

Хаширова Т.Ю., Ламердонов З.Г.  
Khashirova T.Yu., Lamerdonov Z.G.

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ ПРИ РЕШЕНИИ  
НЕКОТОРЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПРИРОДНЫХ  
ЛАНДШАФТОВ  
INFORMATION TECHNOLOGY IN SCIENCE IN SOLVING SOME  
ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF NATURAL LANDSCAPES**

Предлагается разработанная в ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГУ им. Х.М. Бербекова и ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ им.В.М. Кокова методика построения обобщенных моделей управления и прогнозирования природных процессов на сложных изменённых техно-природных системах. Построение обобщенных моделей производится на основе накопленного эмпирического опыта известными научными школами и видными учеными с использованием возможностей современной вычислительной техники. Накопленный опыт ведущими учеными, как правило, обобщен и представлен в виде эмпирических формул. Построение обобщенных моделей осуществляется на основе вычислительного эксперимента с применением математической теории планирования эксперимента. Объектом исследования является подсистема природных ландшафтов как сложной измененной геосистемы: склоновая подсистема; овражно-балочная подсистема; речная подсистема и водохозяйственный комплекс. В докладе представлены разработанные научными школами России концептуальные модели и алгоритмы построения и решения научной проблемы управления сложными техно-природными системами, каковой является горный и предгорный ландшафт. Приводятся варианты практического применения результатов проведенных исследований, которые можно применять при моделировании всех подсистем горных и предгорных ландшафтов. Приводятся некоторые инновационные разработки по противозерозионной защите склонов и оврагов, запатентованные в Российской Федерации.

The Kabardino-Balkarian SU named after Kh. M. Berbekov and the Kabardino-Balkarian SAU named after V.M. Kokov propose methodology for constructing generalized models of management and forecasting of natural processes on complex modified techno-natural systems. The construction of generalized models is based on accumulated empirical experience by well-known scientific schools and prominent scientists using the capabilities of modern computer technology. The accumulated experience by leading scientists is usually generalized and presented in the form of empirical formulas. The construction of generalized models is carried out on the basis of a computational experiment using the mathematical theory of experimental design. The object of study is the subsystems of natural landscapes as a complex altered geosystem: a slope subsystem; ravine-beam subsystem; river subsystem and water management complex. The report presents the conceptual models and algorithms for constructing and solving the scientific problem of managing complex techno-natural systems developed by scientific schools of Russia, which is a mountain and foothill landscape. Variants of practical application of the results of the studies that are applicable to the modeling of all subsystems of mountain and foothill landscapes are given. Some innovative investigations on erosion protection of slopes and ravines, patented in the Russian Federation, are presented.

**Ключевые слова:** техно-природная система, горный ландшафт, предгорный ландшафт, обобщенная модель, математическая модель, подсистема, геосистема, алгоритм.

**Key words:** techno-natural system, mountain landscape, foothill landscape, generalized model, mathematical model, subsystem, geosystem, algorithm.

**Хаширова Татьяна Юрьевна** – доктор технических наук, заведующий кафедрой информационной безопасности, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик

E-mail: khashirova@mail.ru

**Ламердонов Замир Галимович** – доктор технических наук, профессор кафедры природообустройства, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик

E-mail: lamerdonov-zamir@rambler.ru

**Khashirova Tatyana Yurievna** – Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Information Security, FSBEI HE Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekova, Nalchik

**Lamerdonov Zamir Galimovich** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Environmental Engineering, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

**Введение.** Сильным инструментом в решении многих научных проблем является системный подход, а некоторые задачи без него вообще не решаются. К таким проблемам, которые невозможно решать без использования теории систем, являются задачи управления природными процессами. На основе системного подхода разработана концептуальная модель охраны горного и предгорного ландшафта как сложной измененной геосистемы. Природная подсистема, согласно разработанной концептуальной модели, состоит из: склоновой подсистемы, овражно-балочной подсистемы, русловой подсистемы и водохозяйственного комплекса (ВХК) [1]. Экологические проблемы горных и предгорных территорий вызваны движением воды, которая, смывая почву в одних местах, главным образом на склонах и оврагах, аккумулирует этот сток в других подсистемах: речной и инженерных системах ВХК [2,3,4].

В настоящее время накоплен большой эмпирический опыт по изучению всех подсистем научными школами Москвы, Санкт-Петербурга, Тбилиси и многих других городов [5,6]. Надо отметить, что работа по созданию банка знаний велась целыми научно-исследовательскими институтами десятилетиями и было затрачено много сил и средств, которые необходимо использовать для выработки новых знаний. И сегодня этот вопрос является актуальным и привлекает к себе внимание многих современных ученых России и мира.



Рисунок 1 – Концептуальная модель охраны горных и предгорных ландшафтов как сложной изменённой техно-природной системы

**Методология проведения исследования.** Задача, поставленная перед нами, состоит в том, чтобы собрать весь ранее полученный материал и обобщить накопленный эмпирический опыт, на основе которых можно создавать модели управления сложными техно-природными процессами и новый научный материал по пополнению техногенного блока управления (ТБУ) природными процессами. Работа по улучшению техногенного блока управления природными процессами ведется в двух основных направлениях: разрабатываются комплексы программ по моделированию и управлению техно-природными системами и новые инновационные технические и организационно-управленческие решения [7,8,9].

Главным помощником в решении поставленных проблем по обобщению накопленного эмпирического опыта является математическая теория планирования эксперимента с помощью, которой и проводится вычислительный эксперимент. Алгоритм процесса моделирования следующий:

1. Выбираются основные факторы влияющие на природный процесс исследования.

2. Выбирается параметр или параметры оптимизации.

3. На основе постановочных экспериментов определяется интервал и уровни варьирования факторов.

4. Выбирается план проведения исследования.

5. В соответствии с выбранным планом исследования по выбранным формулам подсчитывается параметр оптимизации. Усредняются значения параметра оптимизации, полученные по разным формулам.

6. Обрабатывается полученный план исследований и строится модель или модели в виде уравнений регрессии. Дается оценка адекватности модели по общепринятым методикам.

7. Делается факторный анализ полученной модели и производится ранжирование факторов.

8. Полученная модель используется для описания природных процессов или моделирования.

В соответствии с приведенным алгоритмом можно построить модели по описанию природных процессов в склоновой, овражно-балочной и русловой подсистемах.

**Ход проведения исследования.** Приведем пример построения модели оценки экологической стабильности овражно-балочной подсистемы [10,11].

Для определения количества смытого материала, примем эмпирические зависимости наиболее известных ученых: Morgana (1979); ГОСТ 17.4.4.03-86 (1986); Гаршинева Е.А.; Швевса Г.И.; Wischmeiera, Smitha (1978), которые приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Эмпирические зависимости по определению количества смытого материала в результате эрозионного процесса

№	Аналитическая запись рельефной функции	Источник
1	$LS = \frac{\sqrt{L}}{100} * (1,38 + 0,965 * S + 0,138 * S^2)$	Morgan (1979)

2	$LS = L^{0,5} * (0,0011 * S^2 + 0,0078 * S + 0,0111)$	ГОСТ 17.4.4.03-86 (1986)
3	$\bar{W} = \alpha'_2 S^n$ $\bar{W} = \alpha'_1 L^p$	Швебс Г.И.
4	$\bar{W} = L^{1,5} S^{1,5}$	Гаршинев Е.А.
5	$LS = (0,065 + 4,56 * \sin S + 65,41 * \sin^2 S * \left(\frac{L}{22,1}\right)^p * p - 0,5)$	Wischmeier, Smith (1978)

Приведем основные факторы оврагообразования это: рельеф; гидрометеорологические; геологические; экзодинамические (См. рис.2).

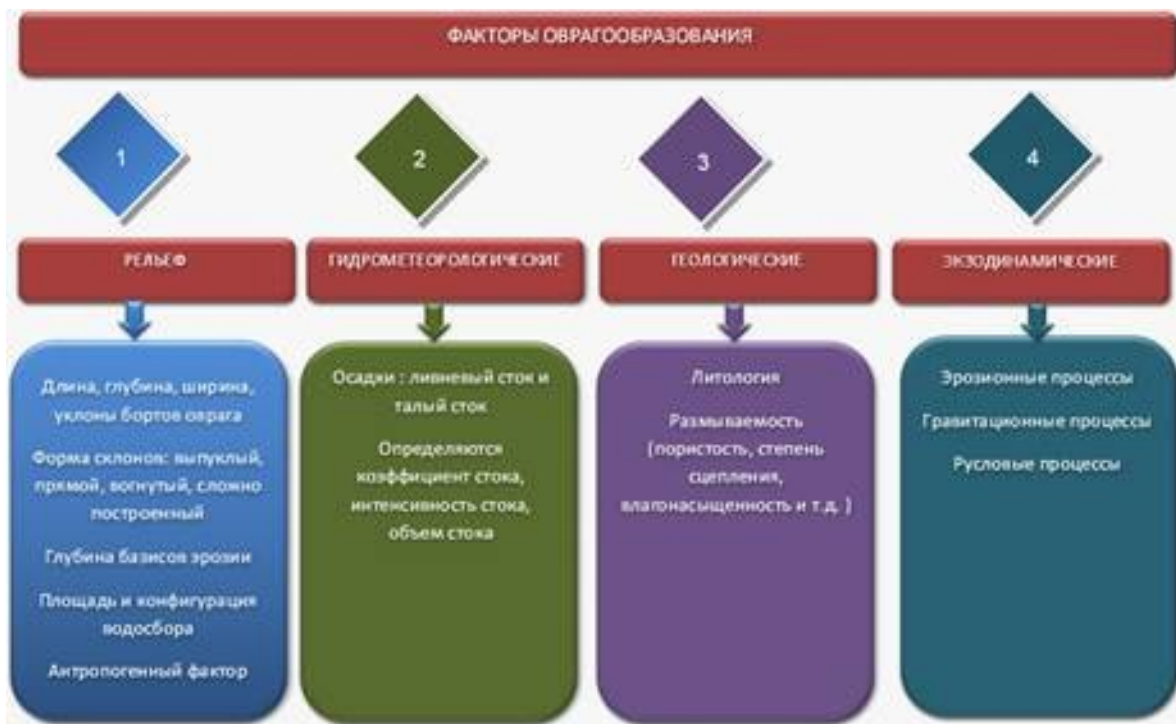


Рисунок 2 – Основные факторы оврагообразования

**Результаты исследований.** Основные этапы и алгоритм построения обобщенной модели экологической стабильности овражно-балочной подсистемы показаны на рисунке 3.

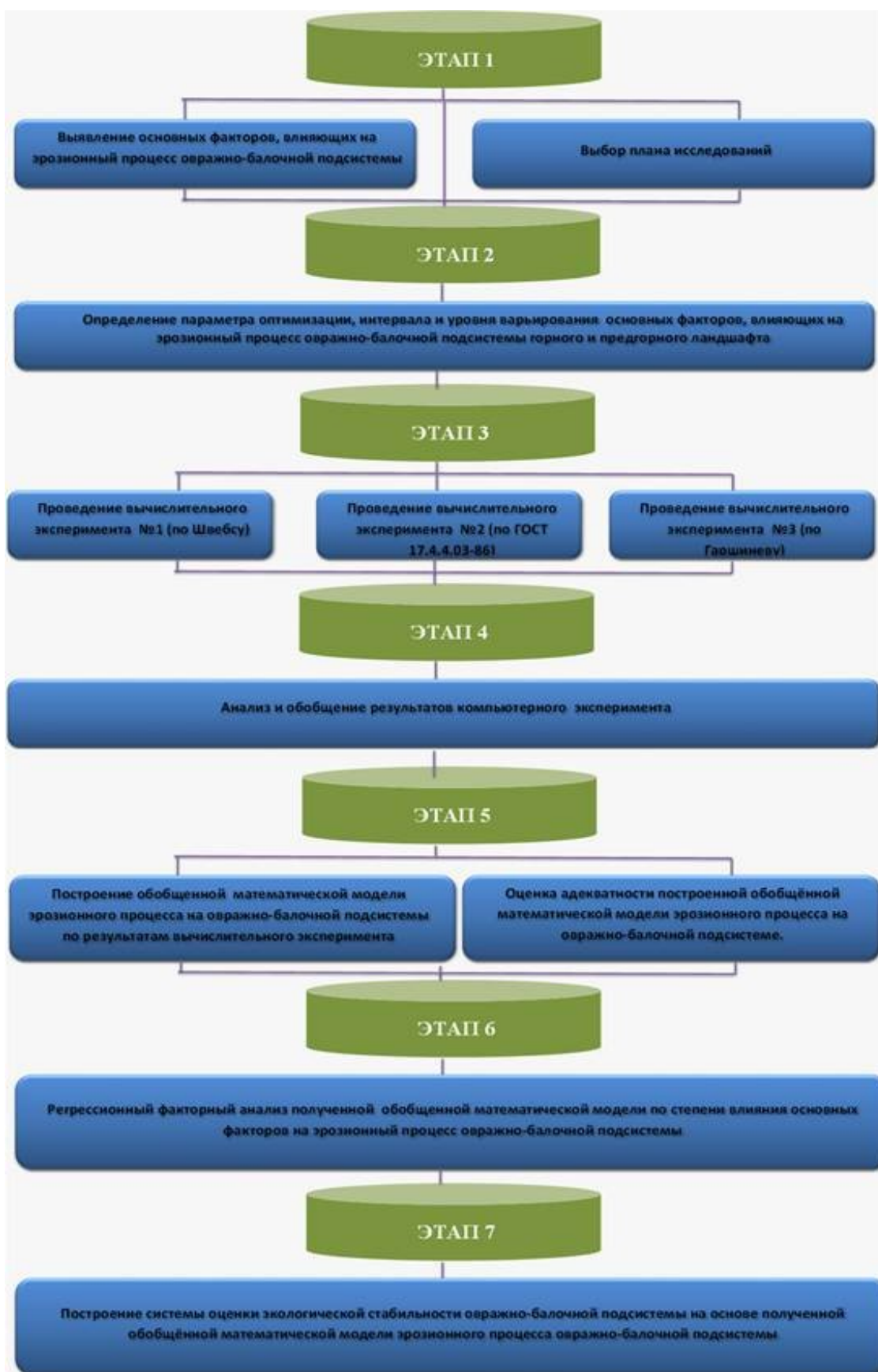


Рисунок 3 – Основные этапы и алгоритм построения модели оценки экологической стабильности овражно-балочной подсистемы

**Область применения результатов.** Построенная обобщенная модель, полученная в виде уравнения регрессии, лучше вписывается в модели по управлению и моделированию природных процессов, протекающих в подсистемах горных и предгорных ландшафтов и в системе в целом. По полученным уравнениям регрессии, в соответствии с общей методикой, по однофакторным легко делать факторный анализ и оптимизировать решение многих проблем [1,6]. Построенные модели управления эрозионными процессами в овражно-балочной подсистеме позволяют выбирать оптимальные варианты способов защиты и конструктивные решения противоэрозионных сооружений для решения поставленных проблем. В КБГУ и КБГАУ разработаны и инновационные разработки, пополняющие техногенный блок управления процессами. К таким разработкам можно отнести: сооружение для противоэрозионной защиты склонов [12]; способ противоэрозионной защиты склонов [13]; противоэрозионная защита склонов из габионных тюфяков [14]; устройство для противоэрозионной защиты крутых склонов [15]; и другие конструктивные решения, которые запатентованы в Российской Федерации. Простейший вариант защиты склоновых и овражно-балочной подсистемы показан на рисунке 4. На склон высыпаются семена трав или растений, после чего почва покрывается соломой или кустарником.

Укладка соломы или кустарника осуществляется по показанной на рисунке схеме, так чтобы вода не затекала под низ. На образованный ковер укладывается плетеная сетка, которая анкеруется в почву, для лучшего закрепления. Трава постепенно прорастает, а искусственно созданное временное крепление разрушается [13].

В настоящее время некоторые инновационные разработки по защите земель от эрозионных процессов построены, прошли апробацию, такие как габионные конструкции [6].

**Выводы.** В заключении можно сделать следующие выводы. Предлагается разработанная методика построения обобщенных моделей управления и прогнозирования экологическими процессами на сложных

изменённых техно-природных системах. Построение обобщенных моделей производится на основе накопленного эмпирического опыта известными научными школами и видными учеными с использованием возможностей современной вычислительной техники. Накопленный опыт ведущими учеными, как правило, обобщен и представлен в виде эмпирических формул. Построение обобщенных моделей осуществляется на основе вычислительного эксперимента с применением математической теории планирования эксперимента. Объектом исследования являются подсистемы природных ландшафтов как сложной измененной геосистемы: склоновая подсистема; овражно-балочная подсистема; речная подсистема и водохозяйственный комплекс. Представлены разработанные концептуальные модели и алгоритмы построения и решения научной проблемы управления сложными техно-природными системами, каковой является горный и предгорный ландшафт. Приводятся некоторые инновационные разработки по противоэрозионной защите склонов и оврагов, запатентованные в Российской Федерации.

### **Литература**

1. Хаширова Т.Ю. Охрана горных и предгорных ландшафтов управлением твердого стока. Нальчик: Полиграфсервис и Т, 2007. 220с.
2. Ламердонов З.Г., Хаширова Т.Ю., Гурфова Р.В., Жабоев С.А., Камботов А.А. Экологические проблемы урбанизированных территорий и некоторые пути их решения // Экология и промышленность России. 2018.№7. С.40–44.
3. Ламердонов З.Г., Хаширова Т.Ю., Ламердонов К.З. Экологические проблемы горных территорий и некоторые варианты их решения с помощью анкерных систем // Экология и промышленность России. 2019. №2. С.10–13.
4. Zamir G. Lamerdonov, Tatiana Yu. Khashirova, Azret Kh. Dyshekov, Salih A. Zhaboyev, Hazrit S. Nartokov Research of Environmental Problems of Roadside Territories and Some Innovative Technologies of their Solution / Proceedings of the



2018 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies", IT and QM and IS 2018. 2018. С.230-232.

5. Хаширова Т.Ю. Использование информационных технологий в вопросах охраны и мелиорации природных ландшафтов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. Специальный выпуск. 2008. С. 113-118.

6. Ламердонов З.Г. Инновационные технологии защиты берегов рек З.Г. Ламердонов. Нальчик: Издательство М. и В. Котляровых (ООО «Полиграфсервис и Т»), 2012. 236с.

7. Tatiana Yu. Khashirova, Zamir G. Lamerdonov, Elizaveta K. Edgulova , Aleksandr S. Ksenofontov, Hazrit S. Nartokov Information Technologies at the Choice of an Optimum Bank Protection Structures for Highways in Emergency Situations/ Proceedings of the 2018 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies", IT and QM and IS 2018. 2018. С. 656-658.

8. Ламердонов, З.Г. Методология и теория охраны земель от боковой водной эрозии гибкими противоэрозионными берегозащитными сооружениями, адаптированными к морфологии рек / З.Г.Ламердонов // Гидротехническое строительство. 2006. №9. С.27-31.

9. Хаширова Т.Ю., Ламердонов З.Г., Кузнецов Е.В. Системный подход в решении экологических проблем охраны горных и предгорных ландшафтов управлением твердого стока // Экологические системы и приборы. 2007. №9. С. 29–33.

10. Хаширова Т.Ю., Апанасова З.В. Теория и методика построения обобщенной математической модели эрозионного процесса склоновой подсистемы горного и предгорного ландшафта // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1.

11. Кильчукова Л.К., Хаширова Т.Ю., Кучерова В.Ю. Теоретические и методические аспекты построения обобщенной математической модели

эрозионного процесса овражно-балочной подсистемы горного и предгорного ландшафта // Современные проблемы науки и образования. 2015. №1-1.

12. Пат. №2325482 РФ, МПК E 02 D 17/20; E 02 B 3/12 Сооружение для противоэрозионной защиты склонов. /Т.Ю. Хаширова; заяв. 28.09.2006; опубл. 27.05.2008, Бюл. №15. 5 с.

13. Пат. 2318096 РФ, МПК E02D 17/20. Способ возведения противоэрозионной защиты склонов / Т.Ю. Хаширова; заявл. 16.05.2006; опубл. 27.02.2008. Бюл. №6. 5с.

14. Пат. №2327838 РФ, МПК E 02 D 17/20; Противоэрозионная защита склонов из габионных тюфяков. /Т.Ю. Хаширова; заяв. 06.10.2006; опубл. 27.06.2008, Бюл. №18. 5 с.

15. Пат. №2332541 РФ, МПК E 02 D 17/20; E 02 B 3/12 Устройство для противоэрозионной защиты крутых склонов. /Т.Ю. Хаширова; заяв. 01.10.2006; опубл. 27.08.2008, Бюл. №24. 5 с

### **References**

1. Khashirova T.YU. Okhrana gornyx i predgornyx landshaftov upravleniyem tverdogo stoka. – Nal'chik: Poligrafservis i T, 2007. 220s.

2. Lamerdonov Z.G., Khashirova T.YU., Gurfova R.V., Zhaboyev S.A., Kambotov A.A. Ekologicheskiye problemy urbanizirovannykh territoriy i nekotoryye puti ikh resheniya // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2018.№7. S.40–44.

3. Lamerdonov Z.G., Khashirova T.YU., Lamerdonov K.Z. Ekologicheskiye problemy gornyx territoriy i nekotoryye varianty ikh resheniya s pomoshch'yu ankernyx sistem// Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2019. №2. S.10–13.

4. Zamir G. Lamerdonov, Tatiana Yu. Khashirova, Azret Kh. Dyshekov, Salih A. Zhaboyev, Hazrit S. Nartokov Research of Environmental Problems of Roadside Territories and Some Innovative Technologies of their Solution / Proceedings of the 2018 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies", IT and QM and IS 2018. 2018. S.230-232.

5. Khashirova T.YU. Ispol'zovaniye informatsionnykh tekhnologiy v voprosakh okhrany i melioratsii prirodnykh landshaftov // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Spetsial'nyy vypusk, 2008, C. 113-118.

6. Lamerdonov Z.G. Innovatsionnyye tekhnologii zashchity beregov rek Z.G. Lamerdonov. – Nal'chik: Izdatel'stvo M. i V. Kotlyarovykh (OOO «Poligraf servis i T»), 2012. – 236s.

7. Tatiana Yu. Khashirova, Zamir G. Lamerdonov, Elizaveta K. Edgulova , Aleksandr S. Ksenofontov, Hazrit S. Nartokov Information Technologies at the Choice of an Optimum Bank Protection Structures for Highways in Emergency Situations/ Proceedings of the 2018 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies", IT and QM and IS 2018. 2018. S.656-658.

8. Lamerdonov, Z.G. Metodologiya i teoriya okhrany zemel' ot bokovoy vodnoy erozii gibkimi protivooerozionnymi beregozashchitnymi sooruzheniyami, adaptirovannymi k morfologii rek/Z.G.Lamerdonov // Gidrotekhnicheskoye stroitel'stvo. 2006. №9. S.27 -31.

9. Khashirova T.YU., Lamerdonov Z.G., Kuznetsov Ye.V. Sistemnyy podkhod v reshenii ekologicheskikh problem okhrany gornyykh i predgornyykh landshaftov upravleniyem tverdogo stoka // Ekologicheskkiye sistemy i pribory. 2007. №9. S. 29–33.

10. Khashirova T.YU., Apanasova Z.V. Teoriya i metodika postroyeniya obobshchennoy matematicheskoy modeli erozionnogo protsessa sklonovoy podsistemy gornogo i predgornogo landshafta // Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. 2015. №1-1.

11. Kil'chukova L.K., Khashirova T.YU, Kucherova V.YU. Teoreticheskkiye i metodicheskkiye aspekty postroyeniya obobshchennoy matematicheskoy modeli erozionnogo protsessa ovrazhno-balochnoy podsistemy gornogo i predgornogo landshafta // Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. 2015. №1-1.

12. Pat. №2325482 RF, MPK Ye 02 D 17/20; Ye 02 V 3/12 Sooruzheniye dlya protiverozionnoy zashchity sklonov /T.YU. Khashirova; zayav. 28.09.2006; opubl. 27.05.2008, Byul. №15. 5 s.

13. Pat. 2318096 RF, MPK E02D 17/20. Sposob vozvedeniya protiverozionnoy zashchity sklonov / T.YU. Khashirova; zayavl. 16.05.2006; opubl. 27.02.2008. Byul. №6. 5s.

14. Pat. №2327838 RF, MPK Ye 02 D 17/20; Protivoerozionnaya zashchita sklonov iz gabionnykh tyufyakov. /T.YU. Khashirova; zayav. 06.10.2006; opubl. 27.06.2008, Byul. №18. 5 s.

15. Pat. №2332541 RF, MPK Ye 02 D 17/20; Ye 02 V 3/12 Ustroystvo dlya protiverozionnoy zashchity krutykh sklonov /T.YU. Khashirova; zayav. 01.10.2006; opubl. 27.08.2008, Byul. №24. 5 s.