

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

Technologies, Machines and Equipment for the Agro-industrial Complex

Научная статья

УДК 634.1:631.6.02

doi: 10.55196/2411-3492-2024-1-43-78-87

Технологическое и техническое обеспечение противоэрозионного  
обустройства территории в предгорных и горных  
садовых агроландшафтах

Аслан Каральбиевич Апажев<sup>1</sup>, Жамал Хажисманович Бакуев<sup>2</sup>,  
Юрий Ахметханович Шекихачев<sup>✉3</sup>, Луан Мухажевич Хажметов<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup>Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова,  
проспект Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

<sup>2</sup>Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства,  
ул. Шарданова, 23, Нальчик, Россия, 360001

<sup>1</sup>kbr.apagev@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5448-5782>

<sup>2</sup>kbrapple@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-4898-6417>

<sup>✉3</sup>shek-fmep@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6300-0823>

<sup>4</sup>hajmetov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5830-4355>

**Аннотация.** Применяемые на практике способы освоения склонов под плодовые культуры имеют существенные недостатки: низкий коэффициент использования площади и нарушение гумусового слоя почвы, что приводит к усилению процессов водной и ветровой эрозии. Строительство ступенчатых террас сопряжено с низким коэффициентом использования склоновых земель и требует значительных единовременных капиталовложений. В связи с этим разработана новая конструкция террас, обеспечивающая противоэрозионное устройство территорий в предгорных и горных садовых агроландшафтах и увеличение коэффициента использования склона, является актуальной в условиях Центральной части Северного Кавказа. Цель исследования – разработка новой конструкции террасы, обеспечивающей противоэрозионное устройство территорий в предгорных и горных садовых агроландшафтах и увеличение коэффициента использования склона. Объект исследования – новая конструкция террасы. При проведении исследований использовались методы физического моделирования. В ходе исследований проанализированы особенности наиболее применяемых конструкций террас, выявлены их недостатки и разработан новый способ устройства террас, имеющий технологические и конструктивные отличия. Сложившаяся конструкция ступенчатых террас с четырьмя элементами упрощается до двух полотен с заданным профилем и выемочно-насыпным откосом с единовыпрямленным профилем, задерживаемым ускоренно. Установлено, что при нарезке по счету седьмой террасы экономится площадь для дополнительной террасы с шириной полотна 5 м на склоне крутизной 14-16°. В пересчете на гектар террасированного склона полученная дополнительная площадь полотна достаточна для возделывания 100 плодовых деревьев, посаженных интенсивно по схеме 5×2 м.

**Ключевые слова:** горные и предгорные территории, склоновые земли, освоение, эрозия почв, противоэрозионное устройство, террасы, садовые агроландшафты

*Для цитирования.* Апажев А. К., Бакуев Ж. Х., Шекихачев Ю. А., Хажметов Л. М. Технологическое и техническое обеспечение противоэрозионного обустройства территории в предгорных и горных садовых агроландшафтах // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. 1(43). С. 78–87. doi: 10.55196/2411-3492-2024-1-43-78-87

Original article

## Technological and technical support for anti-erosion landscaping in foothill and mountain garden agricultural landscapes

Aslan K. Apazhev<sup>1</sup>, Zhamal Kh. Bakuev<sup>2</sup>,  
Yuri A. Shekikhachev<sup>✉3</sup>, Luan M. Khazhmetov<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup>Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

<sup>2</sup>North Caucasus Scientific Research Institute of Mountain and Foothill Horticulture, 23 Shardanova Street, Nalchik, Russia, 360001

<sup>1</sup>kbr.apagev@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5448-5782>

<sup>2</sup>kbrapple@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-4898-6417>

<sup>✉3</sup>shek-fmep@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6300-0823>

<sup>4</sup>hajmetov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5830-4355>

**Abstract.** The methods used in practice for developing slopes for fruit crops have significant drawbacks: low area utilization and disruption of the humus layer of the soil, which leads to increased processes of water and wind erosion. The construction of stepped terraces is associated with a low utilization rate of slope lands and requires significant one-time capital investments. In this regard, the development of a new type of terraces, providing anti-erosion protection for areas in foothill and mountain garden agricultural landscapes and increasing the slope utilization rate, is relevant in the conditions of the Central part of the North Caucasus. The purpose of the study is to develop a new terrace design that will provide anti-erosion protection for areas in foothill and mountain garden agricultural landscapes and increase the slope utilization rate. The object of study is a new terrace design. Physical modeling methods were used during the research. During the research, the features of the most used terrace designs were analyzed, their shortcomings were identified, and a new method of constructing terraces was developed, which has technological and design differences. The existing design of stepped terraces with four elements is simplified to two sheets with a given profile and a cut-and-fill slope with a uniformly straightened profile, which is quickly sodded. It has been established that when cutting the seventh terrace in a row, the area for an additional terrace with a blade width of 5 m on a slope of 14-160 is saved. In terms "of per hectare" of terraced slope, the resulting additional area of the canvas is sufficient for cultivating 100 fruit trees planted intensively according to a 5×2 m scheme.

**Keywords:** mountain and foothill territories, slope lands, development, soil erosion, erosion control device, terraces, garden agricultural landscapes

**For citation.** Apazhev A.K., Bakuev Zh.Kh., Shekikhachev Yu.A., Khazhmetov L.M. Technological and technical support for anti-erosion development of territory in foothill and mountain garden agrolandscapes. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;1(43):78–87. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2024-1-43-78-87

**Введение.** Нарушения в процессе освоения территории и ведения аграрного производства, применение на склоновых землях прямолинейной организации территории, отсутствие противоэрозионных мер обусловили возникновение экологических рисков, основными из которых являются:

- денатурализация природной среды (уменьшение площади природных геосистем) и антропогенная преобразованность (модификация) природных геосистем;  
- развитие негативных процессов (водная эрозия, оползни, разрушение берегов рек);

- дегумификация и снижение плодородия почв;

- загрязнение поверхностных вод, развитие процессов эвтрофикации, деградация водных геосистем.

Следствием эрозии является понижение плодородия почв. Количество гумуса в почвах уменьшилось на 25-30%. С размещенных на склонах агроэкосистем талыми и дождевыми водами в реки и водоемы смываются почва, удобрения, пестициды, болезнетворные бактерии, что приводит к загрязнению и ухудшению качества поверхностных вод. Все это свидетельствует о том, что существующая система ведения аграрного производства и меры по охране земельных ресурсов (почв) не остановили развитие негативных процессов. В связи с этим назрела необходимость пересмотра современной концепции землепользования в аграрном секторе и внедрение альтернативного подхода, основным принципом которого является планирование производства определенного количества и видов продукции в соответствии с экологически целесообразной площадью на той или иной территории агроэкосистем (сельскохозяйственных угодий), особенно пахотных земель.

Возникла необходимость разработки и осуществления системы мероприятий, построенных на принципах сбалансированного ресурсопользования, ренатурализации, реконструкции и оптимизации агрогеосистем. В предгорных и горных садовых агроландшафтах должны быть созданы новые пространственные структуры с тем, чтобы сформировать агроэкосистемы, в которых восстановлены функции: экономическая – включает в себя сохранение и поддержание ресурсного потенциала; социальная – предполагает формирование благоприятной для проживания и отдыха людей среды; экологическая – направлена на восстановление механизмов биотической регуляции, способности к саморегулированию и самовосстановлению.

Для задержания, распыления или отвода поверхностного стока воды применяют гидротехнические противоэрозионные меры. Используют гидротехнические сооружения в тех случаях, когда другие противоэрозионные мероприятия (организационно-хозяйствен-

ные, агротехнические, лесомелиоративные) неэффективны, или их действие может проявиться через длительный период.

Противоэрозионные гидротехнические сооружения создают на водосборных площадях, в вершинах и по дну оврагов.

Валы-террасы с широким основанием размещают на склонах землепользования с уклоном поверхности не более 5°. Они имеют следующие параметры: общая высота – 0,3-0,6 м; ширина основания – 2,7-5,4 м; величина мокрого откоса 1:5, сухого – 1:4.

Валы-террасы сооружают параллельно как горизонталям местности, так и друг другу, а при чрезмерном увлажнении и низком коэффициенте фильтрации – под углом к горизонталям. На концах валы-террасы, строящиеся по горизонтали, имеют шпоры, развернутые вверх по склону под углом 120°, а также через каждые 200-300 м – земляные перемычки.

Такие простые гидротехнические сооружения предотвращают смыв почвы, способствуют переводу поверхностного стока в подпочвенный, что сказывается в целом на повышении урожайности сельскохозяйственных культур. Обработку грунта при этом производят вдоль направления валов.

Расчет валов-террас и установка расстояний между ними производятся по специальным формулам. Основная цель этих расчетов состоит в задании таких параметров вала, которые обеспечили бы задержание всего поверхностного стока на участке террасирования. При этом используется план землепользования в горизонталях с четким определением границ площади террасирования и участков с одинаковым уклоном на ней.

Строят валы-террасы с помощью плугов, бульдозеров, грейдеров.

Вал высотой до 0,5 м производится с помощью обычных плугов путем его напашки с обеих сторон, а при необходимости формирования высших валов используют бульдозеры и грейдеры. Строительство валов-террас предполагает выполнение следующих технологических операций: расчистка склонов и засыпание небольших оврагов и промоин; разметка местоположений валов на склоне; удаление плодородного слоя почвы и разрыхление основания под вал, пруд, перемычки и шпоры; послойная отсыпка и уп-

лотнение грунта с поправкой на его возможную осадку; устройство водообходов в конце шпор; покрытие вала, перемычек и шпор тонким слоем (5-10 см) плодородной почвы с последующим их окрашиванием.

В целях надлежащего функционирования валов-террас и избежания возможности их размыва необходимо систематически осуществлять наблюдение за ними и оперативно устранять все повреждения.

Водоудерживающие валы с широким гребнем создают с целью задержания стока с водосборной площади и приостановки роста оврагов. Их размещают на приовражном участке выше вершины оврага. Водоудерживающий вал представляет собой земляную насыпь и выемку, из которой почва использована для его отсыпки. В подавляющем большинстве на лесах и лесовидных суглинках валы создают следующих размеров: ширина гребня – 2,5 м; ширина нижнего основания – 7,8 м; общая высота вала – 1,5 м; рабочая высота – 1,0 м; величина мокрого откоса – 1:2, а величина сухого откоса 1:1,5.

При планировке валов их оси размещают параллельно горизонталям, а с целью эффективного задержания поверхностного стока устраивают шпоры под углом 100-120° к оси. Шпоры выполняют закрытыми или открытыми с водосливами для спуска избыточной воды. Для лучшего задержания стока через 30-50 м под прямым углом к оси вала размещают перемычки шириной 2,5 м каждая. Гребень вала и гребень шпоры выполняют строго горизонтальными, чтобы избежать возможного прорыва и разрушения сооружения.

Длину валов при вершинах оврага определяют с учетом особенностей рельефа местности, ширины стока и т. д. Обычно длина вала не должна превышать 400-500 м. Первый от вершины вал размещают на расстоянии не более трех глубин оврага.

Технология строительства водоудерживающих валов заключается в проведении ряда технологических мероприятий, обеспечивающих надежную связь сооружения с коренным грунтом, а также соответствие всем гидрологическим и строительным расчетам. На начальном этапе проводят вспашку площади под будущее сооружение на глубину 25-27 см. Затем с площади основания вала и

будущего пруда бульдозером снимают растительный слой, который временно перемещают вверх по склону. После проведения подготовки основания под будущий вал выполняют разрыхление участка, из которого должна выбираться почва. Разрыхленную почву перемещают бульдозером или скрепером и формируют насыпь. В целях максимального уплотнения тела вала почву насыпают слоями 40-50 см и каждый слой уплотняют проходом трактора с водоналивным катком. Планировку горизонтальной поверхности гребня вала выполняют с помощью бульдозера, а качество проводимых работ проверяют нивелиром. Предварительно снятым плодородным растительным слоем почвы покрывают выемку перед валом, а также тело вала во время его заделки. Для закрепления водообходов и водопропусков укладывают дернину, а для закрепления тела вала, перемычек и шпор – высевают многолетние травы.

Соблюдение технологии создания водоудерживающих валов и периодических осмотров на них является залогом длительной эксплуатации этих сооружений и эффективного выполнения ими противозерозионных функций. В случае необходимости при повреждении или разрушении таких сооружений выполняют ремонты, а при заилении более 30% емкости необходимо срочно организовать очистку пруда.

Распылители стока создают с целью уменьшения размыва почвы и предотвращения опасной концентрации водных потоков в местах их прохождения. К основным распылителям стока относят лотки-распылители, валы-бороздки, сбросные лотки полевых долог и т. п.

Лотки-распылители относятся к простым сооружениям и служат для отвода концентрированных вод поверхностного стока с котловин или борозд на близлежащие задерненные склоновые участки. Они представляют собой горизонтальные валики высотой до 50 см и в ширину до 3,0 м с расположенной рядом канавой-лотком. Валиками перегораживают котловину под углом 45° к направлению водотока, и подтекающая к нему вода через канаву-лоток выходит на поверхность склона. Во избежание значительного накопления воды лотки-распылители размещают по котловине через каждые 75-100 м.

Валы-бороздки создают на сенокосных и пастбищных угодьях, в садах, вдоль опушки лесных полос, перед оврагами с водосборной площадью до 3 га.

Расстояние между ними зависит от стремительности склона и чаще всего валы располагают на расстоянии 3-20 м друг от друга. Для задержания и безопасного отвода стока их устраивают боковыми шпорами.

Распылители на полевых дорогах создают при условии, если не предусмотрен правильный отвод стока, что может привести к возникновению размывов. Поэтому дорогу пересекают неглубокой выемкой с незначительными откосами, а вынутую из выемки почву используют для формирования валика незначительной высоты. После надлежащего утрамбовывания высота насыпи не должна превышать 15 см. Распылители устраивают под углом 45° к оси дороги, а расстояние между ними принимают 100-200 м [1–7].

В связи с изложенным разработка нового типа террас, обеспечивающего противоэрозионное устройство территорий в предгорных и горных садовых агроландшафтах и увеличение коэффициента использования склона, является актуальной в условиях горного и предгорного садоводства.

**Цель исследования** – разработка новой конструкции террасы, обеспечивающей противоэрозионное устройство территорий в предгорных и горных садовых агроландшафтах и увеличение коэффициента использования склона.

**Объект исследования** – новая конструкция террасы.

**Методы исследования.** Методология исследования основана на системном и ландшафтном подходах. При проведении исследований использовались методы физического моделирования и анализа результатов полевых наблюдений.

**Результаты исследования.** Северо-Кавказский регион представлен уникальными горными, предгорными и равнинными ландшафтами и характеризуется значительным разнообразием природных ресурсов, использование которых вследствие их уникальности требует применения принципов сбалансированного ресурсопользования и требований экологической безопасности в неразрывной системе «щадящее использова-

ние – воспроизводство – сохранение – охрана – резервирование ресурсов».

В результате приоритетного сельскохозяйственного освоения равнинных и предгорных территорий и по причине необходимости создания благоприятных пространственно-технологических условий для использования техники произошли обезлесение и гомогенизация ландшафтов. Нарушена генетическая целостность и структурно-функциональная организация естественных геосистем, функционировавших ранее как саморегулируемые с высоким потенциалом устойчивости геосистемы. С экологических позиций такие изменения нецелесообразны, поскольку только оптимальное сочетание природных, антропогенно модифицированных и антропогенных геосистем обеспечивает биотическое и ландшафтное разнообразие, которое является определяющим фактором устойчивости, стабильности и экологической безопасности предгорных и горных садовых агроландшафтов.

В современной структуре предгорных и горных агроэкосистем в интенсивно освоенных районах в результате процессов денатурализации преобладают антропогенно модифицированные агроэкосистемы – системы с низкой способностью к саморегулированию и совсем другими, чем в естественных экосистемах процессами обмена веществ и энергии. Специфика Северо-Кавказского региона состоит в том, что природные и антропогенно модифицированные геосистемы чрезвычайно уязвимы к антропогенному воздействию, а обеспечение их устойчивости, стабильности и экологически безопасного функционирования – процесс сложный и длительный, требующий значительных материальных затрат.

Существующая структура компонентов в предгорных и горных агроэкосистемах должна быть изменена, чтобы обеспечить рациональное пространственное размещение различных подсистем. Основными принципами при этом являются обеспечение разнообразия и мозаичности структурных единиц, насыщение территории инженерно-техническими элементами экологического назначения.

Подходы к оптимизации предгорных и горных агроэкосистем базируются на сис-

темных и структурно-функциональных принципах и адаптивной стратегии оптимизации нарушенных агроэкосистем, суть которой заключается в гибкой и корректированной системе деятельности человека, направленной на предупреждение, компенсацию или устранение нарушений. Адаптивная стратегия предполагает использование естественных процессов и адекватное реагирование на изменения, происходящие после реализации мер по оптимизации. При этом направления и способы оптимизации предгорных и горных агроэкосистем должны обеспечивать формирование таких территориальных комплексов, которые соответствовали бы определенным «естественным эталонам» зонального типа.

Инструментом, используемым для оптимизации организации территории предгорных и горных агроэкосистем, является ландшафтное планирование, которое предусматривает проработку инженерно-технических решений по улучшению состояния агроэкосистем и повышению уровня их экологической безопасности.

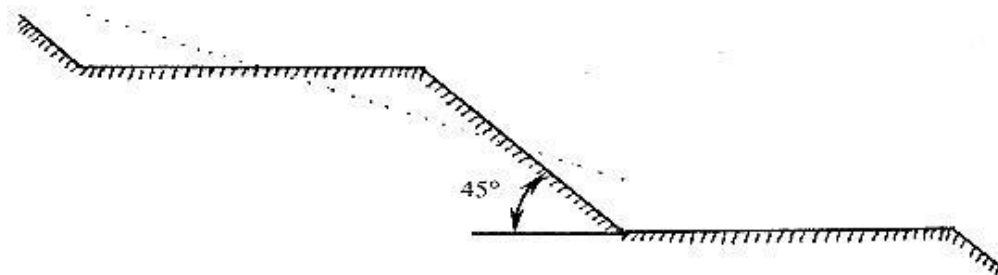
Природные территориальные комплексы, особенно в условиях расчлененного рельефа, имеют полосную структуру, поэтому органи-

зация территории в предгорных и горных агроэкосистемах должна максимально приближаться к размещению этих структур в природе. Исходя из этого, наиболее рациональной формой организации территории в предгорных и горных агроэкосистемах, обеспечивающей сохранение природной структуры ландшафта, является террасирование.

Учитывая недостатки существующих террас, разработан способ устройства террас технологически и конструктивно нового типа (рис. 1) [8–10], который характеризуется следующими показателями: коэффициент использования склона – 58,8%; площадь, обеспечивающая накопление биомассы и повышение плодородия склона, – 108,1%; ширина полосы склона под 5-метровую террасу – 8,5 м.

Сущность нового способа устройства террас заключается в следующем.

После проведения культуртехнических работ и переноса проекта в натуру приступают к террасированию склона с отвесными выемочными откосами без берм с полотнами заданного профиля, шире принятых на 0,5 м высоты отвесных откосов с учетом неизбежности их осыпания.



**Рисунок 1.** Конструктивные особенности нового типа предлагаемой террасы  
**Figure 1.** Design features of the new type of proposed terrace

Технически на этом завершается устройство террас на склоне с отвесными выемочными откосами без берм, над которыми уложен насыпной почвогрунт, как обычно, под углом естественного откоса. Террасы по существу готовы к использованию согласно проекту после окультуривания полотна под плодовые или другие культуры.

Вместе с тем продолжается досооружение террас постепенно до устойчивого состояния выемочно-насыпных откосов следующим образом.

На первом этапе действием внешних факторов (воды, температуры, тяготения) на отвесную стенку выемки террас препятствует то, что почвогрунт выемочных откосов находится в состоянии ненарушенного естественного сложения. Почвогрунт насыпных откосов тем временем слёживается. Чтобы продлить как можно дольше этот период для закрепления насыпного почвогрунта, строительство террас производится в конце первой половины лета, то есть после спада интенсивности осадков, обычно ливневого характера.

С течением времени отвесные стены выемки начинают осыпаться под действием силы тяжести, воды и температуры. При этом осыпание почвогрунта стен выемки нередко происходит скелетными частями и обрывками в зависимости от характера внешних сил и механического состава самого почвогрунта.

Часть слежавшегося почвогрунта насыпных откосов, под которым рушится основание, естественно, подвергается тоже воздействию силы тяжести и начинает перемещаться вниз к основанию стен выемки, поскольку террасы не имеют берм.

Главная особенность теряющего основу под собой части почвогрунта насыпных откосов террас заключается в его способности сохраняться под значительно большим уклоном, чем угол естественного откоса почвы, благодаря слежанию, в отличие от почвогрунта, только что подвергшегося крошению в процессе нарезки террас.

С выполаживанием постепенно отвесных стен выемки террас в процессе их осыпания наступает этап, когда частицы и агрегаты насыпного почвогрунта, перемещаясь к основанию выемки, «задерживаются» и на стенках-откосах, заполняя следы их обрывков и грубых шероховатостей. В результате происходит преобразование смежных выемочных откосов нижележащих и насыпных вышележащих террас в единый откос с выпрямленным и выравненным профилем со сверхъестественной крутизной последних 10-15°. Затем с началом процесса естественного задернения выемочно-насыпные откосы смежных террас в виде выравненного профиля с необычно повышенной крутизной насыпных становятся достаточно устойчивыми.

Сад, заложенный по предложенной технологии освоения склоновых земель, показан на рисунке 2.



**Рисунок 2.** Сад, заложенный по предложенной технологии освоения склоновых земель  
**Figure 2.** A garden laid out according to the proposed technology for the development of slope lands

**Выводы.** При конструировании экологически безопасных предгорных и горных садовых агроландшафтов особенно важна организация их территории, которая является первым этапом конструирования управляемых систем, а также оптимизация соотношения и пространственного размещения инженерно-технических систем различного целевого и функционального назначения.

В целях предупреждения возникновения и развития экологических рисков и обеспечения экологической безопасности предгорных и горных садовых агроландшафтов проектируются инженерные системы, базирующиеся на принципах «восстановленного ландшафта» и рассматривающиеся как совокупность внедряемых в пределах садовых агроландшафтов организационных и защитных инженерно-технических мероприятий, которые создают новую целостность и обеспечивают экологическую безопасность агроландшафтов, комплексное водорегулирование, повышение водоаккумулирующей емкости территории, снижение интенсивности эрозионных процессов, воспроизводство биотического и

ландшафтного разнообразия, повышение плодородия почв, улучшение условий функционирования агроценозов.

Использование предлагаемого устройства ступенчатой террасы способствует тому, что сложившаяся конструкция ступенчатых террас с четырьмя элементами упрощается до двух: полотна с заданным профилем и выемочно-насыпным откосом с единовыпрямленным профилем, задерживаемым ускоренно. Существующие ступенчатые террасы отличаются тем, что выемочный откос под углом  $60^\circ$  к горизонту не задерживается и является очагом водной эрозии.

В результате образования сверхкрутых откосов насыпного почвогрунта, как результат нарезки террас с отвесными выемочными откосами, к тому же без берм, при нарезке седьмой по счету террасы экономится площадь для дополнительной террасы с шириной полотна 5 м на склоне крутизной  $14-16^\circ$ , что позволит дополнительно разместить 100 плодовых деревьев при интенсивной посадке по схеме  $5 \times 2$  м.

### Список литературы

1. Драгавцев А. П. Горное плодоводство. Москва: Сельхозгиз, 1958. 431 с.
2. Лучков П. Г. Садоводство на склонах. Москва: Россельхозиздат, 1985. 171 с.
3. Лучков П. Г., Раузин Е. Г., Жидебаев К. Ж. Сады гор и предгорий. Алматы: Саржайлау, 1996. 208 с.
4. Романюк Г. А. Террасы нового типа // Садоводство. 1972. №7.
5. Балкаров Х. Ж. Научно-методические рекомендации по усовершенствованию технологии освоения горных склонов и конструкции садов загущенного типа. Нальчик: «Эль-Фа», 2005. 39 с.
6. Бербеков В. Н., Бакуев Ж. Х., Гаглоева Л. Ч. Интенсивное садоводство на склонах Центральной части Северного Кавказа. Нальчик: «Принт Центр», 2016. 146 с. EDN: XBDGQF
7. Апажев А. К., Шекихачев Ю. А., Хажметов Л. М. [и др.]. Высокопродуктивные экологически чистые технологии и технические средства по уходу за плодовыми насаждениями в интенсивном горном садоводстве Кабардино-Балкарской Республики. Нальчик: КБГАУ, 2022. 193 с. EDN: BVIEYK
8. Пат. 2232489 Российская Федерация. МПК А01В 13/16; А01В 79/00. Способ устройства террас / Х. Ж. Балкаров, В. Н. Бербеков, А. М. Хатухов; заявитель: Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства. № 2001129648/13; заявл. 01.11.2001; опубл.
9. Пат. 2646232 Российская Федерация. СПК А01В 13/16; А01В 79/02; А01G 17/005 Способ устройства террас с увеличением гумусового слоя на выемочной части полотна для интенсивного садоводства / В. Н. Бербеков, Х. И. Кучмезов, С. Т. Кармов, Ж. Х. Бакуев, И. О. Темиржанов; патентообладатель ФГБНУ СКНИИГПС. 2015126319; заявл. 01.07.2015; опубл. 02.03.2018. Бюл. № 7.
10. Бербеков В. Н., Балкаров Х. Ж., Бакуев Ж. Х. Модель оптимизации параметров ступенчатых террас под плодовые культуры // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2006. №5. С. 9–10.

### References

1. Dragavtsev A.P. *Gornoye plodovodstvo* [Mountain fruit growing]. Moscow: Sel'khogziz, 1958. 431 p. (In Russ.).



2. Luchkov P.G. *Sadovodstvo na sklonakh* [Gardening on the slopes]. Moscow: Rossel'khozizdat, 1985. 171 p. (In Russ.).
3. Luchkov P.G., Rauzin E.G., Zhidebayev K.Zh. *Sady gor i predgoriy* [Gardens of mountains and foothills]. Almaty: Sarzhailau, 1996. 208 p. (In Russ.).
4. Romanyuk G.A. Terraces of a new type. *Sadovodstvo*. 1972. No. 7. (In Russ.).
5. Balkarov Kh.Zh. *Nauchno-metodicheskiye rekomendatsii po usovershenstvovaniyu tekhnologii osvoyeniya gornykh sklonov i konstruktсии sadov zagushchennogo tipa*. [Scientific and methodological recommendations for improving the technology of development of mountain slopes and the design of thickened gardens]. Nalchik: "El-Fa", 2005. 39 p. (In Russ.).
6. Berbekov V.N., Bakuev Zh.Kh., Gagloeva L.Ch. *Intensivnoye sadovodstvo na sklonakh Tsentral'noy chasti Severnogo Kavkaza*. [Intensive gardening on the slopes of the Central part of the North Caucasus]. Nalchik: Print Tsentr, 2016. (In Russ.). EDN: XBDGQF
7. Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A., Khazhmetov L.M. [et al.]. *Vysokoproduktivnyye ekologicheski chistyye tekhnologii i tekhnicheskiye sredstva po ukhodu za plodovymi nasazhdeniyami v intensivnom gornom sadovodstve Kabardino-Balkarskoy Respubliki* [Highly productive environmentally friendly technologies and technical means for caring for fruit trees in intensive mountain gardening of the Kabardino-Balkarian Republic]. Nalchik: KBGAU, 2022. 193 p. (In Russ.). EDN: BVIEYK
8. Pat. 2232489 Russian Federation. IPC A01B 13/16; A01B 79/00. Terrace forming method / Kh.Zh. Balkarov, V.N. Berbekov, A.M. Khatukhov; applicant: North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Horticulture. No. 2001129648/13; application 01.11.2001; publ. 20.07.2004. (In Russ.)
9. Pat. 2646232 Russian Federation. SPK A01B 13/16; A01B 79/02; A01G 17/005. Method of terracing with increasing a humus layer on extraction strip of a bed for intensive gardening / V.N. Berbekov, Kh.I. Kuchmezov, S.T. Karmov, Zh.Kh. Bakuev, I.O. Temirzhanov; patent holder FGBNU SKNIIGPS. 2015126319; application 07.01.2015; publ. 03.02.2018. Bul. No. 31. (In Russ.)
10. Berbekov V.N., Balkarov Kh.Zh., Bakuev Zh.Kh. Model for optimizing the parameters of stepped terraces for fruit crops. *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2006;(5):9–10. (In Russ.)

#### Сведения об авторах

**Апажев Аслан Каральбиевич** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 1530-1950, Scopus ID: 57195587959, Researcher ID: H-4436-2016

**Бакуев Жамал Хажисманович** – доктор сельскохозяйственных наук, врио директора, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства», SPIN-код: 8551-6400

**Шекихачев Юрий Ахметханович** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4107-1360, Scopus ID: 57205029899, Researcher ID: AAE-3244-201

**Хажметов Луан Мухажевич** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 6145-0808, Scopus ID: 57205436522, Researcher ID: AAУ-4007-2019

#### Information about the authors

**Aslan K. Apazhev** – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 1530-1950, Scopus ID: 57195587959, Researcher ID: H-4436-2016

**Zhamal Kh. Bakuev** – Doctor of Agricultural Sciences, Acting Director, North Caucasian Research Institute of Mountain and Foothill Horticulture, SPIN-code: 8551-6400

**Yuri A. Shekikhachev** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4107-1360, Scopus ID: 57205029899, Researcher ID: AAE-3244-2019

**Luan M. Khazhmetov** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 6145-0808, Scopus ID: 57205436522, Researcher ID: AAU-4007-2019

---

**Авторский вклад:**

**Апажев А. К.** – научное руководство, формулирование основных направлений исследования, участие в обсуждении материалов статьи.

**Бакуев Ж. Х.** – проектирование и разработка способа устройства террас, участие в обсуждении материалов статьи.

**Шекихачев Ю. А.** – формирование общих выводов, подготовка начального варианта статьи, участие в обсуждении материалов статьи.

**Хажметов Л. М.** – проведение литературного и патентного обзора и анализ способов устройств террас на склоновых землях, участие в обсуждении материалов статьи.

Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

**Author's contribution:**

**Apazhev A.K.** – scientific guidance, formulation of the main directions of research, participation in the discussion of article materials.

**Bakuev Zh.Kh.** – design and development of a method for constructing terraces, participation in the discussion of article materials.

**Shekikhachev Yu.A.** – formation of general conclusions, preparation of the initial version of the article, participation in the discussion of the article materials.

**Khazhmetov L.M.** – conducting a literature and patent review and analysis of methods for constructing terraces on sloping lands, participating in the discussion of the article's materials.

All authors of this article have read and approved the final version submitted.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

---

*Статья поступила в редакцию 02.02.2024;  
одобрена после рецензирования 28.02.2024;  
принята к публикации 07.03.2024.*

*The article was submitted 02.02.2024;  
approved after reviewing 28.02.2024;  
accepted for publication 07.03.2024.*