Научная статья
УДК 631.5
doi: 10.55196/2411-3492-2025-2-48-96-103

Повышение эффективности проведения камнеуборочных работ на обрабатываемых полях горных и предгорных территорий

Таймураз Асланбекович Уртаев[✉1], **Артур Гамлетович Кабалоев**[2], **Николай Сосланович Джиоев**[3]
Горский государственный аграрный университет, улица Кирова, 37, Владикавказ, Россия, 362040
[✉1]tamu_1984@mail.ru , https://orcid.org/0009-0003-9586-0862
[2]kabaloevartyr@mail.ru, https://orcid.org/0009-0007-8858-2154
[3]nsdzhioev@msal.ru

Аннотация. Эффективность технологии точного земледелия так же, как и традиционных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, часто зависит от своевременного решения вопросов по снижению влияния негативных природно-климатических факторов на технико-эксплуатационные показатели и агротехническое качество технологических операций. К негативным факторам, сказывающимся на качестве операций по обработке почв, уходу за растениями и уборке сельскохозяйственных культур в условиях горного и предгорного земледелия, относятся неоднородность почвы по физико-механическому составу и засоренность обрабатываемых полей камнями. Предложенные в исследовании технология и методика могут способствовать снижению затрат труда и времени на мониторинг каменистости полей. Альтернативой применения связи GPS для определения координат может явиться применение инерциальных датчиков, обеспечивающих повышение частоты измерений по сравнению с GPS и камерами (технологиями SLIM) до 400 Гц и более, что на порядок выше частоты видеокадров 30 Гц. Однако их применение требует расчета результатов в неподвижной системе координат с интегрированием по времени, при котором накапливаются ошибки измерений (дрейф) – чем дольше период измерения, тем больше итоговая ошибка в следующий момент времени, поэтому в идеале целесообразно совместное применение GPS вместе с инерциальными датчиками.

Ключевые слова: каменистая почва, культуртехнические работы, уборка камней, исследование каменистости, очистка полей, почвообрабатывающие машины, картирование полей

Для цитирования: Уртаев Т. А., Кабалоев А. Г., Джиоев Н. С. Повышение эффективности проведения камнеуборочных работ на обрабатываемых полях горных и предгорных территорий // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. – 2025. № 2(48). С. 96–103. doi: 10.55196/2411-3492-2025-2-48-96-103

Original article

Increasing the efficiency of stone removal operations in cultivated fields of mountainous and foothill areas

Taimuraz A. Urtaev[✉1], **Artur G. Kabaloev**[2], **Nikolai S. Dzhioev**[3]
Gorsky State Agrarian University, 37 Kirov Street, Vladikavkaz, Russia, 362040
[✉1]tamu_1984@mail.ru , https://orcid.org/0009-0003-9586-0862
[2]kabaloevartyr@mail.ru, https://orcid.org/0009-0007-8858-2154
[3]nsdzhioev@msal.ru

© Уртаев Т. А., Кабалоев А. Г., Джиоев Н. С., 2025

Abstract. The efficiency of work in precision farming technologies, as well as in traditional crop cultivation technologies, often depends on the timely resolution of issues on reducing the impact of negative natural and climatic factors on the technical and operational indicators and agrotechnical quality of the performed technological operations. Negative factors affecting the quality of soil cultivation, plant care and harvesting of agricultural crops in mountain and foothill farming include heterogeneity in the physical and mechanical composition of the soil and contamination of areas of cultivated fields with stones. The proposed technology and research methodology can reduce labor and time costs for monitoring the stony content of fields. The inertial sensors, alternative to GPS communication using to determine coordinates can be used to provide an increase in the measurement frequency compared to GPS and cameras (SLIM technologies) up to 400 Hz and more, which is an order of magnitude higher than the video frame rate of 30 Hz. However, their use requires calculating the results in a fixed coordinate system with integration over time, during which measurement errors (drift) accumulates – the longer the measurement period, the greater the resulting error the next moment, so it is advisable to use GPS together with inertial sensors consummately.

Keywords: stony soil, cultural engineering, stone harvesting, stony research, field cleaning, tillage machines, field mapping

***For citation*:** Urtaev T.A., Kabaloev A.G., Dzhioev N.S. Increasing the efficiency of stone removal operations in cultivated fields of mountainous and foothill areas. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2025;2(48):96–103. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2025-2-48-96-103

Введение. Подготовка почв к возделыванию сельскохозяйственных культур в горах и предгорьях РСО – Алания часто связана с проведением культуртехнических работ по расчистке обрабатываемых полей от камней, так как работа техники на каменистых сельскохозяйственных участках характеризуется снижением агротехнического качества, производительности и других технико-эксплуатационных показателей. Ввиду взаимодействия рабочих органов машин с камнями часто происходят поломки и пробуксовки колес тракторов. Для снижения возникающих поломок технологические операции по обработке каменистых почв вынужденно проводят на малых скоростях, что негативно сказывается на производительности работ.

Ежегодное проведение культуртехнических работ по расчистке каменистых почв от камней при помощи традиционных технологий позволяет устранить указанные недостатки в эксплуатации техники, однако это требует больших затрат денег, времени и труда [1, 2]. Расходы на расчистку полей от камней зависят от степени каменистости участков, неоднородности по размерам встречаемых в почве камней, отдалённости участков друг от друга и возможности применения конкретной камнеуборочной технологии и техники.

Цель исследования – разработка инновационной технологии мониторинга с повышенной точностью исследования неоднородности каменистых почв и координат расположения камней на обрабатываемых полях горных и предгорных территорий в целях повышения эффективности проведения камнеуборочных работ с рациональным подбором применяемой для этого техники.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследование базируется на методах физического и математического моделирования, обобщения и сравнения. В качестве объекта исследования использована предохранительная система рабочих органов почвообрабатывающей фрезы. Результаты расчетов параметров процесса камнеуборочных работ обработаны с помощью пакета прикладных программ «STATISTICA-5.0».

Результаты исследования. В традиционной технологии камнеуборки рациональный подбор техники для её осуществления связан с необходимостью проведения предварительных исследований на степень засоренности почвы участков камнями. Известные методики таких исследований предполагают использование данных по объёму камней, извлечённых на учётных выкопках пахотного слоя почвы. Исследование участков по диагонали с дальнейшим анализом общего объема извлеченных фракций по выкоп-

кам и расчётом среднего значения позволяет судить о степени засоренности или каменистости почвы участков. Однако такие методы не отличаются достаточной точностью, хотя и позволяют судить о необходимости применения конкретной технологии и спектра конструкций машин. К тому же эти методы сопряжены со значительными затратами труда, времени и финансов, особенно при большой степени неоднородности и отдалённости исследуемых участков друг от друга [3–5].

Приобретение и содержание полноценного комплекса камнеуборочной техники с различными машинами непрерывного и циклического действия требует значительной доли финансовых вложений, поэтому использование принципов точного земледелия в технологиях проведения камнеуборочных работ является обоснованным. К примеру, в хозяйствах горных районов из-за недостаточного объема и неточности данных исследования каменистости камнеуборочной технике приходится проходить участки полей всплошную, работая на максимальной глубине камнеизвлечения, что менее производительно и более энергозатратно по сравнению с локальными работами [5–7].

С учетом вышеизложенного в целях устранения недостатков традиционной технологии камнеуборки и методики исследования каменистости участков полей авторами предложена новая технология, позволяющая определять не только среднюю степень каменистости участков, но и конкретные места распределения фракций, а также места расположения камней, их размеры и глубину залегания в пахотном слое.

Предложенная технология предусматривает несколько вариантов её реализации:

1) предварительное исследование земель на предмет обнаружения камней различных фракций, распределённых на поверхности почвы, с помощью систем компьютерного или машинного зрения, устанавливаемых на наземной или летательной технике, например, на машинно-тракторных агрегатах (МТА), наземных дронах или беспилотных летательных аппаратах (БПЛА);

2) исследование земель на предмет обнаружения поверхностных камней различных фракций с помощью анализа снимков поверхности почв, получаемых с платных или бесплатных сервисов спутниковыми средствами дистанционного зондирования (при условии достаточного разрешения снимков для анализа и обработки);

3) исследование участков на предмет наличия не только поверхностных, но и скрытых в пахотном слое почвы камней. Такую технологию возможно реализовать при оснащении МТА, наземного дрона или БПЛА средствами геообследования, работа которых основана на принципе георадарного профилирования и анализа получаемых на радарограммах гиперболических контуров ввиду дифракций, возникающих от камней, скрытых в почве;

4) исследование земель с помощью систем предохранения рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин для каменистых почв со счётчиком срабатываний (обходов камней), отмечающим расположение камней на электронной карте поля либо на самом участке с помощью различных флажков или радиометок на колышках.

Из всех предложенных вариантов исследования каменистости почв наиболее производительным является вариант с применением БПЛА и машинного зрения, а наименее затратным – последний вариант, оснащенный счётчиками и датчиками выглубления, срабатывающими при обходе камней рабочими органами в процессе выполнения операций по обработке почвы или посеву.

При оборудовании плугов этой системой можно будет судить о крупных валунах, так как предохранители рабочих органов таких плугов обычно не чувствительны к камням меньших размеров, вынося их на поверхность почвы. При срабатывании такой системы на машинах для сплошной обработки почвы можно будет судить о наличии камней меньших размеров, залегающих в поверхностном слое. При оборудовании такой системой широкозахватных щелевателей и культиваторов-рыхлителей датчиков может потребоваться значительно больше. По частоте срабатывания и величине выглубления рабочих органов возможно определить степень засоренности и размеры фракций встречаемых камней.

Наилучшее представление о расположении и размерах камней будут давать системы

предохранения на комбинированных почвообрабатывающих агрегатах для сплошной обработки, оборудованных рабочими органами, установленными на различную глубину хода в почве.

Рассмотрим подробно возможности переоборудования систем предохранения почвообрабатывающих орудий для мониторинга каменистости полей на примере образца предохранителя уравновешенного корпуса плуга Ярославской ГСХА, конструкция которого защищена патентом РФ № 2335107 (рис. 1) [8], и образца предохранительной системы рабочих органов почвообрабатывающей фрезы конструкции Горского ГАУ (рис. 2) [9].

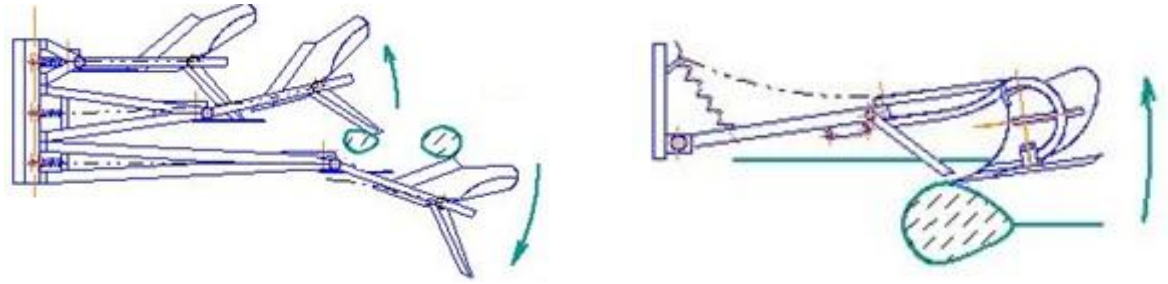

Рисунок 1. Схема работы предохранительной системы от поломок уравновешенных корпусов конструкции плуга Ярославской ГСХА
Figure 1. Scheme of operation of the safety system against breakdowns of balanced bodies of the plow design of the Yaroslavl SAA

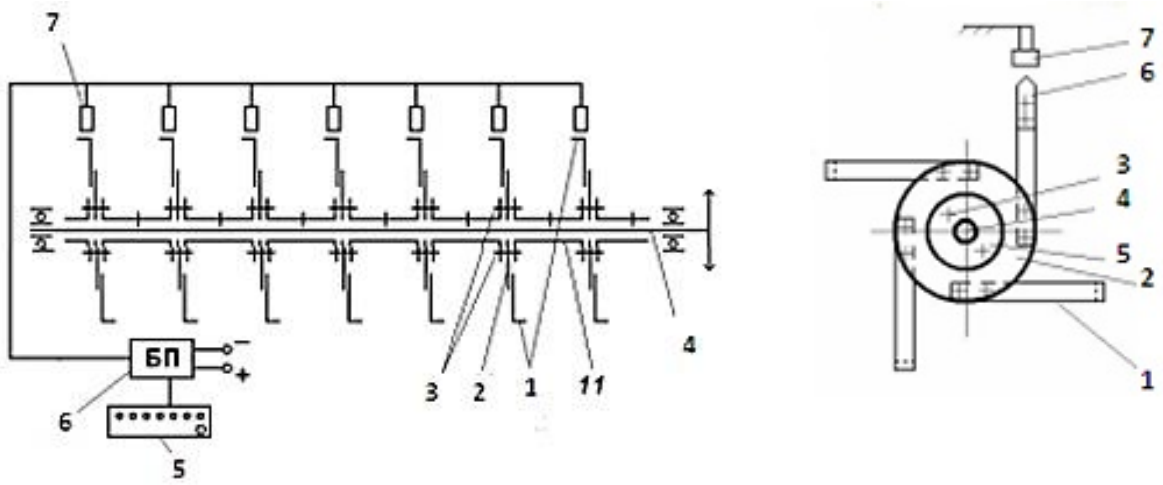

Рисунок 2. Схема почвообрабатывающей фрезы Горского ГАУ, оборудованной системой сигнализации срабатываний предохранительных механизмов секций:
1 – нож; *2* – диск; *3* – срезной болт;, *4* – приводной вал; *5* – предохранительная муфта; *6* – маяк ножа; *7* – датчик Холла; *8* – электронный блок сигнализации срабатываний предохранителей; *9* – блок питания
Figure 2. Scheme of the tillage cutter of Gorsky SAU equipped with a system of signaling the operation of safety mechanisms of sections:
1 – knife; *2* – disk; *3* – shear bolt; *4* – drive shaft; *5* – safety clutch; *6* – knife beacon; *7* – Hall sensor; *8* – electronic unit of signaling the operation of safety mechanisms; *9* – power supply

Особенностью первой конструкции является то, что процесс обхода плужным корпусом встречаемых в почве камней может происходить со смещением положения корпусов в двух плоскостях: вертикальной и горизонтальной, что обеспечивается применением самоустанавливающегося в процессе движения грядиля рабочих органов, реализуемого в ряде случаев флюгерной или маятниковой схемой крепления к раме, либо карданно-шарнирным креплением. Оснастив поворотные звенья секции такого плуга электрони-

кой, позволяющей измерять величину отклонения корпуса от прямолинейного курса в горизонтальной и вертикальной плоскостях во время обхода камней, при движении в почве можно определить их наличие, ориентировочный размер и глубину залегания.

По количеству отклонений с возвратом корпусов в исходное положение на обработанной плугом площади поля можно определить степень засоренности участка и конкретное количество камней, требующих извлечения из пахотного слоя. Распределив записанные данные горизонтальных и вертикальных отклонений плужных корпусов по группам отклонений с помощью средств математического анализа и статистической обработки, получим ориентировочное соотношение различных фракций камней, встретившихся в почве обработанного участка.

Предположим, плуг двигался со определенной скоростью, пройдя определенное расстояние за время, и мы имеем запись с сигналами датчиков отклонения двух соседних плужных секций. В случае поочерёдного обхода обеими соседними секциями одного и того же камня, расположенного на пути движения плуга, между сигналами датчиков их отклонения будет временной промежуток, обусловленный конструктивной отдалённостью соседних корпусов плуга друг от друга, неравномерностью скорости движения и разницей мест взаимодействия рабочих органов с камнем.

При условии, что оба корпуса плуга обошли камень с отклонением по горизонтали, отклонение первого происходит влево, а второго – вправо, получим размер камня по горизонтали, если камень находился на уровне лемеха и выше. Если оба отклонились больше вверх по вертикали, то возможно, встретился камень, превышающий по размеру ширину обоих корпусов, либо это два находящихся рядом камня. Если отклонение первой секции происходило вверх и влево, а второй секции – вверх и вправо, то очевидно, на их пути встретился один и тот же валун, расположенный посередине следа прохода обеих секций. Если имеем сигналы отклонений обеих секций в одну сторону, и при этом нет временной задержки между ними, то плуг встретился с двумя разными камнями на пути первой и второй секций.

Особенностью предохранительной системы второй конструкции, разработанной учеными Горского ГАУ для рабочих органов почвообрабатывающей фрезы, является возможность регистрации пробуксовок секций ножей фрезы при обходе поверхностных и скрытых камней с помощью предусмотренной в конструкции электронной системы сигнализации, регистрирующей работу каждой из секций, расположенных на приводном валу фрезы по ширине захвата машины.

При пробуксовках какой-либо из секций фрезы, возникающих вследствие взаимодействия её ножей с камнем, по сигналу предусмотренных в конструкции датчиков оборотов секций можно определить, предохранитель какой секции сработал, и в каком месте по ширине захвата расположился камень (с учетом ширины захвата ножей и заданной глубины обработки почвы) [9, 10]. Срабатывание двух или трёх соседних секций с длительной пробуксовкой будет означать взаимодействие с камнем крупных размеров, располагающимся в обрабатываемом пласте.

Таким образом, по количеству срабатываний предохранителей рабочих органов или количеству пробуксовок секций фрезы на приводном валу можно определить степень каменистости и неоднородности распределения камней на исследуемых участках, а также конкретное расположение, ориентировочные размеры камней и глубину их залегания в почве.

Предложенная технология и методика исследования будет способствовать снижению затрат труда и времени на мониторинг каменистости полей. Альтернативой применения связи GPS для определения координат может явиться применение инерциальных датчиков, обеспечивающих повышение частоты измерений по сравнению с GPS и камерами (технологиями SLIM) до 400 Гц и более, что на порядок выше частоты видеокадров 30 Гц. Однако их применение требует расчета результатов в неподвижной системе координат с интегрированием по времени, при котором накапливаются ошибки измерений (дрейф) – чем дольше период измерения, тем больше итоговая ошибка в следующий момент времени, поэтому в идеале целесообразно совместное применение GPS вместе с инерциальными датчиками.

Выводы. 1. Предложена усовершенствованная технология исследования неоднородности каменистых почв полей горных и предгорных территорий с различными вариантами реализации, позволяющая повысить эффективность камнеуборочных работ за счёт рационального подбора технологических операций и техники на основе данных электронных карт с точными координатами расположения камней и глубиной их залегания, требующих поверхностного сбора и извлечения из пахотного слоя почвы.

2. Предложенные варианты реализации технологии позволяют применить оптимальное решение для мониторинга каменистости почв с учетом предполагаемого уровня технического оснащения и финансовых возможностей хозяйств.

Список литературы

1. Проблемы и перспективы проведения мелиоративных работ в Кабардино-Балкарской Республике / Ю. А. Шекихачев, А. Ш. Тешев, В. Х. Мишхожев [и др.] // АгроЭкоИнфо. 2024. № 2(62). 16. DOI: 10.51419/202142236. EDN: DFSFVH

2. Оптимизация обработки почвы при выращивании озимых культур в условиях Кабардино-Балкарской Рреспублики / Ю. А. Шекихачев, А. Ш. Тешев, Мишхожев В. Х. [и др.] // АгроЭкоИнфо. 2024. № 2(62). Р. 33. DOI: 10.51419/202142234. EDN: FTPPDU

3. Винокуров В. Н. Исследование засоренности почв каменистыми включениями и влияния их на поломки плужных лемехов // Лесной вестник. 2012. № 3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-zasorennosti-pochv-kamenistymi-vklyucheniyami-i-vliyaniya-ih-na-polomki-pluzhnyh-lemehov

4. Аспект засоренности дереово-подзолистой почвы камнями в условиях длительнлго окультуривания / И. А. Заверткин, О. А. Савоськина, А. В. Шитикова, И. М. Жогин // Владимирский земледелец. 2023. № 4(106). DOI: 10.24412/2225-2584-2023-4106-12-17. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/aspekt-zasorennosti-dernovo-podzolistoy-pochvy-kamnyami-v-usloviyah-dlitelnogo-okulturivaniya.

5. Уртаев Т.А., Кудзаев А. Б. Исследование каменистости почв полей горной и предгорной местности РСО – Алания // Известия Горского государственного аграрного университета. 2014. Т. 51. № 4. С. 238–248. EDN: TCCZCT

6. Уртаев Т. А., Кабалоев А. Г. К обзору и анализу камнеподборщиков и камнеуборочных машин // Перспективы развития АПК в современных условиях: материалы 13-й Международной научно-практической конференции, Владикавказ, 26–27 мая 2024 года. Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2024. С. 209–213.

7. Уртаев Т. А. Дзаллаев В. З. Современные технические средства для исследования почв горных и предгорных территорий // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: материалы XII Международной научно-практической конференции, Владикавказ, 08–10 декабря 2022 года. Владикавказ: Веста, 2022. С. 61–65.

8. Пат. 2335107 Российская Федерация, МПК A01B 13/00. Плуг / В. А. Николаев; патентообладатель ФГБОУ ВО Ярославская сельскохозяйственная академия. № 2006139708/12; заявл. 09.11.2006; опубл. 10.10.2008, Бюл. № 28. 8 с.

9. Пат. 2771361 Российская Федерация, МПК A01B 33/02, A01B 33/14. Почвообрабатывающая фреза / А. Б. Кудзаев, А. Э. Цгоев, И. А. Коробейник [и др.]; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Горский государственный аграрный университет. № 2021125127; заявл. 25.08.2021; опубл. 04.05.2022, Бюл. № 1.

10. Уртаев Т. А. Кудзаев А. Б. Разработка блока управления системой сигнализации фрезы для обработки каменистых почв // Перспективы развития АПК в современных условиях: материалы 10-й Международной научно-практической конференции, Владикавказ, 10–11 июня 2021 года. Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2021. С. 241–246. EDN: CCXHLF

References

1. Shekihachev Yu.A., Teshev A.Sh., Mishkhozhev V.Kh. [et al.] Problems and prospects for melioration work in the Kabardino-Balkarian Republic. *AgroEkoInfo*. 2024;2(62):16. (In Russ.). DOI: 10.51419/202142236. EDN: DFSFVH

2. Shekihachev Yu.A., Teshev A.Sh., Mishkhozhev V.H. [et al.]. Optimization of soil tillage when growing winter crops in the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic. *AgroEkoInfo*. 2024;2(62):33. (In Russ.). DOI: 10.51419/202142234. EDN: FTPPDU

3. Vinokurov V.N. Investigation of soil contamination with stony inclusions and their effect on breakage of ploughshares. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoj vestnik*. 2012;(3). (In Russ.). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-zasorennosti-pochv-kamenistymi-vklyucheniyami-i-vliyaniya-ih-na-polomki-pluzhnyh-lemehov

4. Zavertkin I.A., Savoskina O.A., Shitikova A.V., Zhogin I.M. Level of stone contamination of soddy podzolic soil under conditions of long-term cultivation. Vladimir agricolist. 2023;4(106):12–17. (In Russ.). DOI: 10.24412/2225-2584-2023-4106-12-17. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/aspekt-zasorennosti-dernovo-podzolistoy-pochvy-kamnyami-v-usloviyah-dlitelnogo-okulturivaniya

5. Urtaev T.A., Kudzaev A.B. The study of the soil stoniness in the fields of mountain and foothill areas of North Ossetia-Alania. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2014;51(4):238–248. (In Russ.). EDN: TCCZCT

6. Urtaev T.A., Kabaloev A.G. On the review and analysis of stone pickers and stone-cleaning machines. *Perspektivy razvitiya APK v sovremennyh usloviyah: materialy 13-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Vladikavkaz, 26–27 maya 2024 goda*. [Prospects for the development of the agro-industrial complex in modern conditions: materials of the 13th International scientific and practical conference, Vladikavkaz, May 26-27 2024]. Vladikavkaz: Gorskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2024. Pp. 209–213. (In Russ.)

7. Urtaev T.A. Dzallaev V.Z. Modern technical means for studying soils of mountainous and foothill areas. *Molodye uchenye v reshenii aktual'nyh problem nauki: materialy XII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Vladikavkaz, 08–10 dekabrya 2022 goda* [Young scientists in solving urgent problems of science: materials of the XII International scientific and practical conference, Vladikavkaz, December 08-10, 2022]. Vladikavkaz: "Vesta", 2022. Pp. 61–65. (In Russ.)

8. Pat. 2335107 Russian Federation, Int. Cl A01B 13/00. Plough. V.A. Nikolaev; patent holder FGOU VPO Jaroslavskaja gosudarstvennaja sel'skokhozjajstvennaja akademija. No. 2006139708/12; application 09.11.2006; publ. 10.10.2008, Bull. No. 28. 8 p. (In Russ.)

9. Pat. 2771361 Russian Federation, Int. Cl A01B 33/02, A01B 33/14. Tillage cutter. A.B. Kudzaev, A.E. Tsgoev, I.A. Korobaynik [et al.]; patent holder FGBOU VO Gorskii Gosudarstvennyi Agrarnyi Universitet. No. 2021125127; application 08.25.2021; publ. 05.04.2022, Bull. No. 1. (In Russ.).

10. Urtaev T.A. Kudzaev A.B. Development of a control unit for the signaling system of a cutter for processing stony soils. *Perspektivy razvitiya APK v sovremennyh usloviyah: materialy 10-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Vladikavkaz, 10–11 iyunya 2021 goda*. [Prospects for the development of the agro-industrial complex in modern conditions: materials of the 10th International scientific and practical conference, Vladikavkaz, June 10-11, 2021]. Vladikavkaz: Gorskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2021. Pp. 241–246. (In Russ.). EDN: CCXHLF

Сведения об авторах

Уртаев Таймураз Асланбекович – кандидат технических наук, доцент кафедры технических систем в агробизнесе, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет», SPIN-код: 7380-6906, Researcher ID: AAD-5477-2022

Кабалоев Артур Гамлетович – аспирант кафедры технических систем в агробизнесе, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет», SPIN-код: 3737-5885

Джиоев Николай Сосланович – аспирант кафедры технических систем в агробизнесе, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет», SPIN-код: 5609-6460

Information about the authors

Taimuraz A. Urtaev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Systems in Agribusiness, Gorsky State Agrarian University, SPIN-code: 7380-6906, Researcher ID: AAD-5477-2022

Artur G. Kabaloev – Postgraduate student of the Department of Technical Systems in Agribusiness, Gorsky State Agrarian University, SPIN-code: 3737-5885

Nikolay S. Dzhioev Dzhioev – Postgraduate student of the Department of Technical Systems in Agribusiness, Gorsky State Agrarian University, SPIN-code: 5609-6460

Авторский вклад. Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант статьи.

Author's contribution. All authors have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. All authors have read and approved the final version of this article.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 07.05.2025;
одобрена после рецензирования 27.05.2025;
принята к публикации 03.06.2025.

The article was submitted 07.05.2025;
approved after reviewing 27.05.2025;
accepted for publication 03.06.2025.