

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ЭРОЗИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ В РУСЛОВОЙ ПОДСИСТЕМЕ ГОРНЫХ И ПРЕДГОРНЫХ ЛАНДШАФТОВ

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR CONTROL OF EROSION PROCESSES IN THE ROOM SUBSYSTEM OF MOUNTAIN AND FOOTHILL LANDSCAPES

M. Georgieva

Summary. Considerable attention was paid to the issues of surface runoff retention, since solving these important issues, it is possible to actively manage the processes of runoff formation and soil erosion in the channel system when introducing anti-erosion technologies on slopes, as well as mountain and foothill landscapes. When considering the movement of a water flow on a slope, it is possible to identify the main regularities connecting the parameters of the flow and the underlying surface, due to the impact on it of driving forces and forces of resistance to movement.

Keywords: erosion processes, river beds, soil erosion, mountain landscapes, mathematical modeling.

Георгиева Марьяна Альбековна

Аспирант, Южный федеральный университет

(г. Таганрог)

maryana.g@list.ru

Аннотация. Вопросам поверхностного задержания стока уделялось значительное внимание, так как решая эти важные вопросы, возможно, активно управлять процессами стокообразования и эрозии почв в русловой системе при внедрении противоэрозионных технологий на склоновых, а также горных и предгорных ландшафтах. При рассмотрении движения водного потока на склоне, можно выявить основные закономерности, связывающие параметры потока и подстилающей поверхности, обусловленные воздействием на него движущих сил и сил сопротивления движению.

Ключевые слова: эрозионные процессы, русла рек, эрозия почвы, горные ландшафты, математическое моделирование.

Эрозионные процессы в русловой подсистеме это одна из актуальных экологических проблем, которая является наиболее распространенной причиной ведущие к разрушению горных пород и почв Кабардино-Балкарской республики и всего Северо-Кавказского федерального округа. Эрозионные процессы, хоть и не представляет угрозы для жизни людей, но наносит огромный экономический ущерб: выходят из строя гидротехнические объекты, разрушаются прибрежные строения, затапливаются хозяйственные территории и т.д. Результат ущерба, наносимого экологии русловыми эрозионными процессами, на сегодняшний день оценить просто невозможно. Эрозия почвы вызывает разрушение почвы и утрату их плодородия, способствует развитию оврагов на пахотных землях. Продукты эрозии повреждают ирригационные сети, заливают водоемы, погребают русла малых рек, снижают качество воды.

Гидрографическая сеть республики представляет собой 140 рек и ручьев бассейнов рек Терека и Кумы, с площадью водозабора 11,9 тыс. км² и 0,6 тыс. км² со-

ответственно и общей протяженностью 2620 км. Реки протекают в узких каньонах, и эрозия русел практически незаметна. Их течения характеризуются большими скоростями, влекущими значительные количества наносов, попадающих в них от схода ледников, снежных лавин и селевых потоков. Более крупные наносы откладываются в предгорной части, а более мелкие в равнинной части русел [6].

Эрозия дна и берегов рек более интенсивно происходит в предгорной и равнинной частях, где русла сложены аллювиальными отложениями. В основном наблюдается береговая эрозия, которая зависит от количества, крупности влекомых наносов и геологического строения берегов [5].

Среди методов исследования русловой эрозии почв можно выделить математическое моделирование сложных систем. Отличительной особенностью математических моделей, создаваемых в настоящее время, является их комплексность, связанная со сложностью

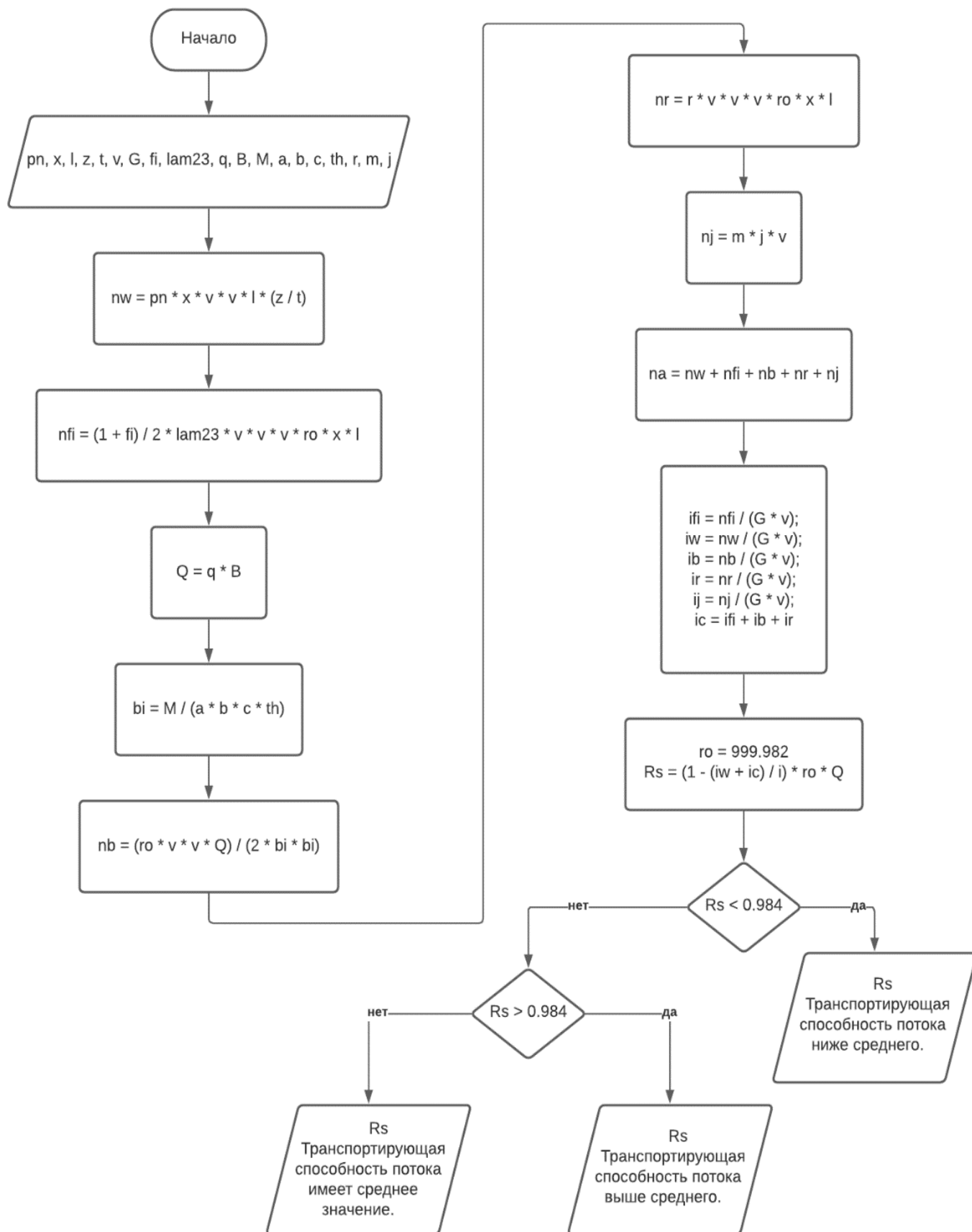


Рис. 1. Алгоритм, реализующий автоматизацию математических вычислений

моделируемых объектов. Это приводит к усложнению модели и необходимости совместного использования нескольких теорий из разных областей знания, применения современных вычислительных методов и вычислительной техники для получения и анализа результатов моделирования. В случае сложных объектов удовлетворить всем предъявляемым требованиям в одной модели обычно невозможно. [1]

После определения основных факторов, влияющих на эрозионный процесс русловой подсистемы горного и предгорного ландшафта, мы переходим к этапу проведения вычислительных экспериментов, используя различные математические методики.

Потери мощности водного потока на размыв или на разрушение и вынос частиц почвы подстилающей поверхности склона определяются по выражению Максимова И.И. [3]:

$$N_{\psi} = \rho_n \chi v^2 l \frac{z}{t},$$

Потери мощности водного потока на преодоление силы сопротивления шероховатости подстилающей поверхности склона определяются по выражению, полученному Васильевым С.А. [4]:

$$N_{\varphi} = \frac{(1 + \varphi)}{2} \lambda_{\text{ст}} v^3 \rho \chi l,$$

Потери мощности водного потока на преодоление силы сопротивления растительных элементов на поверхности склона определяется по выражению, предложенному В.С. Боровковым [7]:

$$N_{\delta} = \frac{\rho v^2 Q}{2 \delta^2},$$

$$\delta = \frac{M}{\sqrt{авсз}},$$

Потери мощности водного потока, обусловленные влиянием волнистости подстилающей поверхности склона нами, предлагается определять по выражению:

$$N_{\gamma} = \gamma v^3 \rho \chi l,$$

Потери мощности водного потока, обусловленные влиянием инерции потока, определяют по выражению:

$$N_j = m j v = m v \frac{dv}{dt},$$

Мощность водного потока (Дж/с) определяется по формуле:

$$N_{\alpha} = N_{\psi} + N_{\varphi} + N_{\delta} + N_{\gamma} + N_j,$$

Для сравнения потоков, движущихся по разным подстилающим поверхностям склона, и выявления резервов энергии водного потока, которые могут, например, ускорить поток или размывать микрорусло, уравнение мощностного баланса водного потока приведем к безразмерной форме, разделив все его составляющие на произведение веса и скорости потока [2]:

$$\frac{N_{\alpha}}{Gv} = \frac{N_{\psi}}{Gv} + \frac{N_{\varphi}}{Gv} + \frac{N_{\delta}}{Gv} + \frac{N_{\gamma}}{Gv} + \frac{N_j}{Gv}$$

Соотношение мощности потока и произведения веса на скорость потока можно представить в виде:

$$\frac{N_{\alpha}}{Gv} = i$$

где i — уклон подстилающей поверхности.

Расход водного потока определяется по формуле:

$$Q = q \cdot B$$

Выражение транспортирующей способности потока или секундной массы почвы переносимой потоком:

$$R_S = \left(1 - \frac{i_{\psi} + i_c}{i}\right) \rho_e Q$$

где ρ_e — плотность воды, кг/м³.

Взяв за основу приведённую выше математическую модель, был разработан алгоритм, приведённый на рисунке 1. С помощью данного алгоритма реализуется автоматизация математических вычислений

С помощью разработанного алгоритма, в дальнейшем будет разработан консольный прототип на одном из языков программирования высокого уровня.

Выводы

На сегодняшний день проводятся дальнейшие исследования в области почвенной эрозии русловых систем, из разных источников осуществляется сбор точных данных. Исследования в области эрозионных процессов в городах и поселках даёт основу для разработки рекомендаций по предотвращению эрозии русел рек с учётом географического положения и геолого-геоморфологических особенностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зербалиев А.М., Георгиева М.А. Оползневые и эрозионные процессы на склонах горных и предгорных ландшафтов // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2. URL: www.science-education.ru/129-22979
2. Васильев С.А., Максимов И.И., Васильев А.А., Мишин П.В. К вопросу управления движением временного водного потока на агроландшафте склоновых земель // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13. № 1 (48). С. 113–116.
3. Максимов И.И., Максимов В.И., Васильев С.А., Алексеев В.В. Моделирование развития русла в подстилающей поверхности склоновых агроландшафтов // Почвоведение. 2016. № 4. С. 514–519.
4. Васильев С.А. Математическая модель для прогноза эрозионных процессов на склоновых агроландшафтах // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. № 9 (184). С. 96–100.
5. Георгиева М.А., Арванова М.М. Использование компьютерного моделирования в вопросах выявления оползневой опасности долины горной реки Баксан // В сборнике: Цифровая трансформация науки и образования. Сборник трудов международной научно-практической конференции. 2020. С. 24–28.
6. Витиска Н.И., Георгиева М.А. Применение компьютерного моделирования в вопросах изучения эрозии почв и русел рек // В сборнике: Информационные технологии в экологии, образовании и бизнесе. Материалы конференции. 2021. С. 192–197.
7. Боровков В.С., Брянская Ю.В., Остякова А.В. Экспериментальные исследования динамического взаимодействия модельных русловых форм с потоком // Водные ресурсы. 2018. т. 45. № 2. с. 133–137

© Георгиева Марьяна Альбековна (maryana.g@list.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

