необходимо установить сроки начала и проведения, способы уборки, состав техники и ее готовность. Преждевременная или запоздалая уборка, а также длительность проведения уборки оказывают влияние на увеличение потерь зерновой массы. Также резко возрастают потери, когда начинается период выпадения осадков, это способствует увеличению полеглости колоса [1, 2, 7].

Целью исследования является выявление характерного для данной технологической операции вида потерь и их классификация, а также исходя из поставленной цели задачами – определение необходимого количества машинно-тракторных агрегатов и прицепов-перегрузчиков для сведения к минимуму объемы потерь зерновой массы.

Материалы и методы исследований

Зерновая продукция имеет широкий спектр применения в различных областях, начиная от семенного материала (посевных фондов) и основных продуктов питания, заканчивая животноводством, продуктами промышленности и необходимыми резервами [3, 4, 5].

Общую сгруппированную классификацию потерь зерновой массы в период уборочных работ и транспортировки с описанием вида и характеристики можно представить в табличной форме (табл. 1).

Таблица 1

Классификация потерь зерновой массы в период уборки и транспортировки.

Table 1

Classification of losses of grain mass during harvesting and transportation.

Классификация потерь	Описание вида потерь	Характеристика вида потерь
Биологические	Потери зерновой массы, связанные с ее биологическими особенностями;	перезревание и не дозревание колоса, высокая влажность зерновой массы;
Механические	Потери зерновой массы, обусловленные травмированием зерна и растений на всей при уборке и транспортировке;	уплотнение почвы техникой, потери при уборке прямостоячих и полеглых хлебов, при обмолоте, за соломотрясом, при очесывании, дробление на всех стадиях уборки;

Продолжение таблицы 1
Continuation of Table 1

Агротехнические	Потери зерновой массы из-за нарушения технологии производства уборки и транспортировки;	организации транспортировки, неполного захвата жатки, неправильной регулировки пальцев граблин, недостаточного выдвижения мотовила вперед, чрезмерно большого зазора между спиралями, шнеком и днищем жатки, большой зазор между пальцами граблин и спиралями шнека;
Агрономические	Потери, вызванные нарушением земледелия, агрохимии, агрофизики, селекции, семеноводства, мелиорации;	нарушение сроков уборки, потери в колосе, высокая засоренность полей;
Климатические	Потери, зависящие от природно-климатических обстоятельств;	повышенная или пониженная влажность воздуха, полеглость, выдувание, нарушением температурного режима, увеличением или недостатком объемов осадков, колебанием влажности и ветрового потока;
Организационные	Потери, из-за нарушения совокупности принципов, методов и форм согласования действий комбайнеров и водителей, направленных на рациональную уборку и транспортировку зерновых культур;	вызванные простоем техники и работников, недостаточным уровнем квалификации работников, неотрегулированность техники, при выгрузке, после жатки, пропуски, огрехи, от комбайна на ток, хищения и недостачи;
Прочие	Непредусмотренные потери.	Потери, вызванные грызунами, птицами и насекомыми.
Качественные – потери качества продукции зерновой массы		Количественные – потери объемов зерновой массы
Нормативные – неизбежные потери, являющиеся частью производственного процесса и которые невозможно избежать		Сверхнормативные – потери, превышающие уровень допустимых потерь зерновой массы

Формализация агротехнологических нарушений по степени воздействия потерь на объемы зерновой массы на стадии уборки и транспортировки показана в табл. 2.

Таблица 2

Формализация агротехнологических нарушений по степени воздействия потерь на объемы зерновой массы на стадии уборки и транспортировки.

Table 2

Formalization of agrotechnological violations according to the degree of impact of losses on the volume of grain mass at the stage of harvesting and transportation.

№ п/п	Наименование агромероприятия, согласно технологической карте, где могут образоваться потери	Потери урожайности по уровню, %%		
		min	midi	max
Биологические	Осыпание зерна из колоса	1,0	12,0	25,0
	Неравномерное созревание посевов	2,0	7,0-8,0	15,0
	Высокая влажность зерна	1,5	5,0	10,0
	Прорастание зерна на корню	0,05	4,5	10,0
	Повреждение эндосперма	0,02	4,0	8,0
	Прорастание зерна в волках	1,0	0,5	10,0
	Неполное созревание зерна	1,0	5,5	12,0

Продолжение таблицы 2
Continuation of Table 2

Механические	Обламывание колосьев	2,5	5,0	10,0
	Механические повреждения зерна	2,0	8,0	15,0
	Микроповреждения	1,0	2,5	5,0
	Макроповреждения	2,5	5,0	10,0
	Плющение	0,5	2,5	5,0
Технологические	Потери в волках	0,5	8,5	15,0
	Не срезанные колосья	1,0	6,5	12,5
	Потери за молотилкой комбайна	2,5	5,5	10,0
	Недомолот в соломе	0, 5	5,0	10,0
	При выгрузке из бункера	2,0	5,5	12,0
	Недомолот в полове	0,5	5,0	10,0
	Распыл зерна от дробления	1,0	8,0	15,0
	Потери в соломотрясе	2,0	6,5	13,0
	Потери при очистке	2,5	5,5	10,0
	Свободное зерно в полове	0,5	6,0	12,0
Агрономические	Потери качества зерна	0,5	10,0	20,0
	Выбит зародыш или его повреждение	0,5	2,5	5,0
	Потери физико-механических свойств	1,5	5,0	11,0
	Потери биохимических свойств	1,0	7,5	15,0
	Обрушивание	0,5	10,0	20,0
Климатические	Высокая влажность почвы	0,5	15,0	30,0
	Подгар зерна	0,5	2,5	5,0
	Высокая влажность колосьев	2,0	12,0	25,0
	Выдувание	0,5	3,5	6,0
	Полеглость колосьев	0,5	5,0	15,0
	Засуха	0,5	10,0	20,0
	Туманность	0,5	5,0	10,0
Организационные	Потери от вредителей	1,0	8,0	16,0
	Логистика не соответствует производительности	3,0	12,0	25,0
	Скорость уборочных работ не соответствует созреванию зерновых	2,5	5,5	12,0
	Потери внешне-товарных свойств зерна	0,5	4,0	8,0
	Потери за жаткой и подборщиком	1,0	5,0	10,0
	При транспортировке на ток	1,0	6,0	12,0
	Потери при выгрузке из бункера	0,5	6,0	12,0
	Просыпание из бортов автомобиля	0,5	4,5	10,0

Для того, чтобы смоделировать ситуацию организационно-технологических приемов по устранению причин потерь зерновой массы при проведении уборочных работ необходимо определить какие виды потерь оказывают наибольшее влияние на валовые сборы. В данном случае подойдет корреляционно-регрессионный анализ зависимости урожайности зерновых культур от различного вида потерь.

Таблица 3

Динамика наличия сельскохозяйственной техники на конец года СПК им. Калинина, штук.

Table 3

Dynamics of the availability of agricultural machinery at the end of the year SPK im. Kalinina, pieces.

Наименование показателей	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Тракторы сельскохозяйственные, всех марок	34	35	35	35	35
Машины и оборудование сельскохозяйственные для обработки почвы, всего:	172	171	172	180	200
- плуги	12	12	13	13	14

Продолжение таблицы 3
Continuation of Table 3

- бороны, культиваторы	136	135	135	136	154
- сеялки, сажалки	20	20	20	24	24
- разбрасыватели удобрений	4	4	4	4	4
- прочие	-	-	1	3	4
Машины для уборки урожая, всего:	22	20	20	18	19
- сеноуборочные	1	1	1	1	1
- для уборки зерновых, масличных, бобовых и крупяных культур	21	19	19	17	16
в т.ч. комбайны зерноуборочные	9	7	7	5	4
жатки	12	12	12	12	12
Прочие машины и оборудование	2	2	2	2	2
Тракторные прицепы	16	16	16	16	16

Моделирование любого технологического процесса позволяет увидеть конечный результат и за ранее принять управленческие решения с целью недопустимости создания неблагоприятной ситуации. Разработанная алгоритмическая модель прогнозирования определения необходимого количества транспортных средств и агрегатов на технологическом процессе уборки и транспортировки зерновых культур отражает определение необходимого количества транспортных средств, комбайнов и прицепов с целью выявления необходимого привлечения дополнительных транспортных единиц для непрерывности технологического процесса уборки и транспортировки произведенного урожая зерновых культур.

На примере сельскохозяйственного предприятия СПК им. Калинина, Кагальницкого района Ростовской области, в течение 5-ти лет проводились наблюдения, выявления и технологические замеры возможных потерь зерновой массы.

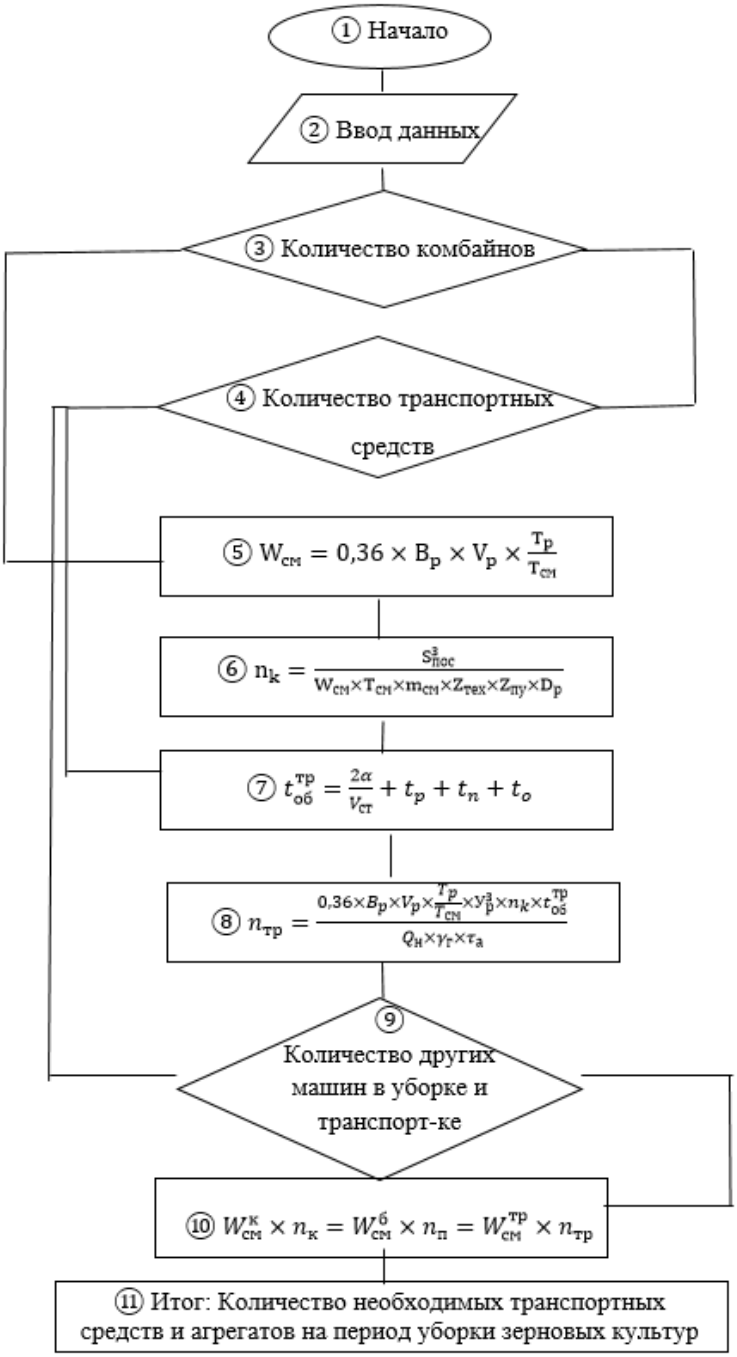


Рис. 1. Алгоритмическая модель прогнозирования определения необходимого количества транспортных средств и агрегатов на технологическом процессе уборки и транспортировки зерновых культур.
Fig. 1. Algorithmic model for predicting the determination of the required number of vehicles and units in the technological process of harvesting and transporting grain crops.

Таблица 4
Table 4

№ блока	Наименование блоков алгоритма
1.	Начало алгоритма.
2.	Исходные данные плана производства.
3.	Условие определения необходимого количества комбайнов.
4.	Условие определения необходимого количества транспортных средств.
5.	Определение сменной производительности комбайна.

Продолжение таблицы 4
Continuation of Table 4

6.	Определение необходимого количества комбайнов с учетом агросрока, производительности, погодных условий и необходимого объема работ.
7.	Определение продолжительности рейса.
8.	Определение количества транспортных средств.
9.	Условие определения необходимости привлечения других машин на период уборки зерновых культур.
10.	Определение количества мобильных прицепов-перегрузчиков, транспортных средств и комбайнов на весь технологический цикл уборки зерновых культур.
11.	Результат.

Алгоритмическая модель имеет условные обозначения,
где $B_{р.}$ – рабочая ширина захвата комбайна, м.;

$V_р$ – рабочая скорость комбайна, км./ч.;

$T_р$ – время чистой работы, ч.;

$T_{см}$ – продолжительность смены, ч.;

$S^{з.}_{пос}$ – посевная площадь зерновых культур, га.;

$m_{см}$ – количество смен, шт.;

$w_{см.}$ – сменная производительность, га./ч.;

$Z_{тех.}$ – коэффициент технического состояния машины;

$Z_{пу.}$ – коэффициент, учитывающий погодные условия;

$Д_{р.}$ – продолжительность оптимального агросрока, дн.;

$w^{к}_{см.}$, $w^{б}_{см.}$, $w^{тр}_{см.}$ – сменная производительность комбайна, прицепов-перегрузчиков, транспортного средства, т./ч.;

$n^{к}$, $n^{б}$, $n^{тр}$ – количество комбайнов, прицепов-перегрузчиков, транспортных средств, шт.;

$У^{з}_{р}$ – урожайность зерновых культур, ц/га.;

$t^{тр}_{об.}$ – время рейса транспортного средства, ч.;

$Q_{н.}$ – номинальная грузоподъемность транспортного средства, т.;

$\gamma_г$ – степень использования грузоподъемности;

$\tau_{а.}$ – коэффициент использования времени смены транспортного средства;

α – расстояние перевозки зерна на приемный пункт, км.;

$V_{ст.}$ – среднетехническая скорость движения автомобиля, км./ч.;

$t_{р.}$ – продолжительность разгрузки автомобиля, ч.;

$t_{п.}$ – время загрузки автомобиля, ч.;

$t_{о.}$ – время оформления документов, ч.;

Результаты и обсуждения

Для выполнения сельскохозяйственных работ в растениеводстве и во вспомогательных производствах, в зависимости от площади посевов кооператив должен располагать следующими техническими средствами и агрегатами:

– тракторы всех марок (без учета тех, на которые смонтированы машины) – 35 единиц, в том числе: К 744 Р3 – 1 шт.; К-701; К-700А – 4 шт.; Т-150К – 6 единиц (1 на хранении); приобрели новый БТЗ-243.20;

– гусеничные: Т-150; ДТ-75 – 4 единиц (принимает участие в работе 1 шт.);

– колесные: МТЗ; ЮМЗ; Т-40 – 16 единиц; МТЗ-1543-1 шт.; МТЗ-1221 – 1 шт.; МТЗ-892 – 1 шт.; МТЗ-80;

– зерноуборочные комбайны – 6 единиц, в их числе: АКРОСы 530 (1 шт.), 580 (1 шт.) , 595»плюс» (2 шт.) и 2 комбайна Дон-1500А; автомобили – 32 единицы (используется 19), в том

числе для перевозки грузов – 9 единиц, остальные специальные и обслуживающие.

Выводы

По возрастному параметру МТП хозяйства в основном имеет запредельный амортизационный срок эксплуатации, и даже с учётом ремонтно-восстановительных мероприятий, требующих значительных материальных затрат, работает не всегда надёжно [7].

В 2022 году только на запасные части и материалы для ремонта основных средств было израсходовано 4,058 млн руб., а в 2021 г. – 4,079 млн руб., в 2020 г. – 2,866 млн руб., в 2019 году – 3,940 млн руб., в 2018 – 3,940 млн руб.

Расходы на запчасти продолжают оставаться очень высокими, но за счет постепенного обновления техники в последние годы наметилась тенденция к их снижению. Затраты на запасные части и материалы для ремонта основных средств являются одной из основных статей в структуре затрат на сельхозпроизводство в экономике обследуемого предприятия.

За 2022 год 26 физических тракторов выполнили 17698 усл.эт.га, что на 603 усл.эт.га меньше, чем в 2021 году. Сезонная выработка на 1 условный трактор составила 642 усл.эт.га при норме 1700 усл.эт.га, в том числе:

– отделение №1 – 478 усл.эт.га, что на 181 усл.эт.га меньше, чем в 2021 году;

– отделение №4 – 807 усл.эт.га, что на 3 усл.эт.га больше, чем в 2021 году.

Список источников

1. Бондаренко А.М., Качанова Л.С., Глечикова Н.А., Рева А.Ф. Формирование механизма управления технологиями рециклинга органических отходов в аграрном секторе экономики // Международный технико-экономический журнал. 2019. № 6. С. 117 – 127.

2. Гарькавый В.В., Глечикова Н.А. Экономика и прогнозирование потерь зерна в сельскохозяйственном предприятии: монография. Ростов-на-Дону: ГНУ ВНИИЭиН. 2005. 154 с.

3. Глечикова Н.А., Серёгин А.А., Рева А.Ф Экологическая безопасность и экономические риски проекта по переработки отходов в Ростовской области // Вестник аграрной науки Дона. 2018. № S4. С. 105 – 113.

4. Глечикова Н.А., Серёгин А.А., Рева А.Ф Комплексная оценка развития сельских территорий (на примере Южного федерального округа) // Международный научный журнал. М.: ООО «Спектр». 2017. № 5. С. 112 – 113.

5. Качанова Л.С., Глечикова Н.А., Рева А.Ф Практико-ориентированный подход ресурсной конфигурации в формировании стратегии управления аграрным сектором региона // Экономика и предпринимательство. 2019. № 10 (111). С. 478 – 486.

6. Курепина Н.Л., Болаев Б.К., Оконов М.М., Салаев Б.К., Серёгин А.А., Глечикова Н.А. К вопросу обоснования эколого-реабилитационных технологий сельскохозяйственного природопользования в Калмыкии // Вестник аграрной науки Дона. 2022. Т. 15. № 4 (60). С. 17 – 28.

7. Glechikova N.A., Seryogin A.A., Reva A.F. Comprehensive assessment of the development of rural territories (on the example of the Southern Federal District) // International scientific journal. M.: Spectr LLC. 2017. № 5. P. 112 – 113.

8. Саитов В.В., Кузьменко О.В., Глечикова Н.А. Оценка состояния и проблем развития сельскохозяйственного производства в Орловском районе Ростовской области // Активная честолюбивая интеллектуальная молодёжь сельскому хозяйству. 2021. № 1 (10). С. 81 – 88.

9. Nechaev V., Glechikova N., Seriogin A. Developing Breeding and Seed-Breeding in Russia: Organizationai, Economic, and Legal Aspects. The Challenge of Sustainability in Agricultural Systems // Lecture Notes in Netwoks and System. 2021. Vol. 1. 205 p.

10. Nechaev V., Glechikova N., Seriogin A. Modeling the Development of the Economic Security System of Regions as the Basis of Stability. Studies in Systems, Decision and Control, 2020. 282 p.

References

1. Bondarenko A.M., Kachanova L.S., Glechikova N.A., Reva A.F. Formation of a mechanism for managing organic waste recycling technologies in the agricultural sector of the economy. International Technical and Economic Journal. 2019. No. 6. P. 117 – 127.

2. Garkavy V.V., Glechikova N.A. Economics and forecasting of grain losses in an agricultural enterprise: monograph. Rostov-on-Don: GNU VNIIEiN. 2005. 154 p.

3. Glechikova N.A., Seregin A.A., Reva A.F. Environmental safety and economic risks of the waste processing project in the Rostov region. Bulletin of Agrarian Science of the Don. 2018. No. S4. P. 105 – 113.

4. Glechikova N.A., Seregin A.A., Reva A.F. Comprehensive assessment of the development of rural areas (on the example of the Southern Federal District). International scientific journal. M.: Spectr LLC. 2017. No. 5. P. 112 – 113.

5. Kachanova L.S., Glechikova N.A., Reva A.F. Practice-oriented approach to resource configuration in the formation of a strategy for managing the agricultural sector of the region. Economics and entrepreneurship. 2019. No. 10 (111). pp. 478 – 486.

6. Kurepina N.L., Bolaev B.K., Okonov M.M., Salaev B.K., Seryogin A.A., Glechikova N.A. On the issue of substantiating environmental and rehabilitation technologies for agricultural environmental management in Kalmykia. Bulletin of Agrarian Science of the Don. 2022. T. 15. No. 4 (60). P. 17 – 28.

7. Glechikova N.A., Seryogin A.A., Reva A.F. Comprehensive assessment of the development of rural territories (on the example of the Southern Federal District). International scientific journal. M.: Spectr LLC. 2017. No. 5. P. 112 – 113.

8. Saitov V.V., Kuzmenko O.V., Glechikova N.A. Assessment of the state and problems of development of agricultural production in the Oryol district of the Rostov region. Active ambitious intellectual youth of agriculture. 2021. No. 1 (10). P. 81 – 88.

9. Nechaev V., Glechikova N., Seriogin A. Developing Breeding and Seed-Breeding in Russia: Organiza-tionai, Economic, and Legal Aspects. The Challenge of Sustainability in Agricultural Systems. Lecture Notes in Networks and System. 2021. Vol. 1.205 p.

10. Nechaev V., Glechikova N., Seriogin A. Modeling the Development of the Economic Security System of Regions as the Basis of Stability. Studies in Systems, Decision and Control, 2020. 282 p.

Информация об авторах

Глечикова Н.А., доктор экономических наук, доцент, Азово-Черноморский инженерный институт, филиал Донского государственного аграрного университета в г. Зернограде, Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова

Рева А.Ф., кандидат технических наук, доцент, Азово-Черноморский инженерный институт, филиал Донского государственного аграрного университета в г. Зернограде,

Старченко И.В., кандидат экономических наук, доцент, Азово-Черноморский инженерный институт, филиал Донского государственного аграрного университета в г. Зернограде,

Рева В.С., Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

© Глечикова Н.А., Рева А.Ф., Старченко И.В., Рева В.С., 2024