

дисперсии за 1965–1989 гг. больше соответствующих значений за 1990–2014 гг. для всех анализируемых станций. Критерий Фишера показал нарушение однородности исследуемых рядов по их дисперсиям для температуры воды ряда Неман – Смалнинкай, а также для температуры воздуха по станциям Гродно и Расейняй.

Таблица – Анализ квазипериодичности и тренда для рек Неман и Одер

Станция	<i>M</i>	<i>Var</i>	<i>r(I)</i>	<i>t(A)</i>	<i>rS</i>	<i>t(S)</i>
Температура воды						
Неман – Гродно	9,5	0,46	0,60	4,21	0,70	4,92
Неман – Смалнинкай	9,2	0,37	0,43	3,02	0,44	3,11
Одер – Бжег	10,7	0,99	0,45	3,16	0,61	4,28
Одер – Слубице	10,5	0,53	0,39	2,76	0,63	4,41
Температура воздуха						
Гродно	6,9	0,97	0,39	2,73	0,48	3,39
Расейняй	6,3	0,91	0,39	2,73	0,48	3,39
Ополе	8,9	0,75	0,28	1,99	0,49	3,45
Гожув-Велькопольски	8,7	0,87	0,36	2,54	0,54	3,78

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волчек, А. А. Оценка трансформации водного режима малых рек Белорусского Полесья под воздействием природных и антропогенных факторов (на примере р. Ясельда) / А. А. Волчек, С. И. Парфомук // Вод. хоз-во России: проблемы, технологии, упр. – 2007. – № 1. – С. 50–62.
2. Международное руководство по методам расчета основных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 247 с.

**Ю. И. ДАВИДЮК**  
Брест, БрГТУ

#### НЕКОТОРЫЕ АЛГОРИТМЫ ЭВОЛЮЦИОННОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Оптимизация применима практически ко всем сферам: передвижение роботов по складу, построение логистических схем, выращивание растений, назначение эффективного лечения и т. д. Все больше такие задачи автоматизируются с помощью компьютера. Однако с некоторыми задачами он справляется неэффективно, например распознавание лица [1]. Это привело к попыткам имитировать биологическое поведение в надежде сделать компьютеры в таких задачах лучше. Результатом подобных усилий стали такие технологии, как нечеткие системы, нейронные сети, генетические алгоритмы и другие эволюционные алгоритмы. Поэтому эволюционные алгоритмы считаются частью общей категории компьютерного интеллекта. Возможные применения эволюционных алгоритмов ограничены только возможностью инженера описать функцию, которую необходимо оптимизировать.

Генетические алгоритмы – это эвристический алгоритм оптимизации путем случайного подбора, комбинирования и вариации искоемых параметров с использованием механизмов, аналогичных естественному отбору в природе. Основные признаки естественного отбора: система содержит особей, которые обладают способностью к размножению; продолжительность жизни особей ограничена; в популяции существует

изменчивость, т. е. вариация. Каждые из этих признаков может воссоздать генетический алгоритм.

Оптимизационная задача представляет собой поиск максимального или минимального значения функции. В реальном мире такие функции могут иметь большое количество переменных, критериев. Это означает, что необходимо искать минимум более одной меры одновременно.

В общем случае при решении оптимизационных задач необходимо создать набор (популяцию) решений. Для каждого решения считается его эффективность – приспособленность. Особи с наибольшей приспособленностью имеют больше шансов на размножение. При размножении может происходить рекомбинация и мутация. С увеличением числа поколений общая приспособленность популяции растет. Существует вероятность, что наилучшие особи смогут достигнуть оптимального решения задачи. Некоторой модификацией генетического алгоритма является эволюционное программирование.

Эволюционное программирование эволюционно формирует популяцию особей, но не предусматривает рекомбинацию. Новые особи создаются исключительно путем мутации. Такой способ применим для конечных автоматов. Конечные автоматы интересны потому, что их можно использовать для моделирования самых разнообразных видов систем, включая компьютерные программы, цифровую электронику, системы управления и классификаторные системы.

Генетические и эволюционные алгоритмы являются мощными оптимизационными методами, но они ограничены. Для того чтобы решить задачу, необходимо знать структуру особи. Например, поиск минимума функции с пятью переменными предполагает структуру особи с пятью генами ( $x_1, x_2, \dots, x_5$ ). В этом заключается как преимущество, так и недостаток генетических алгоритмов.

Существуют эволюционные алгоритмы для решения узких оптимизационных задач. Классической задачей оптимизации является задача коммивояжера (поиск оптимального пути на графах). Для решения данной задачи могут быть применимы муравьиные алгоритмы [2]. Суть подхода заключается в анализе и использовании модели поведения муравьев, а именно маркировки удачных путей большим количеством феромонов, и представляет собой метаэвристическую оптимизацию. Первоначально предлагалось, что данный алгоритм будет находить оптимальные пути, но был быстро модифицирован для решения оптимизационных задач с непрерывными областями.

Еще одним способом обучения на поиск оптимальных решений является алгоритм пчелиного роя [3]. Его суть заключается в поиске приближенных решений с последующей проверкой, т. е. сначала производится обследование пространства признаков с целью определения приблизительных точек с наилучшими показателями целевой функции, далее эти точки прорабатываются более тщательно и сохраняются только наилучшие решения.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Саймон, Д. Алгоритмы эволюционной оптимизации / Д. Саймон. – М. : ДМК Пресс, 2020.
2. Штовба, С. Д. Муравьиные алгоритмы: теория и применение / С. Д. Штовба // Программирование. – 2005. – № 4. – С. 1–16.
3. Редько, В. Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект. Модели и концепции эволюционной кибернетики / В. Г. Редько. – М. : Ленанд, 2015. – 224 с.