

УДК 556.53: 627.51

UDC 556.53:627.51

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

ПРОБЛЕМЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ И ПРИРОДООХРАННОГО ОБУСТРОЙСТВА ПРИБРЕЖНЫХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ЗОН МАЛЫХ РЕК НА ЮГЕ РОССИИ

PROBLEMS OF ENGINEERING PROTECTION AND ENVIRONMENTAL PROTECTION OF COSTAL URBAN AREAS OF SMALL RIVERS IN THE SOUTH OF RUSSIA

Курбанов Салигаджи Омарович
к.т.н., доцент

Kurbanov Saligadzhi Omarovich
Cand.Tech.Sci., associate professor

Созаев Ахмед Абдулкеримович
к.т.н., доцент
Кафедра «Строительные конструкции и сооружения»
ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный
аграрный университет им. В.М. Кокова» Нальчик, Россия
(360030, г. Нальчик, просп. Ленина, 1В)
e-mail: Kurbanov-salih@rambler.ru

Sozaev Akhmed Abdulkerimovich
Cand.Tech.Sci., associate professor
The department of Building construction
and facilities
FSBEI HE «Kabardino-Balkarian State Agricultural
University named after V.M. Kokov" Nalchik, Russia
(360030, Nalchik, Lenina prosp, 1B.)
E-mail: Kurbanov-salih@rambler.ru

Статья посвящена актуальным проблемам инженерной защиты и природоохранного обустройства прибрежных зон малых рек на Северном Кавказе и Юге России. Приводятся, характерные для многих малых рек, результаты исследований природно-хозяйственных условий и современного состояния реки Нальчик в районе города Нальчика. Описаны материалы натурных исследований территории урбанизированных участков рек с подробным анализом результатов по разрушенным и нарушенным их участкам. Исследованы причины разрушения берегоукрепительных конструкций защитно-регуляционных сооружений и факторы их влияния на водоохраные прибрежные зоны и гидрологический режим рек. Разработан эффективный метод регулирования коротких участков малых рек с использованием полужапруд-отбоек и гибких креплений биопозитивной конструкции. По результатам комплексных исследований предложены эффективные мероприятия по улучшению экологического состояния малых рек и природоохранного обустройства прибрежных урбанизированных зон на примере реки Нальчик. Сделано обоснование необходимости развития экологического мониторинга во всех прибрежных урбанизированных зонах малых рек и их кадастрового учета. В заключении приведены основные выводы по результатам проведенных аналитических и экспериментальных исследований по разным характерным участкам малых рек Северного Кавказа и Юга России

The article is devoted to actual problems of ecological monitoring of conditions of small rivers in the North Caucasus and southern Russia. We are giving here the results of researches of natural and economic conditions and the current state of the river Nalchik near the city of Nalchik, which is typical for many small rivers. The materials of engineering researches and inspections of the territory of the urbanized areas of the river are brought with the detailed analysis of the results of the destroyed and broken areas. We describe the causes of the destruction of man-made protective and regulatory structures and the factors of their impact on the water protecting coastal zone and the hydrological regime of rivers. The effective method of regulation of short sites of the small rivers with use of groins and flexible biopositive nature protection technologies is offered. According to the complex research effective measures to improve the ecological state of the rivers on the example of Nalchik are offered. The rationale for the development of environmental monitoring in all urbanized coastal zones of small rivers and their cadastral registration is made. The main findings of the analytical and experimental research on different areas specific to the small rivers of the North Caucasus and southern Russia are brought here

Ключевые слова: МАЛЫЕ РЕКИ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ, УРБАНИЗИРОВАННЫЕ ЗОНЫ, ЗАЩИТНО-РЕГУЛЯЦИОННЫЕ СООРУЖЕНИЯ, ЭКОСИСТЕМА РЕК, БИОПОЗИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ВОДООХРАННАЯ ЗОНА, ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

Keywords: SMALL RIVERS, ENVIRONMENTAL MONITORING, URBAN AREAS, ECOSYSTEM OF THE RIVERS, BIOPOSITIVE TECHNOLOGY, WATER PROTECTION ZONE, HYDROLOGICAL REGIME

Экологическое состояние малых рек является актуальной проблемой для регионов Северного Кавказа и Юга России. Малые реки протекают по горным, предгорным и равнинным территориям республик и краев Юга, и в их прибрежных зонах сосредоточена основная инфраструктура регионов. На Юге России в бассейнах средних рек Терек, Сулак, Самур, Кубань, Дон и других насчитываются более 10 тысяч малых рек, многие участки которых находятся в неблагоприятном экологическом состоянии. От экологического состояния малых рек зависит в целом экологическое состояние прилегающих территорий. Наиболее уязвимыми оказались урбанизированные зоны малых рек, где активная хозяйственная деятельность человека превратила их в техногенные зоны с нарушенными гидрологическими режимами. К такому виду урбанизации подверглось большинство участков рек, протекающих через крупные населенные пункты [1,2,3,4]. В качестве примера можно взять реку Баксан, протекающую через города Тырныауз и Баксан, а также через десяток сельских поселений, общая протяженность урбанизированных зон реки достигает около 20 км. По экологическому состоянию р. Баксан является самой неблагоприятной (грязной) на Северном Кавказе и Юге России. Первое место по техногенному влиянию на экологическое состояние и биоресурсы реки занимает Тырныаузский горно-обогатительный комбинат (по добыче и обогащению вольфрамомолибденовых руд), расположенный в ущелье реки Баксан [7]. Несмотря на то, что комбинат на сегодня не работает, объектами экологического ущерба является каскад открытых хвостохранилищ, построенных ранее для хранения отходов комбината. Жидкие и твердые отходы (хвосты), где содержатся не только вольфрам и молибден, но и другие тяжелые металлы (свинец, ртуть, мышьяк и др.) с превышением ПДК от 10 до 100 раз, свободно попадают в реку. Их следы достигают до акватории Каспия.

Кроме этого урбанизированные участки р. Баксан технически зарегулированы с помощью защитно-регуляционных дамб с железобетонными креплениями, расположенными с двух сторон на расстоянии 50 – 100 м друг от друга. Такое состояние урбанизированных участков рек является характерным для многих участков малых рек на СК и Юга России [5,6,7,8]. В частности на р. Чегем в районе г. Чегем, на р. Черек в районе г. Майский, на р. Нальчик в районе г. Нальчик, и на многих других участках малых рек.

Река Нальчик протекает через город Нальчик и с двух сторон вдоль ее берегов на расстоянии 30-35м предусмотрены защитные дамбы с откосными креплениями. Протяженность урбанизированной зоны составляет около 14 км. На зарегулированном участке русле реки через определенное расстояние друг от друга были устроены 8 техногенных перепадов с высотой ступеней от 1 до 2.0 метров, перепады были выполнены с водобойными плитами и стенками из железобетонных конструкций. На сегодня многие из них полностью разрушены, остальные находятся в полуразрушенном состоянии (рис. 1, 2).

Город Нальчик относится к экологически благополучным городам на Юге России. Однако самый поверхностный взгляд на городской участок реки показывает, что здесь река находится в экологически ущемленном состоянии. В связи с этим городской участок реки Нальчик был более подробно обследован и изучен авторами. Среднемноголетний расход реки Нальчик $1,98 \text{ м}^3/\text{с}$, основной объем стока реки формируется за счет атмосферных осадков и притока грунтовых вод. По данным гидрологического поста, расположенного в г. Нальчике, максимальный расход р. Нальчик 1% обеспеченности составляет $281 \text{ м}^3/\text{с}$, 10% обеспеченности - $151 \text{ м}^3/\text{с}$.

Наши исследования по урбанизированным участкам малых рек ведутся с 1990 года. Основными задачами исследований являлись: оценка

степени природоохранного обустройства прибрежных зон и экологическое состояние рек; характер развития русловых процессов; определение инженерно-технического состояния защитно-регуляционных сооружений и их влияние на экосистемы рек; установление техногенных и биопозитивных функций защитных и регуляционных сооружений и их влияние на гидробиологический режим рек; обследование санитарного состояния водоохранных зон и оценка влияния прибрежных хозяйственных и жилых построек на экологическое состояние рек; разработка мероприятий по восстановлению экосистем нарушенных участков рек и природоохранному обустройству их прибрежных зон.

Урбанизированные и застроенные участки рек Баксан, Чегем, Черек, Нальчик, Шалушка и других были неоднократно подробно обследованы, изучены разрушенные и деформированные участки креплений, исследованы причины разрушения жестких конструкций креплений. Анализ полученных результатов показывает, что бетонные и железобетонные конструкции сооружений и креплений разрушаются под воздействием паводковых потоков и фильтрационных деформаций грунтов. Природная среда их отторгает, и саморегулирующий природный механизм естественными силами их разрушает. В разрушенных местах природа восстанавливает равновесие, способствует зарастанию травой, кустарниками и деревьями.

Многие сооружения под гидродинамическим воздействием паводковых потоков неоднократно разрушались. Их ремонтировали и на сегодня большинство из них требует капитального ремонта и восстановления. Кроме того, под прибрежными откосными креплениями, вследствие фильтрационных деформаций в подстилающих грунтах, образуются ямы размыва, куда проваливаются железобетонные плиты. Этому способствуют и силы фильтрационного противодействия, возникающие под креплениями в результате волнообразного воздействия

паводковых потоков, которые приподнимают эти плиты и разрушают стыки (рис.1). На некоторых участках глубина размыва русла достигает отметки ниже основания упорного бетонного бруса береговых креплений, вследствие чего он обрушается. Построенные в русле реки Нальчик железобетонные перепады, неоднократно разрушались и восстанавливались, конструкции усиливались, тем не менее, в настоящее время ни один из этих перепадов не находится в рабочем состоянии. Некоторые полностью разрушены и демонтированы, а другие находятся в разрушенном и полуразрушенном состоянии по настоящее время еще с 2005 г. (рис. 2 и 3).



Рис.1. Разрушенный участок крепления берега р. Нальчик в результате размыва русла и фильтрационных деформаций подстилающих грунтов



Рис. 2. Разрушенный и размывый участок нижнего бьефа железобетонного двухступенчатого перепада р. Нальчик



Рис. 3. Разрушенный участок прибрежного крепления р. Шалушки в районе пос. Звездное

Эти массивные железобетонные сооружения были выполнены в жесткой сборно-монолитной конструкции. Характер их разрушений показывает, что под сооружениями возникают контактные размывы и силы фильтрационного противодействия, которые совместно со значительными гидродинамическими нагрузками паводковых потоков приводят к их скорому разрушению. При проектировании этих сооружений не были учтены возможные фильтрационные деформации грунтов основания. Со временем под сооружениями образовались ямы размывов и элементы сооружений под собственным весом провалились в эти ямы и разрушились.

В паводковые периоды, проведенные нами на опытном участке реки Нальчик наблюдения и исследования показали, что по сечению потока воды эпюра скоростей носит весьма неравномерный характер, постоянно деформируется и изменяется, максимальные значения скоростей имеют место то на поверхности, то в середине, то на дне. Отношение между максимальными и минимальными значениями скоростей паводкового потока достигало 4 и более, а между максимальной и средней скоростью – 2,5. При этом максимальное значение продольной скорости достигало 6 м/с и более, а средняя скорость потока не превышала 2-2,5 м/с. До устройства перепадов в русле реки максимальная продольная скорость потока не превышала 4-4,5 м/с, а средняя скорость составляла примерно 3-3,5 м/с. В результате средняя скорость уменьшилась, а максимальная скорость значительно увеличилась. Это привело к значительному увеличению скорости нарастания и спада уровней воды в береговых откосах, особенно в районе перепадов и как результат - образование размывов русла и разрушение креплений. Все это было хорошо видно после прохождения каждого более или менее значительного паводка. В районе перепадов, особенно в нижних бьефах начали наблюдаться интенсивные разрушения крепления дамб, всплытие плит с разрывом

арматурных узлов (рис. 2). Волновые воздействия паводкового потока формируют перепад уровня воды перед креплением на величину $H \geq 1,0 \dots 1,5$ м, при этом возникающая под креплением сила фильтрационного противодействия N_ϕ достигает до 25 кН (2,5 т.с.) и более на 1 п.м. длины крепления. А противодействующая ей сила тяжести плит $G_{пл.}$ составляет менее 14 кН (1.4 т.с.). Схема (эпюра) действия фильтрационного противодействия приведена на рис.4.

Ямы размыва, образовавшиеся в отдельных местах под креплением с течением времени, увеличивались в размерах, что приводило к провалам плит крепления и необходимости проведения регулярных работ по ремонту и восстановлению защитно-регуляционных дамб и их креплений.

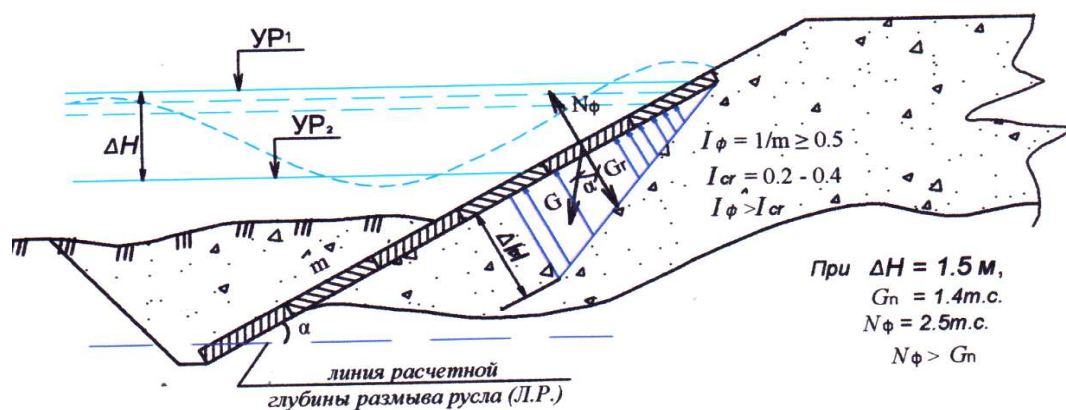


Рис. 4. Схема действия фильтрационного противодействия под железобетонным креплением прибрежного откоса

В естественных условиях реки водные растения, гидробионты, фито и зоопланктон, моллюски и другие микроорганизмы очищают реки от биологических и частично от биохимических загрязнений, создают благоприятные условия для нереста и воспроизводства рыбных запасов [7,8,9]. Это один из примеров естественного саморегулирующего механизма, способствующего самоочищению реки и восстановлению ее экосистемы. На урбанизированных участках рек Нальчик, Шалунка и Чегем при внимательном исследовании дна и уреза водотоков было

установлено, что водные растения, гидробионты, зоопланктон встречаются редко и только в местах разрушенных креплений и незастроенных участках берегов. А моллюски можно было найти только в незарегулированных (естественных) участках русел. Без моллюсков, микрофлоры и микрофауны не возможно нормальное функционирование экосистемы реки, т.е. живой механизм реки не работает. Река превращается в искусственную канаву, что и случилось со многими зарегулированными участками рек (р. Нальчик в районе г. Нальчик, р. Шалунка в районе поселка Звездное, р. Чегем в районе г. Чегем и др.). На этих «зарегулированных» участках ширина рек уменьшилась в 2-3 раза по сравнению с естественной ее шириной (экологически необходимой). Вследствие чего резко уменьшились площади естественных фильтров и нерестилиц рыб. А самое главное, нарушен естественный и живой механизм самоочищения рек, соответственно нарушена экосистема реки.

Анализ результатов проведенных исследований показал, что в целом прибрежные и пойменные урбанизированные территории рек находятся в неблагоприятном экологическом состоянии. Существующие конструкции берегозащитных и руслорегулирующих сооружений не отвечают не только экологическим требованиям, но и эксплуатационным требованиям технической надежности. Вся водоохранная зона вдоль берегов застроена жилыми и хозяйственными постройками, способствующими к загрязнению реки и прилегающих территорий бытовыми стоками и мусором. Аналогичное состояние урбанизированных участков малых и средних рек наблюдается в районах десятки городов и сельских поселений СК и Юга России.

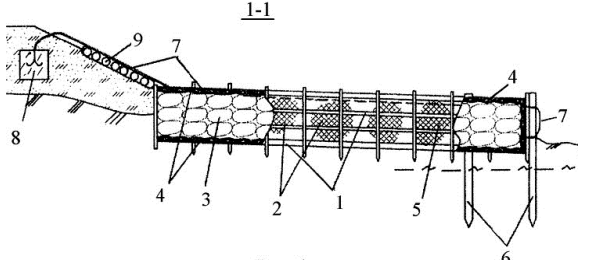
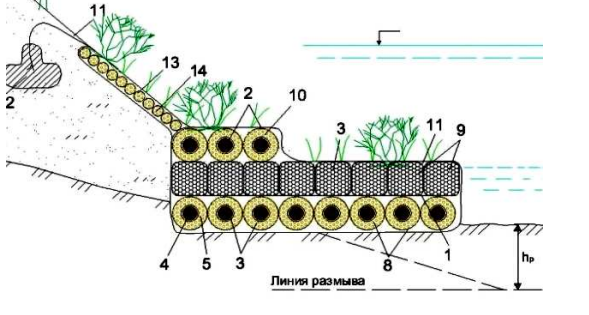
Курбановым С.О. разработан эффективный метод регулирования русел малых рек без их сужения с помощью коротких полузапруд-отбоек, устраиваемых в основание прибрежных зон, и гибких креплений биопозитивной конструкции на откосах [7,8,9]. На уровне изобретений с

активным участием авторов разработан ряд биопозитивных конструкций полузапруд-отбоек, береговых и откосных креплений, и технологий их строительства [10,11,...18,19]. Многие из них прошли экспериментальные исследования на разных участках рек, где показали себя надежными и эффективными. По экспериментальным проектам автора с 1990 по 2005 годы такие регуляционные сооружения были построены на участке р. Чегем в районе г. Чегем, на участке р. Баксан в районе г. Баксан, на ряде участков р. Терек в районе г. Терек и сельских поселений (Красноармейское, Терекское, Урожайное и др.), на р. Черек в районе с. п. Псынабо и на других участках малых рек. По настоящее время эти сооружения находятся в хорошем состоянии, функционируют достаточно эффективно и надежно. Они обеспечивают не только инженерную защиту территорий, но и восстановление нарушенных участков прибрежных зон в местах их строительства. Эти конструкции благоприятно влияют на турбулентную структуру потока, работают как защитные крепления и как дренажи, способствуют прорастанию зеленых растений и укреплению их корневой системы. Они гибкие, что позволяет рассредотачивать и частично гасить избыточную энергию паводковых потоков. При этом предотвращаются возможные фильтрационные деформации подстилающих грунтов.

На основе полузапруд-отбоек и прибрежных креплений, авторской разработки, получена схема эффективного регулирования небольших участков малых рек на их равнинных и предгорных участках. Основные характеристики полузапруд и нескольких прибрежных откосных креплений, условия их применения приведены в таблице 1. Полузапруды на регулируемых участках располагаются (по границам меандрирования) на определенном расстоянии друг от друга с двух сторон с направлением и уклоном против течения. При этом они, особенно их гибкие головные части, активно взаимодействуют с паводковыми потоками, способствуют к

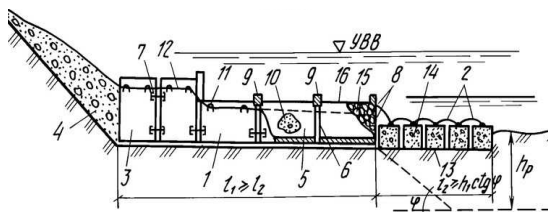
формированию и стабилизации русловых процессов. В результате чего под откосными креплениями прибрежных зон между полузапрудами происходит формирование отмошков из наносных отложений, вместе с тем наибольшие размывы перемещаются в сторону центра русла.

Таблица 1. Основные характеристики и условия применения полузапруд и прибрежных креплений биопозитивной и комбинированной конструкции

<p>1. Полузапруда биопозитивной конструкции и способ ее возведения Патент № 2336388 2008г. Патент № 2319805 2008г.</p> 	<p>Полузапруда биопозитивной конструкции состоит из деревянных решетчатых ряж 1, образующих ячеистую конструкцию сооружения, внутри которой устроены габионные тюфяки 2 с местным грунтом, послойно уложенных в гибкую оболочку из легких фашин 4 и габионной сетки 5. Вокруг оголовка полузапруды забиты деревянные сваи 6, соединенные между собой и прикрепленные к анкерам 8. Устраивают полузапруды вдоль прибрежных зон на определенном расстоянии друг от друга для регулирования русел и восстановления зеленых зон, при условиях: $i=0,0005..0,002$, $v_i=0,5 - 3 \text{ м/с}$ и $Fr < 1$.</p>
<p>2. Полузапруда биопозитивной конструкции Патент РФ №2449079 2012г</p> 	<p>Полузапруда биопозитивной конструкции состоит из двух частей: гибкой головной части – первой ступени и жесткой корневой части – второй ступени, которые выполнены из послойно уложенных тяжелых фашин. Располагают полузапруды вдоль прибрежных зон на определенном расстоянии друг от друга для регулирования русел, защиты и восстановления береговых зеленых зон, при условиях: $i=0,001..0,008$ $v_i=1,5-3,5 \text{ м/с}$. $Fr=0,5... 1,2$.</p>

3. Полузапруда комбинированной конструкции

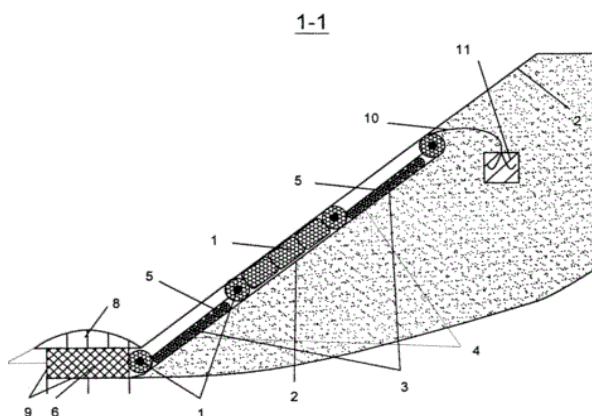
Патент РФ №..2076168, 1997г



Полузапруда комбинированной конструкции состоит из двух основных частей – из жесткого ступенчатого лотка 1 и гибкой головной части 2. Лоток 1 выполнен из Г-образных блоков и загружен гравием и галькой 10, а вокруг лотка 1 через верхние монтажные петли 11 протянут арматурный пояс 12. Гибкая головная часть 2 полузапруды выполнена из бетонных кубов 13, шарнирно соединенных между собой. Предназначены полузапруды для регулирования русел и защиты прибрежных откосов от обрушения и размыва при условиях: $i=0,001..0,015$, $v_i=3,5-7$ м/с, $Fr=1,2...5$

4. Прибрежное крепление из фашин и габионных тюфяков биопозитивной конструкции

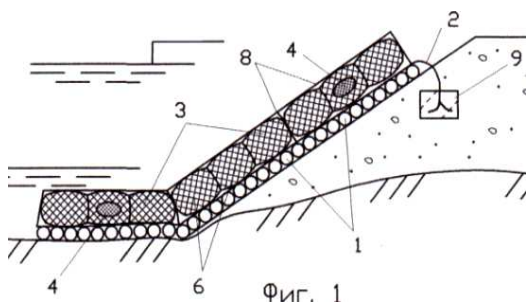
Патент РФ №2565738, 2014г



Прибрежное крепление биопозитивной конструкции состоит из тяжелых фашин 1, уложенных на откос 2, легких фашин 3, уложенных внутри клеток на полимерную сетку 4, обтянутых сверху габионной сеткой 5. В основание прибрежного откоса на определенном расстоянии друг от друга устроены габионные тюфяки 6, состоящие из легких фашин 3 и полимерных гофрированных труб 7, уложенных послойно внутри габионной сетчатой коробки. Сверху габионных тюфяков 6 устроен арматурный решетчатый каркас 8, прикрепленным к прямоугольным кольцам 9, обтянутым вокруг габионных тюфяков 6. При этом арматурный каркас 8 с помощью тросов или арматурных проволок 10 местами прикреплен к анкерам 11. Предназначено для защиты прибрежных откосов от размыва, и восстановления зеленых зон, при условиях: $i=0,0005..0,0025$, $v_i=0,5-3,5$ м/с, $Fr=0,5...1,25$.

5. Откосное крепление из фашин биопозитивной конструкции

Патент №2399718E02B 3/12 E02D 17/20 20.09. 2010г;

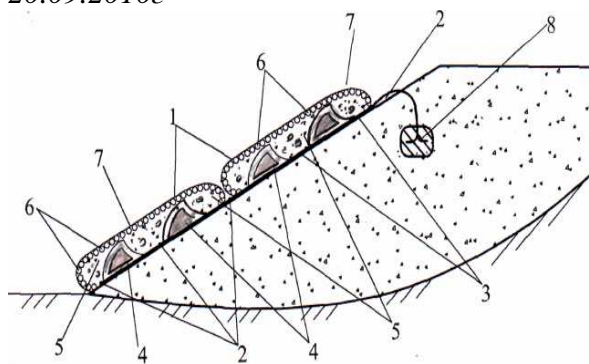


Откосное крепление биопозитивной конструкции состоит из легких фашин 1, соединенных между собой, металлических проволок 2, растянутых сверху легких фашин 1 с образованием крупноячейистой сетки, тяжелых фашин 3, уложенных сверху легких фашин 1. Поверх тяжелых фашин 3 растянута вторая крупноячейистая сетка 8 из металлической проволоки. Между собой крупноячейистые сетки соединены проволокой и прикреплены к анкерам 9. Предназначено для защиты прибрежных откосов от размыва, и восстановления зеленых зон, при условиях: $i=0,0005..0,005$, $v_i=0,7-4$ м/с, $Fr=0,5...1,5$.

6. Откосное крепление биопозитивной конструкции и способ возведения

Патент №2399718 E02B 3/1

20.09.2010г



Откосное крепление биопозитивной конструкции состоит из тюфяков 1, гибко соединенных между собой, металлических проволоч 2, растянутых в основании, геосетки 3 с карманами, расположенными рядами и заполненными растительным грунтом 4 и местного грунта 5, легких фашин 6 из сухого камыша, уложенных сверху плотными рядами. При этом тюфяки 1 прикреплены к бетонным анкерам 8. Предназначено для защиты откосов от размыва и восстановления прибрежных зеленых зон, при условиях:

$i=0,0005...0,001$, $v_i=0,5-1,5$ м/с, $Fr=0,1...0,3$.

Такие поперечные сооружения эффективно могут быть использованы на равнинных и предгорных размываемых участках рек. Для этих сооружений на основе результатов аналитических и экспериментальных исследований получены следующие расчетные параметры: длина головной гибкой части l_2 должна быть не менее $h_p/tg\varphi$, где h_p – глубина возможного максимального размыва русла у оголовка ниже его основания; φ – угол естественного откоса подстилающих грунтов, т.е. $l_2 \geq 2h_p$ ($\varphi = 25-30^\circ$). В этом случае размыв русла не будет распространяться далее в сторону дамбы (берега). Длина жесткой корневой части l_1 должна быть не менее длины гибкой головной части l_2 , т.е. $l_1 \geq l_2$, общая длина $l = l_1 + l_2$. Корневая часть полузапруд разбивает структуру потока и создает условия для отложения наносов между ними. Длина l_1 корневой части принимается в пределах $l_1 = (1-3) l_2$, наибольшая высота полузапруды $H_1 = \frac{2}{3} H_{max}$, где H_{max} – максимальная глубина паводкового потока 1% обеспеченности, а наименьшая высота у головной части $H_2 = \frac{1}{3} H_{max}$, в любом случае H_2 должна быть не меньше 1м.

На рис 5. приведена авторская схема зарегулированного участка реки с помощью коротких полузапруд-отбоек и гибких откосных креплений.

Для этого зарегулированного участка с двухсторонним расположением полузапруд-отбоек, их длина должна быть не более 30% от ширины русла по основанию B , т.е. $l = l_1 + l_2 \leq 0,3B$, а расстояние между ними $L = (2...3)l \leq 0,75B$. Отметка верха крепления прибрежного откоса принимают не менее чем на 1 м выше максимального расчетного уровня воды в реке. Из этой схемы видно, как образуется полигональное поперечное сечение русла из трапециевидального с помощью полузапруд-отбоек, устроенных у основания откосов с двух сторон.

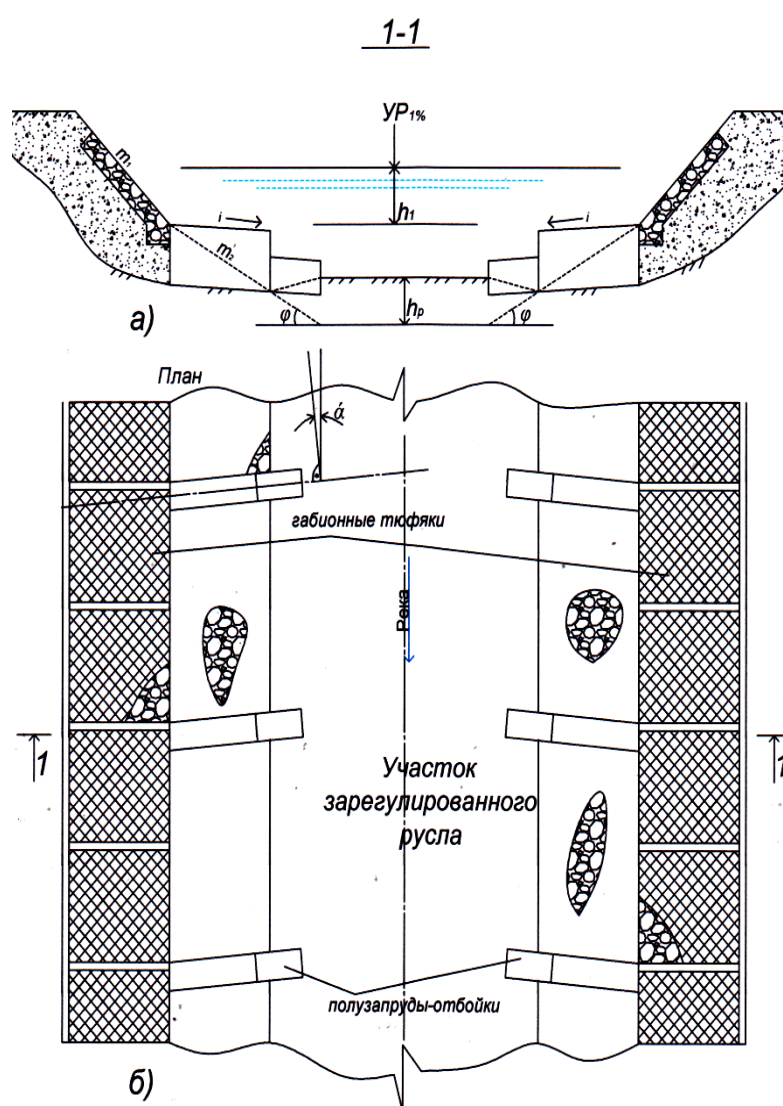


Рис. 5. Схема зарегулированного участка реки с использованием биопозитивных технологий
 а - поперечное сечение русла, б - план участка русла

При максимально возможных размывах русла эти отбойки будут лежать по линии донных откосов m_2 , принимаемых равными углу внутреннего трения φ грунтов русловых отложений. Основные гидродинамические нагрузки паводковых потоков воспринимают полузапруды-отбойки, которые направляют их в сторону центра русла. При этом, из-за расположения сооружений с уклоном и направлением против течения, а также гибкости их конструкций, происходит рассредоточения действующих сил вдоль прибрежных креплений. Тем самым снижается размывающая способность паводковых потоков и повышается устойчивость сооружений и креплений. При такой схеме регулирования сооружения сохраняют целостность, даже если немного деформируются, устойчивость и при глубоких размывах русла. В большинстве типов откосных креплений используются гибкие габионные тюфяки из легких и тяжелых фашин (из сухого камыша и растительного грунта с добавлением семян многолетних трав, и местного гравийного грунта), которые являются хорошими дренирующими и влагоудерживающими материалами. Из-за чего, в плодородном грунте и во влажной среде происходит быстрый рост растений и развитие их корневой системы. В результате сквозь гибкие крепления прорастают трава и кустарники. Со временем, по мере разрастания и развития корневой системы трав и кустарников крепление сильнее укрепляется, и сливается с естественным ландшафтом прибрежной зоны. При этом создаются и благоприятные условия для миграции и размножения рыб на участках рек вдоль прибрежных креплений, где густые заросли растений создают застойные зоны воды. Со временем, эти конструкции из местных природных материалов, превращаются в биопозитивные крепления, которые не вносят помех в круговорот веществ и энергии, помогают развитию природы и включаются в экосистему реки, воспринимаются природой как родственные ей элементы.

С учетом вышеизложенного при выборе типа и конструкции сооружений, креплений и способов их возведения, рекомендуется учитывать основные требования, предъявляемые конкретными гидрологическими и геоморфологическими условиями мест их расположения на предгорных и равнинных участках рек:

- на предгорных участках рек, характеризующихся высокой турбулентностью и параметром кинетичности потоков $П_k > 1$, необходимо выбирать более устойчивые и прочные конструкции сооружений – подпорные стены, запруды и полузапруды комбинированных и биопозитивных конструкций;

- на равнинных участках рек, характеризующихся низко турбулентными потоками с параметром кинетичности $П_k < 1$ целесообразно использовать более легкие конструкции откосных креплений, подпорных стен и полузапруд из тяжелых и легких фашин, гибких и габионных тюфяков.

Анализ опыта строительства и результатов экспериментальных исследований ряда конструкций полузапруд-отбоек, проведенных на разных (предгорных и равнинных) участках рек Северного Кавказа, позволил установить основные условия проектирования и определить их технические параметры.

Для предгорных участков рек, характеризующихся высокими скоростными и наносными режимами, размывающими и транспортирующими способностями, а также с нижеследующими условиями: уклон русла реки $i = 0,001...0,01$; коэффициент разнозернистости грунтов русловых отложений $k = d_{60}/d_{10} = 75...150$; число Фруда $Fr = 1,0...5,0$ рекомендуется использовать более прочные конструкции полузапруд-отбоек и откосных креплений из технических решений авторов [12,13,17,18].

На основе результатов проведенных исследований и изучения состояний малых рек на Юге России и с учетом современных достижений в области водохозяйственного и природоохранного строительства разработаны мероприятия по восстановлению и природоохранному обустройству урбанизированных зон малых рек. Эти мероприятия включают следующие виды работ:

- расчистка территории поймы и прибрежных разрушенных участков реки от мусора и элементов разрушенных конструкций креплений;

- расширение русла реки с частичным восстановлением старых протоков реки

- устройство гибких и биопозитивных креплений при реконструкции и восстановлении защитно-регуляционных сооружений на прибрежных зонах рек;

- устройство вдоль прибрежных зон рекреационных площадок и дорожек с равномерно распределенными по территории мусоросборниками;

- благоустройство прибрежных зон, обустройство малых архитектурных форм с элементами ландшафтного планирования;

- разбивка территории водоохранными знаками и плакатами с экологическими лозунгами и требованиями к отдыхающим горожан;

- улучшения качества речной воды с помощью озеленения поймы реки специальными растениями, способствующими к очистке воды, а также вселения в воду фито и гидробионтов, моллюсков и зоопланктона;

- организация экологических постов и контроля на территории урбанизированных зон малых рек.

ВЫВОДЫ:

1. Сложившаяся экологическая ситуация на урбанизированных участках рек Нальчик, Баксан, Чегем, Шалушка является характерным для многих участков малых рек в бассейнах средних рек Северного Кавказа и

Юга России. В связи, с чем, требуется организация экологического мониторинга по всем малым рекам и кадастровый учет всех их урбанизированных участков.

2. Для защиты и природоохранного обустройства урбанизированных участков малых рек может быть эффективно использован предлагаемый метод регулирования русел с помощью коротких полузапруд-отбоек с гибкими креплениями биопозитивных и комбинированных конструкций. При регулировании русел в обязательном порядке должны быть соблюдены не только гидрологические условия протекания воды, но и экологические. Экосистема реки не должна быть нарушена, зоны миграции и нереста рыб должны быть сохранены, водоохранные зоны рек должны содержаться в чистоте, и - покрыты зеленой растительностью.

Литература

1. Вернадский, В. И. Философские мысли натуралиста [Текст] / В. И. Вернадский. – М.: Наука, 1988. – 522с. – ISBN 5-02-003325-1.

2. *Восстановление и охрана малых рек: Теория и практика [Текст] / Дж. А. Гор, Э. Е. Херрикс, Л. Л. Осборн [др.]; пер. с англ. А. Э Габриэляна, Ю. А. Смирнова; под ред. К. К. Эдельштейна, М. И. Сахаровой. – М.: Агропромиздат, 1989. – 317 с. : ил. – 3000 экз. – ISBN 5-10-001253-6.*

3. Калининченко, Н. П. Защита малых рек [Текст] / Н. П. Калининченко. – М.: Экология, 1992. – 354 с. – ISBN 5-7120-0672-3.

4. Комплексное использование водных ресурсов и охрана природы [Текст] : учебник для студентов с.-х. вузов / В. В. Шабанов, И. Г. Галямина, Э. С. Беглярова, Н. Ф. Юрченко; под ред. В. В. Шабанова. – М.: Колос, 1994. – 317 с. : ил. – ISBN 5-10-001559-4.

5. Нестеров, Е. М. Оценка техногенного воздействия на городскую среду через изучение геохимии донных отложений [Текст] / Е. М. Нестеров, А. И. Тимиргалеев, Е. В. Маслова // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион: Естественные науки. – 2008. – № 2. – С. 96-99.

6. Румянцев, И. С. Проблемы надежности и безопасности защитно-регуляционных сооружений в условиях рек СК [Текст] / И. С. Румянцев, С. О. Курбанов // Гидротехническое строительство. – 2003. – № 12.

7. Курбанов, С. О. Теоретические основы и экологические проблемы регулирования русел рек, каналов и водохозяйственного строительства на Юге России [Текст] / С. О. Курбанов, А. А. Созаев // Юг России: экология, развитие. – 2008. – №1. – С. 99-104.

8. Курбанов, С.О. Основы экологического мониторинга прибрежных урбанизированных зон малых рек [Текст] / С. О. Курбанов, В. А. Волосухин, Ф. Т.

Дударова // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2015. – Выпуск №2 (16). – С. 103-112.

9. Курбанов, С.О. Расчетное обоснование наивыгоднейших сечений зарегулированных русел рек и их креплений [Текст] / С. О. Курбанов // Гидротехническое строительство. – 2007. – № 1. – С. 45-48.

10. Пат. 2319805 Российская Федерация, МПК E02B3/02. Способ возведения полузапруд биопозитивной конструкции [Текст] / Курбанов С.О., Курбанов К.С., Созаев А.А. ; заявитель и патентообладатель ООО Научно-производственная фирма "Берег". – № 2006112058/03; заявл. 11.04.06; опубл. 20.03.08, Бюл. № 8. – 8 с. : ил.

11. Пат. 2336388 Российская Федерация, МПК E02B3/06. Полузапруды комбинированной конструкции [Текст] / Курбанов С.О., Курбанов К.С. ; заявитель и патентообладатель ООО Научно-производственная фирма "Берег". – № 2006111919/03; заявл. 10.04.06; опубл. 20.10.08, Бюл. № 29. – 7 с. : ил.

12. Пат. 2076168 Российская Федерация, МПК⁶ E02B3/00, E02B3/12. Полузапруды и способ ее строительства [Текст] / Курбанов С.О., Тутаев А.А., Казанчев А.А. ; заявитель и патентообладатель Курбанов Салигаджи Омарович . – № 93002775/15; заявл. 11.01.1993; опубл. 27.03.1997, Бюл. № 8 – 6 с. : ил.

13. Пат. 2449079 Российская Федерация, МПК E02B3/06, E02B3/12. Полузапруды биопозитивной конструкции [Текст] / Курбанов С.О., Кожоков М.К., Дударова Ф.Т. ; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия им. В.М. Кокова. – № 2009117036/13; заявл. 04.05.2009; опубл. 27.04.2012, Бюл. № 12. – 9 с. : ил.

14. Пат. 2569828 Российская Федерация, МПК E02B3/12. Способ возведения прибрежного крепления из фашин биопозитивной конструкции [Текст] / Курбанов С.О., Созаев А.А., Дулаева Д.В. ; заявитель и патентообладатель ООО Научно-производственная фирма "Берег", ФГОУ ВПО Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия им. В.М. Кокова. – № 2014123252/13; заявл. 06.06.2014; опубл. 27.11.2015, Бюл. № 33. – 9 с. : ил.

15. Пат. 2565738 Российская Федерация, МПК E02B3/12. Прибрежное крепление из фашин и габионных тюфяков биопозитивной конструкции [Текст] / Курбанов С.О., Апажеев А.К., Дулаева Д.В. ; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия им. В.М. Кокова, ООО «Инновационный центр биопозитивных технологий «ЭКОБЕРЕГ». – № 2014121479/13; заявл. 27.05.2014; опубл. 20.10.2015, Бюл. № 29. – 9 с.

16. Пат. 2369685 Российская Федерация, МПК E02B3/00. Габионный тюфяк биопозитивной конструкции [Текст] / Курбанов С.О., Созаев А.А. ; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия им. В.М. Кокова. – № 2008102518/03; заявл. 22.01.2008; опубл. 10.10.2009, Бюл. № 28. – 7 с. : ил.

17. Пат. 2449081 Российская Федерация, МПК E02B3/12. Способ возведения подпорной стенки биопозитивной конструкции [Текст] / Курбанов С.О., Созаев А.А., Курбанов К.С.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия им. В.М. Кокова. – № 2010127552/03; заявл. 02.07.2010; опубл. 27.04.2012, Бюл. № 12. – 7 с. : ил.

18. Пат. 2399718 Российская Федерация МПК E02B 3/12. Откосное крепление из фашин биопозитивной конструкции [Текст] / Курбанов С.О., Курбанов К.С.; заявитель и патентообладатель ООО Научно-производственная фирма «Берег». - №2009104906/03; заявл. 12.02.09; опубл. 20.09.2010, Бюл. № 26 – 6 с.: ил.

19. Пат. 2351708 Российская Федерация МПК E02B 3/12. Способ возведения откосного крепления биопозитивной конструкции [Текст] / Курбанов С.О., Дударова

Ф.Т. заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия им. В.М. Кокова. - №2007123084/03; заявл. 19.06.07; опубл. 10.04.2009, Бюл. № 09 – 6 с.: ил.

References

1. Vernadskij, V. I. Filosofskie mysli naturalista [Tekst] / V. I. Vernadskij. – М.: Nauka, 1988. – 522s. – ISBN 5-02-003325-1.
2. Vosstanovlenie i ohrana malyh rek: Teorija i praktika [Tekst] / Dzh. A. Gor, Je. E. Herriks, L. L. Osborn [dr.]; per. s angl. A. Je Gabrijeljana, Ju. A. Smirnova; pod red. K. K. Jedel'shtejna, M. I. Saharovoj. – М.: Agropromizdat, 1989. – 317 s. : il. – 3000 jekz. – ISBN 5-10-001253-6.
3. Kalinichenko, N. P. Zashhita malyh rek [Tekst] / N. P. Kalinichenko. – М.: Jekologija, 1992. – 354 s. – ISBN 5-7120-0672-3.
4. Kompleksnoe ispol'zovanie vodnyh resursov i ohrana prirody [Tekst] : uchebnik dlja studentov s.-h. vuzov / V. V. Shabanov, I. G. Galjamina, Je. S. Begljaroва, N. F. Jurchenko; pod red. V. V. Shabanova. – М.: Kolos, 1994. – 317 с. : il. – ISBN 5-10-001559-4.
5. Nesterov, E. M. Ocenka tehnogenogo vozdejstvija na gorodskuju sredu cherez izuchenie geohimii donnyh otlozhenij [Tekst] / E. M. Nesterov, A. I. Timirgaleev, E. V. Maslova // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region: Estestvennye nauki. – 2008. – № 2. – S. 96-99.
6. Rumjancev, I. S. Problemy nadezhnosti i bezopasnosti zashhitno-reguljacionnyh sooruzhenij v uslovijah rek CK [Tekst] / I. S. Rumjancev, S. O. Kurbanov // Gidrotehnicheskoe stroitel'stvo. – 2003. – № 12.
7. Kurbanov, S. O. Teoreticheskie osnovy i jekologicheskie problemy regulirovanie rusel rek, kanalov i vodohozjajstvennogo stroitel'stva na Juge Rossii [Tekst] / S. O. Kurbanov, A. A. Sozaev // Jug Rossii: jekologija, razvitie. – 2008. – №1. – S. 99-104.
8. Kurbanov, S.O. Osnovy jekologicheskogo monitoringa pribrezhnyh urbanizirovannyh zon malyh rek [Tekst] / S. O. Kurbanov, V. A. Volosuhin, F. T. Dudarova // Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – Vypusk №2 (16). – S. 103-112.9. Kurbanov, S.O. Raschetnoe obosnovanie naivygodnejshih sechenij zaregulirovannyh rusel rek i ih kreplenij [Tekst] / S. O. Kurbanov // Gidrotehnicheskoe stroitel'stvo. – 2007. – № 1. – S. 45-48.
10. Pat. 2319805 Rossijskaja Federacija, MPK E02B3/02. Sposob vozvedenija poluzaprud biopozitivnoj konstrukcii [Tekst] / Kurbanov S.O., Kurbanov K.S., Sozaev A.A. ; zajavitel' i patentoobladatel' OOO Nauchno-proizvodstvennaja firma "Bereg". – № 2006112058/03; zajavl. 11.04.06; opubl. 20.03.08, Bjul. № 8. – 8 s. : il.
11. Pat. 2336388 Rossijskaja Federacija, MPK E02B3/06. Poluzapruda kombinirovannoj konstrukcii [Tekst] / Kurbanov S.O., Kurbanov K.S. ; zajavitel' i patentoobladatel' OOO Nauchno-proizvodstvennaja firma "Bereg". – № 2006111919/03; zajavl. 10.04.06; opubl. 20.10.08, Bjul. № 29. – 7 s. : il.
12. Pat. 2076168 Rossijskaja Federacija, MPK6 E02B3/00, E02B3/12. Poluzapruda i sposob ee stroitel'stva [Tekst] / Kurbanov S.O., Tutaev A.A., Kazanchev A.A. ; zajavitel' i patentoobladatel' Kurbanov Saligadzhi Omarovich . – № 93002775/15; zajavl. 11.01.1993; opubl. 27.03.1997, Bjul. № 8 – 6 s. : il.
13. Pat. 2449079 Rossijskaja Federacija, MPK E02B3/06, E02B3/12. Poluzapruda biopozitivnoj konstrukcii [Tekst] / Kurbanov S.O., Kozhokov M.K., Dudarova F.T. ; zajavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO Kabardino-Balkarskaja gosudarstvennaja

sel'skohozjajstvennaja akademija im. V.M. Kokova. – № 2009117036/13; zajavl. 04.05.2009; opubl. 27.04.2012, Bjul. № 12. – 9 s. : il.

14. Pat. 2569828 Rossijskaja Federacija, MPK E02B3/12. Sposob vozvedenija pribreznogo kreplenija iz fashin biopozitivnoj konstrukcii [Tekst] / Kurbanov S.O., Sozaev A.A., Dulaeva D.V. ; zajavitel' i patentoobladatel' OOO Nauchno-proizvodstvennaja firma "Bereg", FGOU VPO Kabardino-Balkarskaja gosudarstvennaja sel'skohozjajstvennaja akademija im. V.M. Kokova. – № 2014123252/13; zajavl. 06.06.2014; opubl. 27.11.2015, Bjul. № 33. – 9 s. : il.

15. Pat. 2565738 Rossijskaja Federacija, MPK E02B3/12. Pribrezhnoe kreplenie iz fashin i gabionnyh tjufjakov biopozitivnoj konstrukcii [Tekst] / Kurbanov S.O., Apazhev A.K., Dulaeva D.V. ; zajavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO Kabardino-Balkarskaja gosudarstvennaja sel'skohozjajstvennaja akademija im. V.M. Kokova, OOO «Innovacionnyj centr biopozitivnyh tehnologij «JeKOBereg». – № 2014121479/13; zajavl. 27.05.2014; opubl. 20.10.2015, Bjul. № 29. – 9 s.

16. Pat. 2369685 Rossijskaja Federacija, MPK E02B3/00. Gabionnyj tjufjak biopozitivnoj konstrukcii [Tekst] / Kurbanov S.O., Sozaev A.A. ; zajavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO Kabardino-Balkarskaja gosudarstvennaja sel'skohozjajstvennaja akademija im. V.M. Kokova. – № 2008102518/03; zajavl. 22.01.2008; opubl. 10.10.2009, Bjul. № 28. – 7 s. : il.

17. Pat. 2449081 Rossijskaja Federacija, MPK E02B3/12. Sposob vozvedenija podpornoj stenki biopozitivnoj konstrukcii [Tekst] / Kurbanov S.O., Sozaev A.A., Kurbanov K.S.; zajavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO Kabardino-Balkarskaja gosudarstvennaja sel'skohozjajstvennaja akademija im. V.M. Kokova. – № 2010127552/03; zajavl. 02.07.2010; opubl. 27.04.2012, Bjul. № 12. – 7 s. : il.

18. Pat. 2399718 Rossijskaja Federacija MPK E02V 3/12. Otkosnoe kreplenie iz fashin biopozitivnoj konstrukcii [Tekst] / Kurbanov S.O., Kurbanov K.S.; zajavitel' i patentoobladatel' OOO Nauchno-proizvodstvennaja firma «Bereg». - №2009104906/03; zajavl. 12.02.09; opubl. 20.09.2010, Bjul. № 26 – 6 s.: il.

19. Pat. 2351708 Rossijskaja Federacija MPK E02V 3/12. Sposob vozvedenija otkosnogo kreplenija biopozitivnoj konstrukcii [Tekst] / Kurbanov S.O., Dudarova F.T. zajavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO Kabardino-Balkarskaja gosudarstvennaja sel'skohozjajstvennaja akademija im. V.M. Kokova. - №2007123084/03; zajavl. 19.06.07; opubl. 10.04.2009, Bjul. № 09 – 6 s.: il.