

Анализ случайности элементов однородной выборки основан на применении критерия Вальд-Вольфовица, при этом установлено, что ряды многолетних колебаний годового стока Западной Двины и Припяти не могут быть признаны независимыми. Зависимость элементов выборки для многолетних колебаний годового стока Припяти можно объяснить наличием ярковыраженного тренда.

1. Волчек, А.А. Пакет прикладных программ для определения расчетных характеристик речного стока / А.А. Волчек, С.И. Парфомук // Вестник Полес. гос. ун-та. Серия природоведческих наук. – 2009. – № 1. – С. 22–30.

2. Международное руководство по методам расчета основных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 247 с.

3. Волчек, А.А. Математические модели в природопользовании: учеб. пособие / А.А. Волчек. – Минск: БГУ, 2002. – 282 с.

*В.М. РАКЕЦКИЙ*

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБУЧАЮЩЕ-КОНТРОЛИРУЮЩИХ ПРОГРАММ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ**

Исследование операций – одно из современных направлений прикладной математики, в котором широко используются численные методы. Изучение численных методов представляет собой весьма утомительное занятие. Процесс решения задачи требует, как правило, большого объема однотипных вычислений и одна-единственная ошибка, допущенная в ходе вычислений, может стать причиной неверного результата.

При проведении контроля знаний студентов в сложном положении оказываются как студенты, так и преподаватели. Первым необходимо максимально сконцентрироваться и не допустить ошибок, вторым – проверить выполненную работу, выявить ошибки, если таковые имеются, провести их анализ и т.п.

Естественно, что в этой ситуации возникает желание дать в руки студента инструмент, который бы, во-первых, избавил его от рутинных вычислений и позволил избежать технических ошибок, а, во-вторых, помог преподавателю выяснить уровень знаний и навыков студента, найти в них слабые места, если они имеются. Таким инструментом в наше время может и должна стать компьютерная программа.

Ниже рассматривается один из подходов [1] к разработке компьютерных программ для обучения и контроля знаний студентов, который, как надеется автор, удовлетворяет сформулированным выше требованиям. В основу разработки обучающе-контролирующих программ положены следующие принципы: в соответствии с названием обучающе-

контролирующая программа должна работать по крайней мере в двух режимах: обучения и контроля; в режиме обучения программа должна «научить» пользователя решать поставленную задачу. В настоящей работе в основу режима обучения предлагается положить процесс пошагового решения введенной пользователем задачи. В процессе пошагового решения на экран компьютера можно выводить контекстно-чувствительные теоретические сведения и комментарии, использовать для демонстрации вычислительных правил анимационную графику и т.п.; в режиме контроля программа должна решать задачу вместе со студентом. Реализация этого принципа позволяет, наряду с контролем знаний студентов контролировать и его вычислительные навыки; перед разработкой контролирующего режима необходим тщательный анализ метода решения задачи с целью создания перечня вопросов, на которые придется отвечать студенту в ходе контроля; в ходе контроля программа должна накапливать статистику как по количеству задаваемых вопросов, так и по качеству даваемых ответов; процесс контроля знаний должен быть гибким и адаптирующимся к конкретному студенту; процесс контроля не должен быть слишком жёстким. Для правильного ответа на поставленный вопрос должно даваться как минимум две попытки

Сформулированные выше принципы реализованы в комплексе обучающе-контролирующих программ по дисциплине «Системный анализ и исследование операций» для студентов специальности «Автоматизированные системы обработки информации». Имеющийся опыт использования комплекса обучающе-контролирующих программ позволяет сделать следующие положительные выводы: студенты с удовольствием работают с обучающе-контролирующими программами. Многие из них устанавливают эти программы на своих персональных компьютерах и достаточно серьезно готовятся к компьютерному тестированию; применение обучающе-контролирующих программ повышает интерес студентов к изучаемому предмету, усиливает их ответственность; одно из важнейших достоинств подхода - освобождение от рутинной однообразной работы. Поэтому даже самые неусидчивые нетерпеливые студенты, как правило, доходят до конца решения задачи и знакомятся с алгоритмом решения полностью; даже слабейшие из студентов пытаются «победить» компьютер и, сами того не замечая, вовлекаются в процесс обучения.

Наряду с положительными моментами есть, конечно, и отрицательные. В основном они базируются на неистребимом желании студента «перехитрить», «обмануть» компьютер.

В целом, перечисленные выше положительные выводы по своей значимости существенно превосходят отрицательные, что позволяет считать проделанную работу полезной и перспективной.

1. Ракецкий, В.М. Опыт разработки и особенности внедрения обучающе-контролирующих программ в учебный процесс / В.М. Ракецкий // Материалы международной научно-практической конференции «Современные информационные технологии (mcIT-2008)», 21–24 апреля 2008 г. – Гродно, 2008. – С. 205–208.

*В.М. РАКЕЦКИЙ*

### **ОПОРНЫЙ МЕТОД ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОСТЫХ ЗАДАЧ ВЫПУКЛОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

Рассмотрим задачу выпуклого программирования

$$f(x) \rightarrow \min, \quad (1)$$

при простых ограничениях

$$d_* \leq x \leq d^*, \quad (2)$$

где  $f(x)$  – выпуклая дважды дифференцируемая функция,  $x, d_*, d^* \in R^n$ .

Пусть  $\Delta = \frac{\partial f(x)}{\partial x}$ ,  $D = \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x^2}$  соответственно градиент и гессиан целевой функции (1),  $J = \{1, 2, \dots, n\}$ . Компоненты градиента ниже будем называть оценками. Точку, удовлетворяющую ограничениям (2), назовем планом.

Зададим величину  $\varepsilon > 0$  – точность отыскания решения задачи (1)-(2). Будем считать, что план  $x$  – решение задачи (1)-(2) с заданной точностью, если  $\Delta_j \geq -\varepsilon$ ,  $x_j = d_{*j}$ ,  $\Delta_j \leq \varepsilon$ ,

$$x_j = d_j^*, |\Delta_j| \leq \varepsilon \text{ при } d_{*j} < x_j < d_j^*, j \in J. \quad (3)$$

Множество индексов  $J_{оп} \subset J$ , возможно пустое, назовем опорой целевой функции, если  $\det D_{оп} = \det D[J_{оп}, J_{оп}] \neq 0$  при  $J_{оп} \neq \emptyset$ . Совокупность  $\{x, J_{оп}\}$  из плана и опоры целевой функции назовем согласованным опорным планом (СОП) задачи (1)-(2), если  $|\Delta_j| < \varepsilon$ ,  $j \in J_{оп}$ .

На основании введенных понятий и определений опишем итерацию прямого метода [1] для решения задачи (1), (2). Допустим, что к началу итерации известен СОП  $\{x, J_{оп}\}$ , для которого не выполняются соотношения оптимальности (3), а также построена матрица  $G_{оп} = D_{оп}^{-1}$  (если  $J_{оп} \neq \emptyset$ ). Тогда итерация состоит из следующих этапов:

1) среди оценок  $\Delta_j$ ,  $j \in J_u = J \setminus J_{оп}$ , не удовлетворяющих условиям оптимальности (3), выберем оценку  $\Delta_{j^*}$  с максимальной по модулю величиной. Подходящее для СОП  $\{x, J_{оп}\}$  направление построим по формулам: