

**ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ САМОНАПРЯЖЕННЫХ ПЛИТ
НА ОСНОВАНИИ**
**APPLICATION OF GENETIC ALGORITHM IN DESIGNING
OF SELF-STRESSED SLABS ON GROUND**

Желткович А.Е., доцент, к.т.н., доцент, Белорусский национальный технический университет, Минск, gelpek@mail.ru,
Молош В.В., доцент, к.т.н., доцент, БрГТУ, Брест, m.vic@rambler.ru,
Пархоц К.Г. инженер-программист, Брест, onstantinparhoc@gmail.com,
Zheltkovich A.E., Ass. Prof, PhD, Ass. Prof, Belarusian National Technical University,
Minsk, gelpek@mail.ru
Molosh V.V.: Ass. Prof, PhD, Ass. Prof, BSTU, Brest, m.vic@rambler.ru,
Parchotz K.G., Programmer engineer, Brest, konstantinparhoc@gmail.com

Аннотация. В статье проиллюстрирована возможность применения в задачах связанных с проектированием, так называемых мягких вычислений (soft-computing). Рассмотрена возможность оптимизировать геометрические параметры плиты при заданных или изменяемых входных параметрах (прочность, самонапряжение и др.) путем включения/отключения искусственных генетических признаков. Показано, что для описания состояния конструкции, где кинетика формирования бетонной структуры подчиняется нелинейным зависимостям, применение нейротехнологий и генетических алгоритмов наиболее оправдано. В статье описан процесс разработки генетического алгоритма, обсуждается вопрос качества полученных решений.

Ключевые слова: генетический алгоритм, мягкие вычисления, хромосомы, гены, функция приспособленности, самонапряженный бетон, нейронные сети.

Abstract. The article illustrates the possibility of using the so-called soft-computing in design-related problems. The possibility of optimizing the geometric parameters of the slabs on ground at the given or variable input parameters (strength, self-stress, etc.) by turning on/off artificial genetic features is considered. It has been shown that to describe the state of the structure, where the kinetics of the formation of the concrete structure obeys nonlinear relationships, the use of neurotechnologies and genetic algorithms is most justified. The article describes the process of developing a genetic algorithm, discusses the quality of the solutions obtained.

Key words: genetic algorithm, soft-computing, chromosomes, genes, fitness function, self-stressed concrete, neural networks.

Введение. Проектирование плиты на основании является, по сути, задачей выбора оптимальных геометрических параметров плиты при необходимости обеспечения определенного уровня самонапряжения [1–4]. С другой стороны это и задача подбора оптимального состава бетона. Проектирование выполнялось с помощью, так называемых мягких вычислений [5, 6]. На первом этапе работы, нейросетью (НС) была смоделирована реакция плиты на воздействия входных параметров. На втором этапе, данные весов для наиболее оптимальной архитектуры (в частности для НС с $7 \times 10 \times 10 \times 10$ нейронами [7]) помещались в код генетического алгоритма (ГА) для решения уже обратной оптимизационной задачи. Ставилась задача получить оптимальную толщину плиты H , прочность бетона, др. характеристики.

Назначение генетических признаков для хромосом

В ГА особь с определенными признаками записывается в виде вектора, называемого хромосомой. Как и в биологии в искусственной хромосоме содержится генетическая информация индивидуума. В данной работе хромосома представлена вектором

признаков, который сохраняет информацию о новом решении в процессе эволюции. Каждая хромосома содержит семь ген-признаков ($L; H; f_{c,cube}^m; \tau_{1,R(t)}; u_{1,R(t)}; \sigma_{CE}; \varepsilon_0$). Генетический алгоритм генерирует множество особей-хромосом за один раз, используя алгоритм случайных чисел. В данном исследовании в силу небольшого числа ген в хромосоме эволюция составляла – 60 поколений. Упрощенная схема получения хромосомы нового поколения проиллюстрирована на рис. 1.

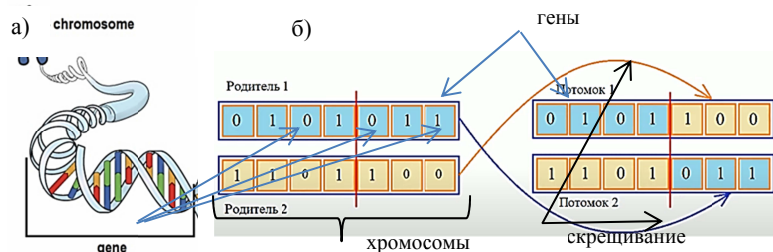


Рис. 1. Хромосом и ген в ГА (а) и скрещивание между хромосомами (б)

Оценка точности

На рис. 2 представлены результаты моделирования напряжений в плите $4 \times 4 \times 0,1$ м, при помощи базовой физ.-мат. модели (на базе экспериментальных данных), нейросети с архитектурой $7 \times 10 \times 10$ нейронов и с использованием генетического алгоритма.

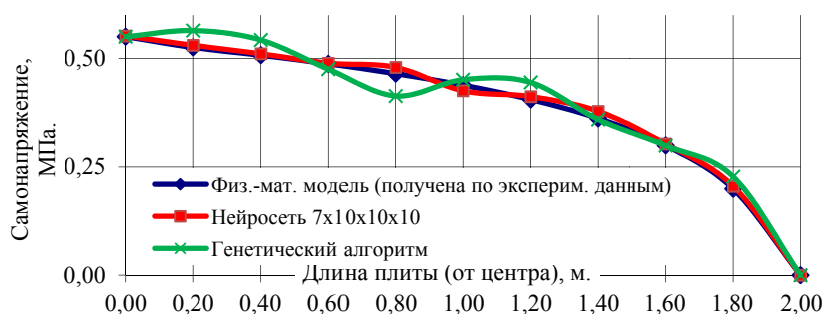


Рис. 2. Самонапряжение на 80 час от момента затворения

Заключение. 1. Была разработана и обучена полносвязная нейросеть с архитектурой $7 \times 10 \times 10$ нейронов в слоях. Для плиты $4 \times 4 \times 0,1$ м была достигнута высокая сходимость с физ.-мат. моделью. Среднеквадратич. ошибка составила – 0,011. Относительная – 1,9 %.

2. При проектировании плиты, при заявленном требовании обеспечения самонапряжения в центре плиты на уровне 0,55 МПа при помощи ГА была сгенерирована плита размерами $4 \times 4 \times 0,1$ м. Самонапряжение в центре плиты составило – 0,549 МПа, при этом максимальная приспособленность генетических признаков была достигнута уже к десятому поколению.

3. Мягкие вычисления (основанные на методах нечеткой логики, нейросетевых моделях, генетических алгоритмах), хоть и не раскрывают сути физических явлений, но воспринимая поток данных поступающих из окружающей среды, как бы нащупывают связь между ними. Мягкие вычисления (НС, ГА) могут быть подстроены практически под любую задачу (имитируя работу нейронов и/или эволюцию в природе), при этом точность прогнозирования может превзойти традиционные подходы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлов, В. В. Расширяющие и напрягающие цементы и самонапряженные конструкции / В. В. Михайлов, С. Л. Литвер. – М. : Стройиздат, 1974. – 389 с.
2. Pettersson, D. Stresses in concrete structures from ground restraint, Licentiate thesis. – Stockholm, 1998. – Part I. – 58 p.
3. Pettersson, D. Stresses in concrete structures from ground restraint, Licentiate thesis. – Stockholm, 1998. – Part II. – 63 p.
4. Zeltkovich A. E. Stress-strain state of monolithic slabs interacting with the base at the stage of expansion and shrinkage of concrete [Napryjenno-deformirovannoe sostoynie monolitnih plit, vzaimodeistvuiushchih s osnovaniem na stadii rasshireniy i usadki betona]: abstract of the dissert... cand. teh. sciences: 05.23.01 / BSTU. – Brest., 28 p.
5. Zadeh, Lotfi A., «Fuzzy Logic, Neural Networks, and Soft Computing», Communications of the ACM, March 1994, Vol. 37 No. 3, pages 77-84.
6. Игорь Н. фон Бекман / Нелинейная динамика сложных систем: теория и практика. Метанаука. Эволюция систем. Материалы к курсу лекций и учебнику / МГУ, Москва, 2018. – С. 613.
7. Желткович А.Е. Применение полносвязной нейросети при моделировании самонапряжения в монолитных плитах на основании / А.Е. Желткович [и др.] // Технология строительства и реконструкции : TCR-2022 : сборник докладов Международной научно-технической конференции. – Минск : Белорусский национальный технический университет, 2022. – с. : ил.

УДК 628.4.032:691.175

ПОВЫШЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ: ВОПРОСЫ СБОРА И УТИЛИЗАЦИИ INCREASING THE EDUCATION OF THE POPULATION IN THE FIELD OF MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT: ISSUES OF COLLECTION AND DISPOSAL

Ильютчик И.В., Горошкевич П.В.,
студенты кафедры «Промышленный дизайн и упаковка»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск, irinailiytchik@gmail.com
Pyutchik I.V., Goroshkevich P.V.,
students of the department "Industrial design and packaging"
Belarusian National Technical University, Minsk,
irinailiytchik@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы сортировки пластиковой упаковки в Беларуси, приведены результаты опроса студентов университета по вопросам осведомленности о сортировке отходов пластиковой упаковки, маркировки на упаковках, предложено внести изменения в части маркировки петель Мебиуса на этикетках: добавить цветное кодирование, например для пластиковой упаковки, которая подлежит дальнейшей переработке отмечать желтым цветом, в соответствии с цветом контейнера для сортировки пластика, красным цветом на петле Мебиуса – для упаковки, которая не может перерабатываться в дальнейшем.

Ключевые слова: упаковка, петля Мебиуса, маркировка, отходы, сортировка, пластик.