сходится, то выполняются все условия следствия 2. Поэтому операторы S_0 и L_0 имеют индексы дефекта (2,2), т.е. для операторов S_0 и L_0 реализуется случай предельного круга.

Приведем примеры последовательностей чисел x_k ($k=1,2,\dots$) и функций v , удовлетворяющие всем выше перечисленным условиям, необходимых для реализации случая предельного круга.

I. Пусть $x_k = \alpha \ln k$ и $v(x) = -x^\beta - 1$, где числа $\alpha > 0$ и $\beta > 3$.

II. Пусть опять $x_k = \alpha \ln k$, а $v(x) = -e^{\beta x}$, где $\alpha > 0$, $\beta > 0$ и $\alpha\beta < 1$.

1. W. N. Everitt, A. Zettl Generalized symmetric ordinary differential expressions I: The general theory // Nieuw archief voor wiskunde (3). – 1979. – XXVII. – p. 363-397.
2. H. Weyl Über gewöhnliche Differentialgleichungen mit Singularitäten und die zugehörigen Entwicklungen willkürlicher Funktionen // Math. Ann. – vol. 68. – 1910. – p. 220-269.
3. Eastham M. S. P. The asymptotic solution of linear differential systems. Oxford: Clarendon Press, 1989. 241 p.
4. А.М. Савчук, А.А. Шкаликос Операторы Штурма-Лиувилля с сингулярными потенциалами // Математические заметки. – 1999. – 66:3. – С. 847-912.
5. А.М. Савчук, А.А. Шкаликос Операторы Штурма-Лиувилля с потенциалами - распределениями // Труды Моск. Матем. Общества. – 2003. – 64. – С. 159-212.

Коринец Е.М.

Решение практических задач гидрологии с применением информационных систем и технологий

*Российский государственный гидрометеорологический университет
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/lj-04-2019-250

idsp: lj-04-2019-250

Аннотация

Проведён критический анализ эффективности формул для расчета расходов донных наносов и предложена новая методика, включающая в себя использование баз данных и баз знаний, которая может служить основой автоматизированной информационной системы принятия решений.

Ключевые слова: речная система, база знаний, информационная система, параметрическая модель, компьютерная технология.

Abstract: a critical analysis of the efficiency of formulas for calculating the flow of bottom sediments is carried out and a new technique is proposed, which includes the use of databases and knowledge bases, which can serve as the basis for an automated information decision-making system.

Keywords: river system, knowledge base, information system, parametric model, computer technology.

На основе данных исследований по оценке формул для расчета расходов донных наносов были сделаны выводы о причинах неудовлетворительных результатов расчетов по ним. Одной из основных причин таких результатов явилось то, что для равнинных пойменных рек не учитывался эффект взаимодействия руслового и пойменного потоков. Тогда была сформулирована новая научная задача по оценке влияния эффекта взаимодействия руслового и пойменного потока на транспорт донных наносов, для ее решения было необходимо экспериментальным путем установить влияние пойменной шероховатости на транспортирующую способность руслового потока.

Методика проведения экспериментов была оптимизирована введением нового параметра, отвечающего за вариативность характера подстилающей поверхности поймы. Проведенные экспериментальные исследования по предложенной методике позволили выявить новые закономерности в поведении геосистемы. Впервые экспериментальным путем подтвержден факт резкого увеличения транспортирующей способности русловой составляющей потока в периоды подъема уровней при пропуске паводков и половодий, когда в русло реки поступает наибольшее количество наносов, и ее снижения при спаде уровней, когда в русло реки поступает «осветленный поток».

Также была разработана база данных для геоинформационной системы, которая отличается от использованных ранее тем, что данные по речной геосистеме классифицированы, структурированы, и предложены диапазоны их измерений, с учетом новых параметров, использованных в модифицированной методике. Для представления в графическом виде информации, по экспериментальной оценке, влияния эффекта взаимодействия руслового и пойменного потоков, была разработана программа визуализации.

Основным результатом, полученным по итогам разработки данного программного обеспечения, является обоснование структуры и содержания базы знаний для прогнозирования русловых деформаций, включающие в себя новый методический аппарат и систематизированную базу данных для этого аппарата. Данная база знаний позволит сформировать единое информационное поле научного эксперимента на физической модели, посвященного эффекту взаимодействия руслового и пойменного потоков, а архитектура этой базы может быть адаптирована к множеству еще не рассмотренных условий, которые охватывает данная проблематика.

Научные и технические задачи для народного хозяйства состоят, в первую очередь, в том, чтобы обеспечить потребителя информацией, контролем и поддержкой принятия управленческих решений в сфере планирования и проектирования гидротехнических сооружений, а также в предупреждении чрезвычайных ситуаций. Однако из-за многофакторной зависимости гидравлических сопротивлений, большинство методик несовершенно, именно это требует глубокого анализа и осмысления методов расчетов и приводит к необходимости дальнейших разработок с целью учета различных факторов. Между тем можно воспользоваться более корректными методами обработки натурных данных, используя информационные технологии, в частности регрессионные гидравлические модели. Для характеристики гидравлических сопротивлений зарастающих русел было предложено рассматривать параметр Великанова. Его особая ценность состоит в том, что он может быть определен непосредственно по гидрометрическим данным [1, с.145].

Как показали численные эксперименты, методика, основанная на хронологическом представлении параметра Великанова, в полной мере отражает изменения пропускной способности русла и является наиболее рациональной математической основой компьютерной технологии ведения Государственного Водного Кадастра [2, с. 218].

Приведенная методика интерпретации гидрометрических данных позволяет получить характеристики режима и количественные оценки гидравлических сопротивлений зарастающих русел. При этом объективно устанавливается сложность и неоднозначность проявлений зарастания. Большое научно-практическое значение имеет обобщение полученных результатов и обоснование допустимости их распространения на неизученные объекты [3, с.116].

В результате становится возможной расчетная оценка пропускной способности русла неизученных рек. Естественно, для каждого конкретного створа величины коэффициентов шероховатости рассчитываются с той или иной степенью приближения [4, с.107]. Но в сравнении с соответствующими описательными шкалами шероховатости русел количественная определенность полученных зависимостей дает все основания для их предпочтения [5, с.25].

Любая расчетная методика должна вытекать из соответствующих математических моделей изучаемого процесса, а измерения должны служить для идентификации их параметров [6, с.174]. Наилучшим комплексным решением задачи сбора, обработки, хранения и вывода натурных данных измерений, является информационно-измерительные системы на основе современных микроконтроллеров. Микроконтроллеры входят в состав большинства современных систем сбора и обработки информации, не исключение и гидрометрические приборы и оборудование, в которых микроконтроллеры выполняют часто также и функции автоматического управления [7, с.73].

Высокопроизводительные микроконтроллеры на базе ядра ARM9 с 32-разрядными вычислителями и с тактовой частотой до 200 МГц позволяют переносить подавляющую часть алгоритмов первичной обработки в состав встраиваемого программно-математического обеспечения средств измерений [8, с.26]. Перенос части алгоритмов обработки первичных данных позволяет разгрузить вычислительные средства вторичной обработки и повысить надежность информационно-измерительных систем в случае повреждения программного обеспечения. Работа контроллеров средств измерений под управлением операционной системы создает дополнительные эксплуатационные удобства, возможность быстрой замены алгоритмов обработки данных при проведении испытаний или научных исследований без необходимости вскрытия корпусов приборов.

1. Векшина Т.В., Большаков В.А. Математическая модель влияния зарастания на гидравлические сопротивления речных русел // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право / Вып. 3 (21) / Под ред. д.т.н., проф. Истомина Е.П. – СПб.: ООО «Андреевский издательский дом» – 2017 г – С. 145-147
2. Большаков В.А., Векшина Т.В. Гидравлические сопротивления и учет стока при зарастании русел рек водной растительностью//Перспективы развития науки и образования: сборник научных трудов 31 марта 2016 г. по материалам III международной научно-практической конференции/ Под общ. Ред. А.В. Туголукова – Москва: ИП Туголуков А.В., 2016 – 259с.
3. Векшина Т.В., Карасев И.Ф. Режим гидравлических сопротивлений зарастающих речных русел / Труды Академии проблем водохозяйственных наук. Вып. 9. Проблемы русловедения. – М.: изд. МГУ, 2003. – 220с., с.112-122
4. Карасев И.Ф., Векшина Т.В. Расчетная оценка гидравлических сопротивлений русел зарастающих рек // Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева/ Т.245. – 2006. – С. 101-108
5. Векшина Т.В. Гидравлические сопротивления русел рек, зарастающих растительностью // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета № 15. Научно-теоретический журнал. – СПб.: изд. РГГМУ, 2010. – С. 19-26.
6. Векшина Т.В., Большаков В.А. Оптимизация гидрометрического учета стока зарастающих рек//Перспективы развития науки и образования: сборник научных трудов 29 апреля 2017 г. по материалам XVI международной научно-практической конференции/ Под общ. Ред. А.В. Туголукова – Москва: ИП Туголуков А.В., 2017 – 259с.
7. Большаков В.А., Векшина Т.В. Применение микроконтроллеров в гидрологических измерительных системах // Сб.тр.71-й науч.-техн. конф., посвященной Дню радио. СПб: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2016. 472с. – С.73-74.
8. Большаков В.А., Векшина Т.В. Устройство для измерения направления и скорости воздушного потока. // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право / Вып. 3 (21) / Под ред. д.т.н., проф. Истомина Е.П. – СПб.: ООО «Андреевский издательский дом» – 2017. – С. 25-27.