

ское копирование отдельных файлов и в рамках курсов по информатике не изучаются. В итоге имеем, что нарушение заповеди Никласа Вирта «программы отдельно – данные отдельно» приводит к печальному производственному результату. MS Excel нарушает еще одну базовую заповедь программирования, а именно, «изменение данных не должно провоцировать изменение программ». Дело в том, что программные компоненты в MS Excel привязаны к ячейкам данных и при неудачном программировании системы отработка по инструкции удаления записи с данными вызывает удаление части программного кода с возможными печальными последствиями.

Вышесказанное позволяет говорить о возможных проблемах при использовании продуктов MS Office и, соответственно, о необходимости оздоровления обучаемых со спецификой их использования на производстве.

*С.И. ПАРФОМУК, Ю.П. АИШАЕВ*

### **КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ БЕЛАРУСИ**

Оценка водных ресурсов, управление и рациональное их использование, предотвращение от истощения и загрязнения и др. являются стратегическими задачами национальной экономики государства и в современных условиях должны решаться на базе географических информационных систем. Ранее нами был создан пакет прикладных программ управления водными ресурсами Беларуси, состоящий из нескольких взаимосвязанных программных комплексов [1]. Первый комплекс отвечает за управление банком данных по составляющим водного баланса речных водосборов Беларуси. Второй комплекс позволяет в автоматизированном режиме обрабатывать информацию из банка данных и решать ряд гидрологических и водохозяйственных задач. Третий комплекс предназначен для моделирования и разработки прогнозов колебания речного стока с учетом различных сценариев развития климата.

Целью настоящего исследования было усовершенствование второго блока программного комплекса для проведения статистического анализа многолетних колебаний годового стока основных рек Беларуси, установления статистической однородности и независимости, а также выявления наличия тренда у исследуемых рядов. В качестве исходных данных использованы ряды годовых расходов воды основных рек Беларуси за период с 1950 по 2009 гг. Исследуемые реки являются наиболее представительными для территории Беларуси, поэтому, исследовав многолетние изменения стока на данных водосборах, можно получить общие представления о стоке Беларуси в целом. В ходе исследований исходные ряды были разби-

ты на два периода: 1950–1984 гг. и 1985–2009 гг. Граница разбиения на периоды обусловлена тем, что в 1985 г. заметно изменились климатические условия на территории страны. При статистическом анализе временных рядов для установления статистической однородности использованы критерии Колмогорова-Смирнова, Стьюдента и Фишера [2, 3], а для анализа независимости гидрологических рядов применялся критерий Вальд-Вольфовица [2]. Ряды многолетних колебаний годового стока основных рек Беларуси были подвергнуты анализу статистической однородности с применением трех критериев, значения которых представлены в таблице 1.

**Таблица 1** – Результаты анализа однородности гидрологических рядов

Река – Створ	Колмогорова-Смирнова	Стьюдента	Фишера
Западная Двина – г. Полоцк	0,71	2,02	1,45
Неман – г. Гродно	13,56	0,401	2,15
Вилия – с. Михалишки	0,71	2,58	1,24
Днепр – г. Речица	0,29	1,46	2,23
Березина – г. Бобруйск	59,36	0,419	1,15
Сож – г. Гомель	0,29	1,83	1,97
Припять – г. Мозырь	39,27	1,05	1,38

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при разделении исходных рядов на границе 1984–1985 гг. однородными по критерию Колмогорова-Смирнова можно признать ряды многолетних колебаний годового стока Немана, Березины и Припяти. При проверке однородности с точки зрения среднего значения стока критерий Стьюдента зафиксировал неоднородность рядов многолетних колебаний годового стока Западной Двины и Вилии. Статистическая однородность исследуемых рядов с точки зрения их дисперсии проверялась с помощью критерия Фишера. Так, статистически достоверное нарушение однородности зафиксировано у рек Неман, Днепр и Сож, причем у всех перечисленных рек наблюдается значимое снижение амплитуды колебаний годового стока.

В таблице 2 представлены результаты исследования рядов многолетних колебаний годового стока на независимость элементов выборки и наличие тренда.

**Таблица 2** – Результаты анализа независимости гидрологических рядов

Река – Створ	Вальд-Вольфовица	Наличие тренда
Западная Двина – г. Полоцк	4,64	нет
Неман – г. Гродно	99,2	нет
Вилия – с. Михалишки	16,57	да
Днепр – г. Речица	100	нет
Березина – г. Бобруйск	78,24	нет
Сож – г. Гомель	48,44	нет
Припять – г. Мозырь	0,62	да

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-