

# Исследование алгоритма оптимизации MHL\_StandartBinaryGeneticAlgorithm - Проверка на других компьютерах

Сергиенко Антон Борисович

2 марта 2014 г.

## Содержание

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Вводная информация</b>   | <b>4</b>  |
| <b>2</b> | <b>Исследование эффективности алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)</b> | <b>4</b>  |
| 2.1      | Информация об исследовании  | 5         |
| 2.2      | Параметры алгоритма оптимизации   | 5         |
| 2.3      | Ошибка по входным параметрам $E_x$  | 6         |
| 2.4      | Ошибка по значениям целевой функции $E_y$   | 17        |
| 2.5      | Надёжность $R$  | 28        |
| <b>3</b> | <b>Исследование эффективности алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)</b> | <b>40</b> |
| 3.1      | Информация об исследовании  | 40        |
| 3.2      | Параметры алгоритма оптимизации   | 41        |
| 3.3      | Ошибка по входным параметрам $E_x$  | 41        |
| 3.4      | Ошибка по значениям целевой функции $E_y$   | 52        |
| 3.5      | Надёжность $R$  | 63        |
| <b>4</b> | <b>Исследование эффективности алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)</b> | <b>75</b> |
| 4.1      | Информация об исследовании  | 75        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 4.2      | Параметры алгоритма оптимизации . . . . .   | 76         |
| 4.3      | Ошибка по входным параметрам $E_x$ . . . . .  | 76         |
| 4.4      | Ошибка по значениям целевой функции $E_y$ . . . . .   | 87         |
| 4.5      | Надёжность $R$ . . . . .  | 98         |
| <b>5</b> | <b>Исследование эффективности алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)</b> | <b>110</b> |
| 5.1      | Информация об исследовании . . . . .  | 110        |
| 5.2      | Параметры алгоритма оптимизации . . . . .   | 111        |
| 5.3      | Ошибка по входным параметрам $E_x$ . . . . .  | 111        |
| 5.4      | Ошибка по значениям целевой функции $E_y$ . . . . .   | 122        |
| 5.5      | Надёжность $R$ . . . . .  | 133        |
| <b>6</b> | <b>Исследование эффективности алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)</b> | <b>145</b> |
| 6.1      | Информация об исследовании . . . . .  | 145        |
| 6.2      | Параметры алгоритма оптимизации . . . . .   | 146        |
| 6.3      | Ошибка по входным параметрам $E_x$ . . . . .  | 146        |
| 6.4      | Ошибка по значениям целевой функции $E_y$ . . . . .   | 157        |
| 6.5      | Надёжность $R$ . . . . .  | 168        |
| <b>7</b> | <b>Исследование эффективности алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)</b> | <b>180</b> |
| 7.1      | Информация об исследовании . . . . .  | 180        |
| 7.2      | Параметры алгоритма оптимизации . . . . .   | 181        |
| 7.3      | Ошибка по входным параметрам $E_x$ . . . . .  | 181        |
| 7.4      | Ошибка по значениям целевой функции $E_y$ . . . . .   | 192        |
| 7.5      | Надёжность $R$ . . . . .  | 203        |
| <b>8</b> | <b>Исследование эффективности алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)</b> | <b>215</b> |
| 8.1      | Информация об исследовании . . . . .  | 215        |
| 8.2      | Параметры алгоритма оптимизации . . . . .   | 216        |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 8.3       | Ошибка по входным параметрам $E_x$ . . . . .   | 216        |
| 8.4       | Ошибка по значениям целевой функции $E_y$ . . . . .  | 227        |
| 8.5       | Надёжность $R$ . . . . .   | 238        |
| <b>9</b>  | <b>Исследование эффективности алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)</b>  | <b>250</b> |
| 9.1       | Информация об исследовании . . . . .   | 250        |
| 9.2       | Параметры алгоритма оптимизации . . . . .  | 251        |
| 9.3       | Ошибка по входным параметрам $E_x$ . . . . .   | 251        |
| 9.4       | Ошибка по значениям целевой функции $E_y$ . . . . .  | 262        |
| 9.5       | Надёжность $R$ . . . . .   | 273        |
| <b>10</b> | <b>Исследование эффективности алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)</b> | <b>285</b> |
| 10.1      | Информация об исследовании . . . . .   | 285        |
| 10.2      | Параметры алгоритма оптимизации . . . . .  | 286        |
| 10.3      | Ошибка по входным параметрам $E_x$ . . . . .   | 286        |
| 10.4      | Ошибка по значениям целевой функции $E_y$ . . . . .  | 297        |
| 10.5      | Надёжность $R$ . . . . .   | 308        |
| <b>11</b> | <b>Исследование эффективности алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)</b> | <b>320</b> |
| 11.1      | Информация об исследовании . . . . .   | 320        |
| 11.2      | Параметры алгоритма оптимизации . . . . .  | 321        |
| 11.3      | Ошибка по входным параметрам $E_x$ . . . . .   | 321        |
| 11.4      | Ошибка по значениям целевой функции $E_y$ . . . . .  | 332        |
| 11.5      | Надёжность $R$ . . . . .   | 343        |

# 1 Вводная информация

Данный файл и другие исследования располагаются по адресу:

<https://github.com/Harrix/HarrixPDFDataOfOptimizationTesting>.

Анализ данных исследований можно посмотреть по адресу:

<https://github.com/Harrix/HarrixAnalysisPDFDataOfOptimizationTesting>.

Данные исследований взяты из базы исследований алгоритмов оптимизации:

<https://github.com/Harrix/HarrixDataOfOptimizationTesting>.

О методологии проведения исследований можно прочесть в описании формата данных «Harrix Optimization Testing» в главе «Идея проведения исследований эффективности алгоритмов» по адресу:

<https://github.com/Harrix/HarrixFileFormats>.

Описание алгоритма оптимизации можно найти по адресу:

<https://github.com/Harrix/HarrixOptimizationAlgorithms>.

Описание тестовых функций можно найти по адресу:

<https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

С автором можно связаться по адресу [sergienkoanton@mail.ru](mailto:sergienkoanton@mail.ru) или <http://vk.com/harrix>. Сайт автора, где публикуются последние новости: <http://blog.harrix.org>, а проекты располагаются по адресу <http://harrix.org>.

## 2 Исследование эффективности алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

В данной работе, автором проведено исследование алгоритма «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках». Ниже приведена информация об этом исследовании.

## 2.1 Информация об исследовании

|   |  |
|---|--|
| <b>Автор исследования:</b>  | Сергиенко Антон Борисович.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 27.01.2014 22:56:29.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 27.01.2014 22:56:29.   |
| <b>Идентификатор алгоритма:</b>   | MHL_StandartBinaryGeneticAlgorithm.                                      |
| <b>Полное название алгоритма:</b>   | Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках. |
| <b>Идентификатор исследуемой тестовой функции:</b>                                      | MHL_TestFunction_SumVector.  |
| <b>Полное название тестовой функции:</b>  | Сумма всех элементов бинарного вектора.                                  |
| <b>Размерность тестовой функции:</b>  | 20   |
| <b>Количество измерений для каждого варианта настроек алгоритма:</b>                    | 10   |
| <b>Количество запусков алгоритма в каждом из экспериментов:</b>                         | 100  |
| <b>Максимальное допустимое число вычислений целевой функции:</b>                        | 225  |
| <b>Количество проверяемых параметров алгоритма оптимизации:</b>                         | 4  |
| <b>Количество комбинаций вариантов настроек:</b>  | 54   |
| <b>Общий объем максимального числа вычислений целевой функции во всем исследовании:</b> | 12150000   |

Информацию о исследуемой функции можно найти по адресу:

<https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>

Информацию о исследуемом алгоритме оптимизации можно найти по адресу:

<https://github.com/Harrix/HarrixOptimizationAlgorithms>

## 2.2 Параметры алгоритма оптимизации

Исследуемый алгоритм оптимизации проверялся по эффективности по некоторому конечному множеству возможных настроек алгоритма. Как написано выше, всего возможных параметров алгоритма было 4 штук. В формуле 1 показано множество проверяемых параметров алгоритма.

$$Parameters = \begin{pmatrix} Тип\ селекции \\ Тип\ скрещивания \\ Тип\ мутации \\ Тип\ формирования\ нового\ поколения \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Теперь рассмотрим, какие значения может принимать каждый из параметров.

$$Parameters^1 \in \left\{ \begin{array}{c} \text{Пропорциональная селекция} \\ \text{Ранговая селекция} \\ \text{Турнирная селекция} \end{array} \right\}. \quad (2)$$

$$Parameters^2 \in \left\{ \begin{array}{c} \text{Одноточечное скрещивание} \\ \text{Двухточечное скрещивание} \\ \text{Равномерное скрещивание} \end{array} \right\}. \quad (3)$$

$$Parameters^3 \in \left\{ \begin{array}{c} \text{Слабая мутация} \\ \text{Средняя мутация} \\ \text{Сильная мутация} \end{array} \right\}. \quad (4)$$

$$Parameters^4 \in \left\{ \begin{array}{c} \text{Только потомки} \\ \text{Только потомки и копия лучшего индивида} \end{array} \right\}. \quad (5)$$

## 2.3 Ошибка по входным параметрам $E_x$

Одним из критериев, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является ошибка по входным параметрам  $E_x$ . В результате проделанных экспериментов были получены следующие данные, представленные ниже в таблице. <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 1. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                             | 0.051<br>0.0625<br>0.058<br>0.0575<br>0.07<br>0.0615<br>0.062<br>0.0685<br>0.0625<br>0.0615 | 0.0615           | 2.91111e-05 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0395<br>0.051<br>0.042<br>0.0395<br>0.042<br>0.0375<br>0.0425<br>0.042<br>0.037<br>0.0375 | 0.04105          | 1.66917e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 1. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0715<br>0.071<br>0.066<br>0.066<br>0.069<br>0.066<br>0.0765<br>0.0635<br>0.076<br>0.0735   | 0.0699           | 2.05444e-05 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.046<br>0.0375<br>0.035<br>0.04<br>0.041<br>0.031<br>0.035<br>0.0385<br>0.029<br>0.042      | 0.0375           | 2.65556e-05 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.134<br>0.126<br>0.128<br>0.127<br>0.128<br>0.1385<br>0.133<br>0.1215<br>0.1355<br>0.136    | 0.13075          | 2.92361e-05 |
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1005<br>0.0995<br>0.1<br>0.095<br>0.0955<br>0.096<br>0.0895<br>0.098<br>0.1015<br>0.101    | 0.09765          | 1.37806e-05 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0535<br>0.0605<br>0.053<br>0.057<br>0.056<br>0.058<br>0.0515<br>0.0565<br>0.0555<br>0.0645 | 0.0566           | 1.44333e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 1. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0355<br>0.037<br>0.031<br>0.0305<br>0.0385<br>0.0355<br>0.038<br>0.0315<br>0.0345<br>0.0305  | 0.03425          | 9.90278e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0625<br>0.067<br>0.074<br>0.0695<br>0.067<br>0.068<br>0.065<br>0.0675<br>0.065<br>0.0685     | 0.0674           | 9.48889e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.035<br>0.0395<br>0.0385<br>0.044<br>0.033<br>0.032<br>0.034<br>0.0345<br>0.0435<br>0.035     | 0.0369           | 1.82111e-05 |
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.131<br>0.1315<br>0.1265<br>0.1285<br>0.1275<br>0.1355<br>0.1295<br>0.128<br>0.1295<br>0.1325 | 0.13             | 7.22222e-06 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1035<br>0.099<br>0.0995<br>0.1045<br>0.102<br>0.104<br>0.1015<br>0.1055<br>0.1025<br>0.101   | 0.1023           | 4.51111e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |



Таблица 1. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0245<br>0.032<br>0.031<br>0.024<br>0.0235<br>0.03<br>0.027<br>0.03<br>0.0295<br>0.03         | 0.02815          | 9.83611e-06 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0165<br>0.018<br>0.018<br>0.0195<br>0.0195<br>0.0245<br>0.0255<br>0.0205<br>0.0215<br>0.0165 | 0.02             | 9.55556e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.053<br>0.049<br>0.0495<br>0.0555<br>0.05<br>0.0545<br>0.058<br>0.052<br>0.0405<br>0.05       | 0.0512           | 2.27333e-05 |
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.024<br>0.0285<br>0.018<br>0.0245<br>0.0185<br>0.026<br>0.024<br>0.0265<br>0.0225<br>0.02     | 0.02325          | 1.21806e-05 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1285<br>0.1215<br>0.1255<br>0.118<br>0.118<br>0.1305<br>0.1235<br>0.1205<br>0.126<br>0.1285  | 0.12405          | 1.99694e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 1. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0985<br>0.0975<br>0.0945<br>0.0955<br>0.092<br>0.1015<br>0.098<br>0.101<br>0.0965<br>0.0925 | 0.09675          | 1.03472e-05 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.073<br>0.065<br>0.0735<br>0.071<br>0.0645<br>0.0725<br>0.0655<br>0.0705<br>0.071<br>0.065   | 0.06915          | 1.36694e-05 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.045<br>0.0485<br>0.0425<br>0.043<br>0.0465<br>0.0435<br>0.032<br>0.0455<br>0.051<br>0.0475  | 0.0445           | 2.62222e-05 |
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                                    | 0.08<br>0.079<br>0.0815<br>0.0785<br>0.0735<br>0.081<br>0.0765<br>0.0815<br>0.079<br>0.0825   | 0.0793           | 7.28889e-06 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида        | 0.042<br>0.0445<br>0.0465<br>0.043<br>0.038<br>0.0465<br>0.0415<br>0.0445<br>0.0445<br>0.042  | 0.0433           | 6.62222e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 1. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.135<br>0.1425<br>0.1425<br>0.1405<br>0.137<br>0.137<br>0.1395<br>0.1315<br>0.1365<br>0.1385 | 0.13805          | 1.16361e-05 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1015<br>0.096<br>0.102<br>0.1045<br>0.0985<br>0.1055<br>0.106<br>0.103<br>0.1<br>0.1085     | 0.10255          | 1.41361e-05 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.068<br>0.07<br>0.066<br>0.0615<br>0.0655<br>0.0655<br>0.0725<br>0.074<br>0.073<br>0.062     | 0.0678           | 1.99556e-05 |
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.041<br>0.0365<br>0.042<br>0.0455<br>0.0405<br>0.038<br>0.04<br>0.035<br>0.0465<br>0.043     | 0.0408           | 1.35111e-05 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0845<br>0.0815<br>0.0735<br>0.0745<br>0.08<br>0.0815<br>0.076<br>0.073<br>0.072<br>0.0745   | 0.0771           | 1.91556e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 1. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.039<br>0.036<br>0.031<br>0.042<br>0.044<br>0.041<br>0.043<br>0.038<br>0.0425<br>0.0355     | 0.0392           | 1.69e-05    |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.1375<br>0.1315<br>0.143<br>0.145<br>0.1365<br>0.1415<br>0.139<br>0.146<br>0.128<br>0.142   | 0.139            | 3.35556e-05 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.1025<br>0.106<br>0.098<br>0.106<br>0.104<br>0.114<br>0.1055<br>0.1165<br>0.102<br>0.1095   | 0.1064           | 3.12667e-05 |
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                            | 0.039<br>0.0415<br>0.0375<br>0.044<br>0.033<br>0.0385<br>0.038<br>0.045<br>0.036<br>0.039    | 0.03915          | 1.28361e-05 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида   | 0.0275<br>0.0225<br>0.0245<br>0.0285<br>0.0265<br>0.017<br>0.0215<br>0.019<br>0.0215<br>0.02 | 0.02285          | 1.45028e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 1. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.064<br>0.064<br>0.056<br>0.0635<br>0.063<br>0.0615<br>0.064<br>0.059<br>0.066<br>0.062     | 0.0623           | 8.4e-06     |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0285<br>0.026<br>0.0225<br>0.029<br>0.0265<br>0.027<br>0.0275<br>0.026<br>0.024<br>0.03    | 0.0267           | 5.12222e-06 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.133<br>0.1395<br>0.134<br>0.134<br>0.1345<br>0.1365<br>0.135<br>0.134<br>0.1405<br>0.135   | 0.1356           | 6.26667e-06 |
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0955<br>0.101<br>0.1115<br>0.0995<br>0.1015<br>0.104<br>0.097<br>0.106<br>0.1075<br>0.1055 | 0.1029           | 2.43778e-05 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                            | 0.0645<br>0.072<br>0.06<br>0.063<br>0.0615<br>0.057<br>0.067<br>0.0585<br>0.0625<br>0.062    | 0.0628           | 1.86222e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 1. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0395<br>0.044<br>0.0435<br>0.042<br>0.038<br>0.042<br>0.0365<br>0.042<br>0.0385<br>0.0335 | 0.03995          | 1.12472e-05 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.064<br>0.069<br>0.07<br>0.066<br>0.071<br>0.064<br>0.0565<br>0.0665<br>0.071<br>0.068     | 0.0666           | 1.93222e-05 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.032<br>0.0345<br>0.0365<br>0.0325<br>0.0375<br>0.0405<br>0.0365<br>0.027<br>0.031<br>0.03 | 0.0338           | 1.63444e-05 |
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.13<br>0.1305<br>0.1365<br>0.1305<br>0.1265<br>0.1255<br>0.1375<br>0.133<br>0.136<br>0.134 | 0.132            | 1.69444e-05 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.09<br>0.093<br>0.0985<br>0.1025<br>0.0985<br>0.104<br>0.0965<br>0.0915<br>0.106<br>0.099  | 0.09795          | 2.83583e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 1. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0575<br>0.056<br>0.057<br>0.0575<br>0.06<br>0.048<br>0.0545<br>0.0505<br>0.044<br>0.0485 | 0.05335          | 2.75583e-05 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.031<br>0.0375<br>0.04<br>0.04<br>0.037<br>0.0305<br>0.0345<br>0.035<br>0.038<br>0.0295   | 0.0353           | 1.50111e-05 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0635<br>0.0795<br>0.0715<br>0.07<br>0.06<br>0.0645<br>0.063<br>0.0635<br>0.0595<br>0.072 | 0.0667           | 4.01778e-05 |
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.025<br>0.033<br>0.0345<br>0.0315<br>0.039<br>0.026<br>0.035<br>0.0285<br>0.0315<br>0.034 | 0.0318           | 1.85111e-05 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.127<br>0.1225<br>0.128<br>0.137<br>0.133<br>0.1305<br>0.1355<br>0.135<br>0.131<br>0.127  | 0.13065          | 2.09472e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 1. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0945<br>0.1<br>0.0985<br>0.0985<br>0.104<br>0.101<br>0.097<br>0.0935<br>0.098<br>0.103       | 0.0988           | 1.12889e-05 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0265<br>0.0225<br>0.0265<br>0.0255<br>0.029<br>0.0375<br>0.029<br>0.0295<br>0.0235<br>0.0285 | 0.0278           | 1.72889e-05 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0175<br>0.014<br>0.019<br>0.018<br>0.0155<br>0.017<br>0.0185<br>0.0155<br>0.017<br>0.014     | 0.0166           | 3.15556e-06 |
| 51                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.047<br>0.049<br>0.0445<br>0.049<br>0.042<br>0.0405<br>0.05<br>0.05<br>0.047<br>0.0495        | 0.04685          | 1.1725e-05  |
| 52                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0185<br>0.0205<br>0.0195<br>0.0215<br>0.021<br>0.0195<br>0.0235<br>0.017<br>0.015<br>0.0185  | 0.01945          | 5.74722e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |



Таблица 1. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|----|--|--|------------------|-------------|
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.125<br>0.1255<br>0.129<br>0.118<br>0.125<br>0.1285<br>0.132<br>0.1335<br>0.1275<br>0.123 | 0.1267           | 2.00111e-05 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.083<br>0.0875<br>0.098<br>0.094<br>0.09<br>0.095<br>0.0915<br>0.097<br>0.092<br>0.095    | 0.0923           | 2.08444e-05 |

## 2.4 Ошибка по значениям целевой функции $E_y$

Другим критерием, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является ошибка по значениям целевой функции  $E_y$ . Конкретные формулы, по которым происходило подсчитывание критерия в виде ошибки по значениям целевой функции вы можете найти на сайте в описании конкретной тестовой функции: <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 2. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки | 0.051<br>0.0625<br>0.058<br>0.0575<br>0.07<br>0.0615<br>0.062<br>0.0685<br>0.0625<br>0.0615 | 0.0615           | 2.91111e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 2. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0395<br>0.051<br>0.042<br>0.0395<br>0.042<br>0.0375<br>0.0425<br>0.042<br>0.037<br>0.0375 | 0.04105          | 1.66917e-05 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0715<br>0.071<br>0.066<br>0.066<br>0.069<br>0.066<br>0.0765<br>0.0635<br>0.076<br>0.0735  | 0.0699           | 2.05444e-05 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.046<br>0.0375<br>0.035<br>0.04<br>0.041<br>0.031<br>0.035<br>0.0385<br>0.029<br>0.042     | 0.0375           | 2.65556e-05 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.134<br>0.126<br>0.128<br>0.127<br>0.128<br>0.1385<br>0.133<br>0.1215<br>0.1355<br>0.136   | 0.13075          | 2.92361e-05 |
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1005<br>0.0995<br>0.1<br>0.095<br>0.0955<br>0.096<br>0.0895<br>0.098<br>0.1015<br>0.101   | 0.09765          | 1.37806e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 2. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0535<br>0.0605<br>0.053<br>0.057<br>0.056<br>0.058<br>0.0515<br>0.0565<br>0.0555<br>0.0645   | 0.0566           | 1.44333e-05 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0355<br>0.037<br>0.031<br>0.0305<br>0.0385<br>0.0355<br>0.038<br>0.0315<br>0.0345<br>0.0305  | 0.03425          | 9.90278e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0625<br>0.067<br>0.074<br>0.0695<br>0.067<br>0.068<br>0.065<br>0.0675<br>0.065<br>0.0685     | 0.0674           | 9.48889e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.035<br>0.0395<br>0.0385<br>0.044<br>0.033<br>0.032<br>0.034<br>0.0345<br>0.0435<br>0.035     | 0.0369           | 1.82111e-05 |
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.131<br>0.1315<br>0.1265<br>0.1285<br>0.1275<br>0.1355<br>0.1295<br>0.128<br>0.1295<br>0.1325 | 0.13             | 7.22222e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 2. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1035<br>0.099<br>0.0995<br>0.1045<br>0.102<br>0.104<br>0.1015<br>0.1055<br>0.1025<br>0.101   | 0.1023           | 4.51111e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0245<br>0.032<br>0.031<br>0.024<br>0.0235<br>0.03<br>0.027<br>0.03<br>0.0295<br>0.03         | 0.02815          | 9.83611e-06 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0165<br>0.018<br>0.018<br>0.0195<br>0.0195<br>0.0245<br>0.0255<br>0.0205<br>0.0215<br>0.0165 | 0.02             | 9.55556e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.053<br>0.049<br>0.0495<br>0.0555<br>0.05<br>0.0545<br>0.058<br>0.052<br>0.0405<br>0.05       | 0.0512           | 2.27333e-05 |
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.024<br>0.0285<br>0.018<br>0.0245<br>0.0185<br>0.026<br>0.024<br>0.0265<br>0.0225<br>0.02     | 0.02325          | 1.21806e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 2. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1285<br>0.1215<br>0.1255<br>0.118<br>0.118<br>0.1305<br>0.1235<br>0.1205<br>0.126<br>0.1285 | 0.12405          | 1.99694e-05 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0985<br>0.0975<br>0.0945<br>0.0955<br>0.092<br>0.1015<br>0.098<br>0.101<br>0.0965<br>0.0925 | 0.09675          | 1.03472e-05 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.073<br>0.065<br>0.0735<br>0.071<br>0.0645<br>0.0725<br>0.0655<br>0.0705<br>0.071<br>0.065   | 0.06915          | 1.36694e-05 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.045<br>0.0485<br>0.0425<br>0.043<br>0.0465<br>0.0435<br>0.032<br>0.0455<br>0.051<br>0.0475  | 0.0445           | 2.62222e-05 |
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                                    | 0.08<br>0.079<br>0.0815<br>0.0785<br>0.0735<br>0.081<br>0.0765<br>0.0815<br>0.079<br>0.0825   | 0.0793           | 7.28889e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 2. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.042<br>0.0445<br>0.0465<br>0.043<br>0.038<br>0.0465<br>0.0415<br>0.0445<br>0.0445<br>0.042  | 0.0433           | 6.62222e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.135<br>0.1425<br>0.1425<br>0.1405<br>0.137<br>0.137<br>0.1395<br>0.1315<br>0.1365<br>0.1385 | 0.13805          | 1.16361e-05 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.1015<br>0.096<br>0.102<br>0.1045<br>0.0985<br>0.1055<br>0.106<br>0.103<br>0.1<br>0.1085     | 0.10255          | 1.41361e-05 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                           | 0.068<br>0.07<br>0.066<br>0.0615<br>0.0655<br>0.0655<br>0.0725<br>0.074<br>0.073<br>0.062     | 0.0678           | 1.99556e-05 |
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0.041<br>0.0365<br>0.042<br>0.0455<br>0.0405<br>0.038<br>0.04<br>0.035<br>0.0465<br>0.043     | 0.0408           | 1.35111e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 2. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0845<br>0.0815<br>0.0735<br>0.0745<br>0.08<br>0.0815<br>0.076<br>0.073<br>0.072<br>0.0745 | 0.0771           | 1.91556e-05 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.039<br>0.036<br>0.031<br>0.042<br>0.044<br>0.041<br>0.043<br>0.038<br>0.0425<br>0.0355    | 0.0392           | 1.69e-05    |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1375<br>0.1315<br>0.143<br>0.145<br>0.1365<br>0.1415<br>0.139<br>0.146<br>0.128<br>0.142  | 0.139            | 3.35556e-05 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1025<br>0.106<br>0.098<br>0.106<br>0.104<br>0.114<br>0.1055<br>0.1165<br>0.102<br>0.1095  | 0.1064           | 3.12667e-05 |
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.039<br>0.0415<br>0.0375<br>0.044<br>0.033<br>0.0385<br>0.038<br>0.045<br>0.036<br>0.039   | 0.03915          | 1.28361e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 2. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0.0275<br>0.0225<br>0.0245<br>0.0285<br>0.0265<br>0.017<br>0.0215<br>0.019<br>0.0215<br>0.02 | 0.02285          | 1.45028e-05 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.064<br>0.064<br>0.056<br>0.0635<br>0.063<br>0.0615<br>0.064<br>0.059<br>0.066<br>0.062     | 0.0623           | 8.4e-06     |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.0285<br>0.026<br>0.0225<br>0.029<br>0.0265<br>0.027<br>0.0275<br>0.026<br>0.024<br>0.03    | 0.0267           | 5.12222e-06 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.133<br>0.1395<br>0.134<br>0.134<br>0.1345<br>0.1365<br>0.135<br>0.134<br>0.1405<br>0.135   | 0.1356           | 6.26667e-06 |
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.0955<br>0.101<br>0.1115<br>0.0995<br>0.1015<br>0.104<br>0.097<br>0.106<br>0.1075<br>0.1055 | 0.1029           | 2.43778e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |



Таблица 2. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0645<br>0.072<br>0.06<br>0.063<br>0.0615<br>0.057<br>0.067<br>0.0585<br>0.0625<br>0.062   | 0.0628           | 1.86222e-05 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0395<br>0.044<br>0.0435<br>0.042<br>0.038<br>0.042<br>0.0365<br>0.042<br>0.0385<br>0.0335 | 0.03995          | 1.12472e-05 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.064<br>0.069<br>0.07<br>0.066<br>0.071<br>0.064<br>0.0565<br>0.0665<br>0.071<br>0.068     | 0.0666           | 1.93222e-05 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.032<br>0.0345<br>0.0365<br>0.0325<br>0.0375<br>0.0405<br>0.0365<br>0.027<br>0.031<br>0.03 | 0.0338           | 1.63444e-05 |
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.13<br>0.1305<br>0.1365<br>0.1305<br>0.1265<br>0.1255<br>0.1375<br>0.133<br>0.136<br>0.134 | 0.132            | 1.69444e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 2. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.09<br>0.093<br>0.0985<br>0.1025<br>0.0985<br>0.104<br>0.0965<br>0.0915<br>0.106<br>0.099 | 0.09795          | 2.83583e-05 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0575<br>0.056<br>0.057<br>0.0575<br>0.06<br>0.048<br>0.0545<br>0.0505<br>0.044<br>0.0485 | 0.05335          | 2.75583e-05 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.031<br>0.0375<br>0.04<br>0.04<br>0.037<br>0.0305<br>0.0345<br>0.035<br>0.038<br>0.0295   | 0.0353           | 1.50111e-05 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0635<br>0.0795<br>0.0715<br>0.07<br>0.06<br>0.0645<br>0.063<br>0.0635<br>0.0595<br>0.072 | 0.0667           | 4.01778e-05 |
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.025<br>0.033<br>0.0345<br>0.0315<br>0.039<br>0.026<br>0.035<br>0.0285<br>0.0315<br>0.034 | 0.0318           | 1.85111e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 2. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.127<br>0.1225<br>0.128<br>0.137<br>0.133<br>0.1305<br>0.1355<br>0.135<br>0.131<br>0.127      | 0.13065          | 2.09472e-05 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0945<br>0.1<br>0.0985<br>0.0985<br>0.104<br>0.101<br>0.097<br>0.0935<br>0.098<br>0.103       | 0.0988           | 1.12889e-05 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0265<br>0.0225<br>0.0265<br>0.0255<br>0.029<br>0.0375<br>0.029<br>0.0295<br>0.0235<br>0.0285 | 0.0278           | 1.72889e-05 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0175<br>0.014<br>0.019<br>0.018<br>0.0155<br>0.017<br>0.0185<br>0.0155<br>0.017<br>0.014     | 0.0166           | 3.15556e-06 |
| 51                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.047<br>0.049<br>0.0445<br>0.049<br>0.042<br>0.0405<br>0.05<br>0.05<br>0.047<br>0.0495        | 0.04685          | 1.1725e-05  |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 2. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|----|--|---|------------------|-------------|
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0185<br>0.0205<br>0.0195<br>0.0215<br>0.021<br>0.0195<br>0.0235<br>0.017<br>0.015<br>0.0185 | 0.01945          | 5.74722e-06 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.125<br>0.1255<br>0.129<br>0.118<br>0.125<br>0.1285<br>0.132<br>0.1335<br>0.1275<br>0.123    | 0.1267           | 2.00111e-05 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.083<br>0.0875<br>0.098<br>0.094<br>0.09<br>0.095<br>0.0915<br>0.097<br>0.092<br>0.095       | 0.0923           | 2.08444e-05 |

## 2.5 Надёжность $R$

Третьим критерием, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является надёжность  $R$ . Конкретные формулы, по которым происходило подсчитывание критерия в виде ошибки по значениям целевой функции вы можете найти на сайте в описании конкретной тестовой функции: <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 3. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.28<br>0.27<br>0.25<br>0.18<br>0.21<br>0.16<br>0.2<br>0.19<br>0.18<br>0.22 | 0.214            | 0.00164889  |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.35<br>0.25<br>0.4<br>0.39<br>0.42<br>0.38<br>0.43<br>0.4<br>0.42<br>0.38  | 0.382            | 0.00270667  |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.12<br>0.1<br>0.17<br>0.17<br>0.14<br>0.16<br>0.14<br>0.13<br>0.12<br>0.13 | 0.138            | 0.000528889 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.31<br>0.36<br>0.38<br>0.4<br>0.38<br>0.46<br>0.45<br>0.45<br>0.53<br>0.39 | 0.411            | 0.00387667  |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0.01<br>0.02<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                        | 0.003            | 4.55556e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 3. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.01<br>0.01<br>0.04<br>0.07<br>0.08<br>0.05<br>0.03<br>0.03<br>0.04<br>0.05 | 0.041            | 0.000521111 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.28<br>0.23<br>0.28<br>0.3<br>0.26<br>0.22<br>0.29<br>0.22<br>0.27<br>0.23  | 0.258            | 0.000928889 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.43<br>0.43<br>0.49<br>0.53<br>0.4<br>0.46<br>0.37<br>0.46<br>0.44<br>0.52  | 0.453            | 0.00253444  |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.21<br>0.19<br>0.07<br>0.13<br>0.14<br>0.16<br>0.16<br>0.18<br>0.17<br>0.18 | 0.159            | 0.00152111  |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.43<br>0.38<br>0.42<br>0.28<br>0.45<br>0.49<br>0.45<br>0.45<br>0.3<br>0.41  | 0.406            | 0.00460444  |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 3. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0<br>0.02<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0.01            | 0.007            | 4.55556e-05 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.02<br>0.04<br>0.02<br>0.02<br>0<br>0.03<br>0.04<br>0.02<br>0.04<br>0.02   | 0.025            | 0.000161111 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.59<br>0.45<br>0.48<br>0.59<br>0.63<br>0.51<br>0.53<br>0.49<br>0.5<br>0.51 | 0.528            | 0.00326222  |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.7<br>0.7<br>0.69<br>0.65<br>0.7<br>0.63<br>0.59<br>0.61<br>0.63<br>0.74   | 0.664            | 0.00236     |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.26<br>0.3<br>0.31<br>0.22<br>0.28<br>0.22<br>0.15<br>0.24<br>0.37<br>0.29 | 0.264            | 0.00367111  |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 3. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.58<br>0.53<br>0.68<br>0.55<br>0.68<br>0.54<br>0.57<br>0.55<br>0.61<br>0.65 | 0.594            | 0.00331556  |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0.02<br>0.03<br>0.01                | 0.008            | 0.000106667 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.03<br>0.03<br>0.04<br>0.05<br>0.03<br>0.01<br>0.02<br>0.05<br>0.02<br>0.07 | 0.035            | 0.000316667 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.13<br>0.14<br>0.18<br>0.2<br>0.21<br>0.15<br>0.2<br>0.15<br>0.24<br>0.18   | 0.178            | 0.00124     |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.35<br>0.32<br>0.37<br>0.31<br>0.3<br>0.39<br>0.47<br>0.3<br>0.31<br>0.3    | 0.342            | 0.00304     |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |



Таблица 3. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.12<br>0.09<br>0.08<br>0.08<br>0.13<br>0.09<br>0.13<br>0.11<br>0.12<br>0.11 | 0.106            | 0.000382222 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.37<br>0.27<br>0.25<br>0.33<br>0.4<br>0.34<br>0.39<br>0.38<br>0.31<br>0.35  | 0.339            | 0.00252111  |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0.01                        | 0.004            | 2.66667e-05 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.04<br>0.07<br>0.03<br>0.06<br>0.02<br>0.02<br>0<br>0.03<br>0.07<br>0.01    | 0.035            | 0.000605556 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.2<br>0.16<br>0.19<br>0.2<br>0.18<br>0.21<br>0.17<br>0.13<br>0.13<br>0.21   | 0.178            | 0.000906667 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 3. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0.39<br>0.44<br>0.4<br>0.36<br>0.37<br>0.44<br>0.34<br>0.45<br>0.38<br>0.34 | 0.391            | 0.00167667  |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.07<br>0.14<br>0.09<br>0.15<br>0.05<br>0.11<br>0.11<br>0.1<br>0.12<br>0.12 | 0.106            | 0.000915556 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.38<br>0.42<br>0.48<br>0.31<br>0.38<br>0.36<br>0.33<br>0.4<br>0.36<br>0.43 | 0.385            | 0.00249444  |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.01<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0               | 0.005            | 2.77778e-05 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.03<br>0.02<br>0.04<br>0.05<br>0<br>0.01<br>0.02<br>0.01<br>0.03<br>0.01   | 0.022            | 0.00024     |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 3. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.4<br>0.37<br>0.42<br>0.35<br>0.48<br>0.4<br>0.46<br>0.36<br>0.46<br>0.43   | 0.413            | 0.00202333  |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.57<br>0.62<br>0.59<br>0.54<br>0.59<br>0.71<br>0.65<br>0.69<br>0.64<br>0.64 | 0.624            | 0.00280444  |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.17<br>0.17<br>0.19<br>0.16<br>0.15<br>0.23<br>0.2<br>0.2<br>0.07<br>0.21   | 0.175            | 0.00196111  |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.55<br>0.53<br>0.59<br>0.55<br>0.51<br>0.52<br>0.54<br>0.56<br>0.56<br>0.52 | 0.543            | 0.000578889 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0.02<br>0<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0<br>0.02                   | 0.006            | 7.11111e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 3. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.02<br>0.02<br>0<br>0.06<br>0.02<br>0.04<br>0.04<br>0.01<br>0.02<br>0.04    | 0.027            | 0.000312222 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.24<br>0.12<br>0.21<br>0.16<br>0.21<br>0.22<br>0.18<br>0.21<br>0.18<br>0.21 | 0.194            | 0.00120444  |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.42<br>0.31<br>0.38<br>0.35<br>0.42<br>0.35<br>0.43<br>0.41<br>0.42<br>0.5  | 0.399            | 0.00285444  |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.16<br>0.11<br>0.12<br>0.12<br>0.15<br>0.16<br>0.21<br>0.15<br>0.09<br>0.19 | 0.146            | 0.00136     |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.46<br>0.45<br>0.36<br>0.49<br>0.39<br>0.39<br>0.43<br>0.54<br>0.5<br>0.49  | 0.45             | 0.00328889  |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 3. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0.02<br>0<br>0<br>0                      | 0.004            | 4.88889e-05 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.03<br>0.08<br>0.02<br>0.02<br>0.05<br>0<br>0.03<br>0.06<br>0.01<br>0.03    | 0.033            | 0.000578889 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.21<br>0.23<br>0.22<br>0.26<br>0.2<br>0.35<br>0.25<br>0.35<br>0.37<br>0.37  | 0.281            | 0.00496556  |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.49<br>0.42<br>0.36<br>0.44<br>0.48<br>0.47<br>0.45<br>0.44<br>0.46<br>0.51 | 0.452            | 0.00175111  |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.18<br>0.12<br>0.12<br>0.18<br>0.15<br>0.21<br>0.17<br>0.17<br>0.18<br>0.16 | 0.164            | 0.000782222 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 3. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.54<br>0.44<br>0.47<br>0.49<br>0.37<br>0.61<br>0.38<br>0.51<br>0.44<br>0.44 | 0.469            | 0.00525444  |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0.02<br>0<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0                      | 0.004            | 4.88889e-05 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.04<br>0.06<br>0.03<br>0.02<br>0.04<br>0.02<br>0.07<br>0.05<br>0.03<br>0.04 | 0.04             | 0.000266667 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.58<br>0.63<br>0.56<br>0.56<br>0.54<br>0.42<br>0.56<br>0.51<br>0.63<br>0.52 | 0.551            | 0.00372111  |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.7<br>0.76<br>0.64<br>0.66<br>0.75<br>0.68<br>0.68<br>0.72<br>0.7<br>0.73   | 0.702            | 0.00148444  |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 3. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 20)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|----|--|--|------------------|-------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.28<br>0.26<br>0.29<br>0.31<br>0.37<br>0.35<br>0.25<br>0.28<br>0.33<br>0.27 | 0.299            | 0.00158778  |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.67<br>0.63<br>0.64<br>0.63<br>0.64<br>0.62<br>0.56<br>0.68<br>0.7<br>0.68  | 0.645            | 0.00160556  |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.01<br>0<br>0.01<br>0.02<br>0.01<br>0.03<br>0<br>0<br>0.01<br>0.01          | 0.01             | 8.88889e-05 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.06<br>0.06<br>0.03<br>0.07<br>0.04<br>0.06<br>0.06<br>0.06<br>0.03<br>0.07 | 0.054            | 0.000226667 |

### 3 Исследование эффективности алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

В данной работе, автором проведено исследование алгоритма «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках». Ниже приведена информация об этом исследовании.

#### 3.1 Информация об исследовании

|   |  |
|---|--|
| <b>Автор исследования:</b>  | Сергиенко Антон Борисович.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 27.01.2014 22:57:06.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 27.01.2014 22:57:06.   |
| <b>Идентификатор алгоритма:</b>   | MHL_StandartBinaryGeneticAlgorithm.                                      |
| <b>Полное название алгоритма:</b>   | Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках. |
| <b>Идентификатор исследуемой тестовой функции:</b>                                      | MHL_TestFunction_SumVector.  |
| <b>Полное название тестовой функции:</b>  | Сумма всех элементов бинарного вектора.                                  |
| <b>Размерность тестовой функции:</b>  | 30   |
| <b>Количество измерений для каждого варианта настроек алгоритма:</b>                    | 10   |
| <b>Количество запусков алгоритма в каждом из экспериментов:</b>                         | 100  |
| <b>Максимальное допустимое число вычислений целевой функции:</b>                        | 400  |
| <b>Количество проверяемых параметров алгоритма оптимизации:</b>                         | 4  |
| <b>Количество комбинаций вариантов настроек:</b>  | 54   |
| <b>Общий объем максимального числа вычислений целевой функции во всем исследовании:</b> | 21600000   |

Информацию о исследуемой функции можно найти по адресу:

<https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>

Информацию о исследуемом алгоритме оптимизации можно найти по адресу:

<https://github.com/Harrix/HarrixOptimizationAlgorithms>



### 3.2 Параметры алгоритма оптимизации

Исследуемый алгоритм оптимизации проверялся по эффективности по некоторому конечному множеству возможных настроек алгоритма. Как написано выше, всего возможных параметров алгоритма было 4 штук. В формуле 6 показано множество проверяемых параметров алгоритма.

$$Parameters = \begin{pmatrix} \text{Тип селекции} \\ \text{Тип скрещивания} \\ \text{Тип мутации} \\ \text{Тип формирования нового поколения} \end{pmatrix}. \quad (6)$$

Теперь рассмотрим, какие значения может принимать каждый из параметров.

$$Parameters^1 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Пропорциональная селекция} \\ \text{Ранговая селекция} \\ \text{Турнирная селекция} \end{array} \right\}. \quad (7)$$

$$Parameters^2 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Одноточечное скрещивание} \\ \text{Двухточечное скрещивание} \\ \text{Равномерное скрещивание} \end{array} \right\}. \quad (8)$$

$$Parameters^3 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Слабая мутация} \\ \text{Средняя мутация} \\ \text{Сильная мутация} \end{array} \right\}. \quad (9)$$

$$Parameters^4 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Только потомки} \\ \text{Только потомки и копия лучшего индивида} \end{array} \right\}. \quad (10)$$

### 3.3 Ошибка по входным параметрам $E_x$

Одним из критериев, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является ошибка по входным параметрам  $E_x$ . В результате проделанных экспериментов были получены следующие данные, представленные ниже в таблице. <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 4. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0716667<br>0.0673333<br>0.0663333<br>0.071<br>0.077<br>0.0663333<br>0.071<br>0.0663333<br>0.0673333<br>0.0673333         | 0.0691667        | 1.20557e-05 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0456667<br>0.0456667<br>0.047<br>0.0443333<br>0.0456667<br>0.048<br>0.0553333<br>0.0476667<br>0.0423333<br>0.0433333     | 0.0465           | 1.28951e-05 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0736667<br>0.0806667<br>0.0813333<br>0.0873333<br>0.0733333<br>0.0783333<br>0.0773333<br>0.0773333<br>0.0786667<br>0.079 | 0.0787           | 1.5937e-05  |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0386667<br>0.039<br>0.0413333<br>0.0426667<br>0.0436667<br>0.042<br>0.0433333<br>0.0453333<br>0.046<br>0.0483333         | 0.0430333        | 9.12215e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.156<br>0.151333<br>0.15<br>0.148667<br>0.143333<br>0.153667<br>0.140333<br>0.145<br>0.15<br>0.148333                     | 0.148667         | 2.23222e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 4. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.108333<br>0.111333<br>0.101<br>0.104<br>0.107333<br>0.106667<br>0.111<br>0.102<br>0.107667<br>0.104667           | 0.1064           | 1.21179e-05 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0636667<br>0.052<br>0.0636667<br>0.057<br>0.057<br>0.0526667<br>0.0596667<br>0.0553333<br>0.0606667<br>0.053     | 0.0574667        | 1.88692e-05 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.039<br>0.0433333<br>0.0323333<br>0.0423333<br>0.039<br>0.044<br>0.0383333<br>0.038<br>0.039<br>0.039             | 0.0394333        | 1.09889e-05 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0683333<br>0.0706667<br>0.073<br>0.0723333<br>0.082<br>0.0613333<br>0.0723333<br>0.0723333<br>0.0756667<br>0.073 | 0.0721           | 2.71865e-05 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.042<br>0.0396667<br>0.035<br>0.0416667<br>0.0386667<br>0.04<br>0.0396667<br>0.0353333<br>0.0423333<br>0.0413333  | 0.0395667        | 6.76667e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 4. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.147333<br>0.141667<br>0.145<br>0.146667<br>0.143667<br>0.146333<br>0.144333<br>0.15<br>0.153667<br>0.145667              | 0.146433         | 1.14828e-05 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.109667<br>0.109333<br>0.105<br>0.109<br>0.105<br>0.108333<br>0.104333<br>0.109<br>0.105<br>0.104                         | 0.106867         | 5.58529e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.025<br>0.0256667<br>0.0226667<br>0.021<br>0.0236667<br>0.03<br>0.026<br>0.031<br>0.0233333<br>0.0246667                  | 0.0253           | 9.73949e-06 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0136667<br>0.0183333<br>0.0166667<br>0.0156667<br>0.0173333<br>0.0193333<br>0.0153333<br>0.0203333<br>0.0143333<br>0.016 | 0.0167           | 4.60364e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.0553333<br>0.054<br>0.048<br>0.051<br>0.057<br>0.0513333<br>0.0496667<br>0.0493333<br>0.0496667<br>0.0473333             | 0.0512667        | 1.02173e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 4. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.023<br>0.023<br>0.0216667<br>0.0253333<br>0.0233333<br>0.024<br>0.0226667<br>0.021<br>0.0286667<br>0.024        | 0.0236667        | 4.56791e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.135<br>0.134333<br>0.136<br>0.138333<br>0.137<br>0.138333<br>0.131667<br>0.133667<br>0.139667<br>0.141667       | 0.136567         | 9.13697e-06 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0983333<br>0.099<br>0.102<br>0.0916667<br>0.100333<br>0.097<br>0.0943333<br>0.0993333<br>0.0986667<br>0.0993333 | 0.098            | 9.01214e-06 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.0793333<br>0.0713333<br>0.0693333<br>0.0706667<br>0.072<br>0.078<br>0.068<br>0.071<br>0.0753333<br>0.0773333    | 0.0732333        | 1.56061e-05 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.047<br>0.052<br>0.049<br>0.046<br>0.047<br>0.046<br>0.0423333<br>0.048<br>0.0453333<br>0.047                    | 0.0469667        | 6.28276e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 4. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0896667<br>0.0756667<br>0.0843333<br>0.085<br>0.0793333<br>0.0736667<br>0.0846667<br>0.076<br>0.0856667<br>0.0826667 | 0.0816667        | 2.73087e-05 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.037<br>0.044<br>0.0426667<br>0.0423333<br>0.0443333<br>0.0416667<br>0.04<br>0.0396667<br>0.0396667<br>0.0416667      | 0.0413           | 5.02342e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.148<br>0.148<br>0.150333<br>0.147<br>0.147333<br>0.150333<br>0.146667<br>0.145<br>0.150667<br>0.144333               | 0.147767         | 4.7914e-06  |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.106333<br>0.112<br>0.111333<br>0.110667<br>0.116667<br>0.11<br>0.110333<br>0.105667<br>0.110667<br>0.113333          | 0.1107           | 9.9619e-06  |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0593333<br>0.061<br>0.053<br>0.066<br>0.0623333<br>0.0593333<br>0.0616667<br>0.0586667<br>0.06<br>0.0566667          | 0.0598           | 1.19555e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 4. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0456667<br>0.0413333<br>0.0383333<br>0.0403333<br>0.0366667<br>0.0413333<br>0.04<br>0.039<br>0.036<br>0.045  | 0.0403667        | 1.00358e-05 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0743333<br>0.082<br>0.083<br>0.073<br>0.0766667<br>0.0803333<br>0.081<br>0.0763333<br>0.0726667<br>0.076     | 0.0775333        | 1.43012e-05 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0426667<br>0.0346667<br>0.0416667<br>0.0383333<br>0.0426667<br>0.038<br>0.043<br>0.0423333<br>0.035<br>0.042 | 0.0400333        | 1.06284e-05 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.149667<br>0.151<br>0.146333<br>0.146<br>0.148333<br>0.15<br>0.149<br>0.152333<br>0.149<br>0.148333           | 0.149            | 3.72849e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.113<br>0.107333<br>0.109<br>0.098<br>0.107<br>0.114333<br>0.110333<br>0.106667<br>0.110667<br>0.105          | 0.108133         | 2.11896e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 4. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0273333<br>0.0286667<br>0.0236667<br>0.0226667<br>0.0226667<br>0.027<br>0.0273333<br>0.03<br>0.0276667<br>0.0243333 | 0.0261333        | 6.74564e-06 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0166667<br>0.0183333<br>0.0116667<br>0.016<br>0.0143333<br>0.018<br>0.0166667<br>0.019<br>0.016<br>0.0136667        | 0.0160333        | 5.14687e-06 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.051<br>0.0486667<br>0.053<br>0.054<br>0.0503333<br>0.0496667<br>0.052<br>0.048<br>0.052<br>0.049                    | 0.0507667        | 3.90245e-06 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0183333<br>0.0236667<br>0.0226667<br>0.0216667<br>0.02<br>0.0183333<br>0.0223333<br>0.0206667<br>0.026<br>0.0263333 | 0.022            | 7.87657e-06 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.141<br>0.135333<br>0.134667<br>0.142<br>0.140667<br>0.134667<br>0.137333<br>0.139<br>0.137667<br>0.139333           | 0.138167         | 7.16648e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |



Таблица 4. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0966667<br>0.108<br>0.101667<br>0.100333<br>0.111333<br>0.101667<br>0.102333<br>0.099<br>0.104<br>0.095                  | 0.102            | 2.40734e-05 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.061<br>0.0583333<br>0.064<br>0.065<br>0.0636667<br>0.061<br>0.0573333<br>0.0656667<br>0.058<br>0.0603333                 | 0.0614333        | 9.11246e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.042<br>0.039<br>0.0386667<br>0.047<br>0.0386667<br>0.0466667<br>0.044<br>0.0366667<br>0.0456667<br>0.041                 | 0.0419333        | 1.38716e-05 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.072<br>0.0666667<br>0.0703333<br>0.0713333<br>0.0683333<br>0.0666667<br>0.0703333<br>0.0673333<br>0.0676667<br>0.0686667 | 0.0689333        | 3.77277e-06 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0306667<br>0.0456667<br>0.033<br>0.0376667<br>0.037<br>0.0373333<br>0.036<br>0.0353333<br>0.0386667<br>0.0346667         | 0.0366           | 1.57976e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 4. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.141333<br>0.148333<br>0.148667<br>0.144667<br>0.141<br>0.144<br>0.141<br>0.141667<br>0.145<br>0.137                          | 0.143267         | 1.29088e-05 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.100333<br>0.1<br>0.102<br>0.104333<br>0.104667<br>0.105667<br>0.099<br>0.0983333<br>0.104<br>0.103667                        | 0.1022           | 6.845e-06   |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0523333<br>0.0476667<br>0.057<br>0.046<br>0.0503333<br>0.0523333<br>0.051<br>0.0516667<br>0.0493333<br>0.0516667             | 0.0509333        | 8.85924e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0336667<br>0.0396667<br>0.0353333<br>0.0323333<br>0.032<br>0.0353333<br>0.0363333<br>0.0333333<br>0.0336667<br>0.0323333     | 0.0344           | 5.52596e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0613333<br>0.0696667<br>0.0703333<br>0.0643333<br>0.0626667<br>0.0603333<br>0.0656667<br>0.0613333<br>0.0626667<br>0.0623333 | 0.0640667        | 1.21186e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 4. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0316667<br>0.0323333<br>0.037<br>0.0373333<br>0.0383333<br>0.0303333<br>0.035<br>0.0326667<br>0.0303333<br>0.034 | 0.0339           | 8.51973e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.138333<br>0.140333<br>0.146<br>0.142667<br>0.136667<br>0.137667<br>0.143333<br>0.141667<br>0.143<br>0.141667     | 0.141133         | 8.37502e-06 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.101667<br>0.103333<br>0.105667<br>0.102<br>0.106667<br>0.106333<br>0.106667<br>0.101<br>0.103667<br>0.104        | 0.1041           | 4.594e-06   |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0183333<br>0.0163333<br>0.022<br>0.0216667<br>0.0193333<br>0.0193333<br>0.0196667<br>0.0213333<br>0.017<br>0.014 | 0.0189           | 6.51978e-06 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0113333<br>0.0103333<br>0.012<br>0.012<br>0.0126667<br>0.0123333<br>0.012<br>0.0136667<br>0.016<br>0.0123333     | 0.0124667        | 2.27658e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 4. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|----|--|--|------------------|-------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0446667<br>0.039<br>0.03<br>0.0376667<br>0.0423333<br>0.035<br>0.0376667<br>0.0363333<br>0.0366667<br>0.039      | 0.0378333        | 1.5858e-05  |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0176667<br>0.0196667<br>0.015<br>0.015<br>0.0166667<br>0.014<br>0.0133333<br>0.0153333<br>0.0186667<br>0.0163333 | 0.0161667        | 4.12971e-06 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.128333<br>0.131667<br>0.129667<br>0.126<br>0.132<br>0.133667<br>0.129<br>0.127667<br>0.128<br>0.129333           | 0.129533         | 5.31402e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0936667<br>0.0913333<br>0.0943333<br>0.093<br>0.095<br>0.0893333<br>0.091<br>0.0913333<br>0.0976667<br>0.0923333 | 0.0929           | 5.70502e-06 |

### 3.4 Ошибка по значениям целевой функции $E_y$

Другим критерием, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является ошибка по значениям целевой функции  $E_y$ . Конкретные формулы, по которым происходило подсчитывание критерия в виде ошибки по значениям целевой функции вы можете найти на сайте в описании конкретной тестовой функции: <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 5. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0716667<br>0.0673333<br>0.0663333<br>0.071<br>0.077<br>0.0663333<br>0.071<br>0.0663333<br>0.0673333<br>0.0673333         | 0.0691667        | 1.20557e-05 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0456667<br>0.0456667<br>0.047<br>0.0443333<br>0.0456667<br>0.048<br>0.0553333<br>0.0476667<br>0.0423333<br>0.0433333     | 0.0465           | 1.28951e-05 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0736667<br>0.0806667<br>0.0813333<br>0.0873333<br>0.0733333<br>0.0783333<br>0.0773333<br>0.0773333<br>0.0786667<br>0.079 | 0.0787           | 1.5937e-05  |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0386667<br>0.039<br>0.0413333<br>0.0426667<br>0.0436667<br>0.042<br>0.0433333<br>0.0453333<br>0.046<br>0.0483333         | 0.0430333        | 9.12215e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.156<br>0.151333<br>0.15<br>0.148667<br>0.143333<br>0.153667<br>0.140333<br>0.145<br>0.15<br>0.148333                     | 0.148667         | 2.23222e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 5. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.108333<br>0.111333<br>0.101<br>0.104<br>0.107333<br>0.106667<br>0.111<br>0.102<br>0.107667<br>0.104667           | 0.1064           | 1.21179e-05 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0636667<br>0.052<br>0.0636667<br>0.057<br>0.057<br>0.0526667<br>0.0596667<br>0.0553333<br>0.0606667<br>0.053     | 0.0574667        | 1.88692e-05 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.039<br>0.0433333<br>0.0323333<br>0.0423333<br>0.039<br>0.044<br>0.0383333<br>0.038<br>0.039<br>0.039             | 0.0394333        | 1.09889e-05 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0683333<br>0.0706667<br>0.073<br>0.0723333<br>0.082<br>0.0613333<br>0.0723333<br>0.0723333<br>0.0756667<br>0.073 | 0.0721           | 2.71865e-05 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.042<br>0.0396667<br>0.035<br>0.0416667<br>0.0386667<br>0.04<br>0.0396667<br>0.0353333<br>0.0423333<br>0.0413333  | 0.0395667        | 6.76667e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 5. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.147333<br>0.141667<br>0.145<br>0.146667<br>0.143667<br>0.146333<br>0.144333<br>0.15<br>0.153667<br>0.145667              | 0.146433         | 1.14828e-05 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.109667<br>0.109333<br>0.105<br>0.109<br>0.105<br>0.108333<br>0.104333<br>0.109<br>0.105<br>0.104                         | 0.106867         | 5.58529e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.025<br>0.0256667<br>0.0226667<br>0.021<br>0.0236667<br>0.03<br>0.026<br>0.031<br>0.0233333<br>0.0246667                  | 0.0253           | 9.73949e-06 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0136667<br>0.0183333<br>0.0166667<br>0.0156667<br>0.0173333<br>0.0193333<br>0.0153333<br>0.0203333<br>0.0143333<br>0.016 | 0.0167           | 4.60364e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.0553333<br>0.054<br>0.048<br>0.051<br>0.057<br>0.0513333<br>0.0496667<br>0.0493333<br>0.0496667<br>0.0473333             | 0.0512667        | 1.02173e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 5. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.023<br>0.023<br>0.0216667<br>0.0253333<br>0.0233333<br>0.024<br>0.0226667<br>0.021<br>0.0286667<br>0.024        | 0.0236667        | 4.56791e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.135<br>0.134333<br>0.136<br>0.138333<br>0.137<br>0.138333<br>0.131667<br>0.133667<br>0.139667<br>0.141667       | 0.136567         | 9.13697e-06 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0983333<br>0.099<br>0.102<br>0.0916667<br>0.100333<br>0.097<br>0.0943333<br>0.0993333<br>0.0986667<br>0.0993333 | 0.098            | 9.01214e-06 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.0793333<br>0.0713333<br>0.0693333<br>0.0706667<br>0.072<br>0.078<br>0.068<br>0.071<br>0.0753333<br>0.0773333    | 0.0732333        | 1.56061e-05 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.047<br>0.052<br>0.049<br>0.046<br>0.047<br>0.046<br>0.0423333<br>0.048<br>0.0453333<br>0.047                    | 0.0469667        | 6.28276e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |



Таблица 5. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0896667<br>0.0756667<br>0.0843333<br>0.085<br>0.0793333<br>0.0736667<br>0.0846667<br>0.076<br>0.0856667<br>0.0826667 | 0.0816667        | 2.73087e-05 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.037<br>0.044<br>0.0426667<br>0.0423333<br>0.0443333<br>0.0416667<br>0.04<br>0.0396667<br>0.0396667<br>0.0416667      | 0.0413           | 5.02342e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.148<br>0.148<br>0.150333<br>0.147<br>0.147333<br>0.150333<br>0.146667<br>0.145<br>0.150667<br>0.144333               | 0.147767         | 4.7914e-06  |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.106333<br>0.112<br>0.111333<br>0.110667<br>0.116667<br>0.11<br>0.110333<br>0.105667<br>0.110667<br>0.113333          | 0.1107           | 9.9619e-06  |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0593333<br>0.061<br>0.053<br>0.066<br>0.0623333<br>0.0593333<br>0.0616667<br>0.0586667<br>0.06<br>0.0566667          | 0.0598           | 1.19555e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 5. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0.0456667<br>0.0413333<br>0.0383333<br>0.0403333<br>0.0366667<br>0.0413333<br>0.04<br>0.039<br>0.036<br>0.045  | 0.0403667        | 1.00358e-05 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.0743333<br>0.082<br>0.083<br>0.073<br>0.0766667<br>0.0803333<br>0.081<br>0.0763333<br>0.0726667<br>0.076     | 0.0775333        | 1.43012e-05 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.0426667<br>0.0346667<br>0.0416667<br>0.0383333<br>0.0426667<br>0.038<br>0.043<br>0.0423333<br>0.035<br>0.042 | 0.0400333        | 1.06284e-05 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.149667<br>0.151<br>0.146333<br>0.146<br>0.148333<br>0.15<br>0.149<br>0.152333<br>0.149<br>0.148333           | 0.149            | 3.72849e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.113<br>0.107333<br>0.109<br>0.098<br>0.107<br>0.114333<br>0.110333<br>0.106667<br>0.110667<br>0.105          | 0.108133         | 2.11896e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 5. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0273333<br>0.0286667<br>0.0236667<br>0.0226667<br>0.0226667<br>0.027<br>0.0273333<br>0.03<br>0.0276667<br>0.0243333 | 0.0261333        | 6.74564e-06 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0166667<br>0.0183333<br>0.0116667<br>0.016<br>0.0143333<br>0.018<br>0.0166667<br>0.019<br>0.016<br>0.0136667        | 0.0160333        | 5.14687e-06 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.051<br>0.0486667<br>0.053<br>0.054<br>0.0503333<br>0.0496667<br>0.052<br>0.048<br>0.052<br>0.049                    | 0.0507667        | 3.90245e-06 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0183333<br>0.0236667<br>0.0226667<br>0.0216667<br>0.02<br>0.0183333<br>0.0223333<br>0.0206667<br>0.026<br>0.0263333 | 0.022            | 7.87657e-06 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.141<br>0.135333<br>0.134667<br>0.142<br>0.140667<br>0.134667<br>0.137333<br>0.139<br>0.137667<br>0.139333           | 0.138167         | 7.16648e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 5. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0966667<br>0.108<br>0.101667<br>0.100333<br>0.111333<br>0.101667<br>0.102333<br>0.099<br>0.104<br>0.095                  | 0.102            | 2.40734e-05 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.061<br>0.0583333<br>0.064<br>0.065<br>0.0636667<br>0.061<br>0.0573333<br>0.0656667<br>0.058<br>0.0603333                 | 0.0614333        | 9.11246e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.042<br>0.039<br>0.0386667<br>0.047<br>0.0386667<br>0.0466667<br>0.044<br>0.0366667<br>0.0456667<br>0.041                 | 0.0419333        | 1.38716e-05 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.072<br>0.0666667<br>0.0703333<br>0.0713333<br>0.0683333<br>0.0666667<br>0.0703333<br>0.0673333<br>0.0676667<br>0.0686667 | 0.0689333        | 3.77277e-06 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0306667<br>0.0456667<br>0.033<br>0.0376667<br>0.037<br>0.0373333<br>0.036<br>0.0353333<br>0.0386667<br>0.0346667         | 0.0366           | 1.57976e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 5. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.141333<br>0.148333<br>0.148667<br>0.144667<br>0.141<br>0.144<br>0.141<br>0.141667<br>0.145<br>0.137                          | 0.143267         | 1.29088e-05 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.100333<br>0.1<br>0.102<br>0.104333<br>0.104667<br>0.105667<br>0.099<br>0.0983333<br>0.104<br>0.103667                        | 0.1022           | 6.845e-06   |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0523333<br>0.0476667<br>0.057<br>0.046<br>0.0503333<br>0.0523333<br>0.051<br>0.0516667<br>0.0493333<br>0.0516667             | 0.0509333        | 8.85924e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0336667<br>0.0396667<br>0.0353333<br>0.0323333<br>0.032<br>0.0353333<br>0.0363333<br>0.0333333<br>0.0336667<br>0.0323333     | 0.0344           | 5.52596e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0613333<br>0.0696667<br>0.0703333<br>0.0643333<br>0.0626667<br>0.0603333<br>0.0656667<br>0.0613333<br>0.0626667<br>0.0623333 | 0.0640667        | 1.21186e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 5. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0316667<br>0.0323333<br>0.037<br>0.0373333<br>0.0383333<br>0.0303333<br>0.035<br>0.0326667<br>0.0303333<br>0.034 | 0.0339           | 8.51973e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.138333<br>0.140333<br>0.146<br>0.142667<br>0.136667<br>0.137667<br>0.143333<br>0.141667<br>0.143<br>0.141667     | 0.141133         | 8.37502e-06 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.101667<br>0.103333<br>0.105667<br>0.102<br>0.106667<br>0.106333<br>0.106667<br>0.101<br>0.103667<br>0.104        | 0.1041           | 4.594e-06   |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0183333<br>0.0163333<br>0.022<br>0.0216667<br>0.0193333<br>0.0193333<br>0.0196667<br>0.0213333<br>0.017<br>0.014 | 0.0189           | 6.51978e-06 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0113333<br>0.0103333<br>0.012<br>0.012<br>0.0126667<br>0.0123333<br>0.012<br>0.0136667<br>0.016<br>0.0123333     | 0.0124667        | 2.27658e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 5. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|----|--|--|------------------|-------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0446667<br>0.039<br>0.03<br>0.0376667<br>0.0423333<br>0.035<br>0.0376667<br>0.0363333<br>0.0366667<br>0.039      | 0.0378333        | 1.5858e-05  |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0176667<br>0.0196667<br>0.015<br>0.015<br>0.0166667<br>0.014<br>0.0133333<br>0.0153333<br>0.0186667<br>0.0163333 | 0.0161667        | 4.12971e-06 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.128333<br>0.131667<br>0.129667<br>0.126<br>0.132<br>0.133667<br>0.129<br>0.127667<br>0.128<br>0.129333           | 0.129533         | 5.31402e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0936667<br>0.0913333<br>0.0943333<br>0.093<br>0.095<br>0.0893333<br>0.091<br>0.0913333<br>0.0976667<br>0.0923333 | 0.0929           | 5.70502e-06 |

### 3.5 Надёжность $R$

Третьим критерием, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является надёжность  $R$ . Конкретные формулы, по которым происходило подсчитывание критерия в виде ошибки по значениям целевой функции вы можете найти на сайте в описании конкретной тестовой функции: <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 6. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.08<br>0.07<br>0.09<br>0.05<br>0.05<br>0.04<br>0.07<br>0.07<br>0.06<br>0.05 | 0.063            | 0.000245556 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.19<br>0.24<br>0.17<br>0.28<br>0.18<br>0.17<br>0.11<br>0.16<br>0.2<br>0.18  | 0.188            | 0.00210667  |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.03<br>0.02<br>0.02<br>0<br>0.01<br>0.05<br>0.07<br>0.04<br>0.03<br>0.05    | 0.032            | 0.00044     |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.27<br>0.23<br>0.23<br>0.19<br>0.18<br>0.22<br>0.17<br>0.19<br>0.16<br>0.14 | 0.198            | 0.00152889  |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                               | 0                | 0           |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |



Таблица 6. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.01<br>0<br>0.01<br>0<br>0.02<br>0<br>0<br>0.01<br>0.01                     | 0.006            | 4.88889e-05 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.09<br>0.15<br>0.08<br>0.17<br>0.12<br>0.13<br>0.11<br>0.17<br>0.12<br>0.19 | 0.133            | 0.00131222  |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.25<br>0.21<br>0.37<br>0.24<br>0.29<br>0.2<br>0.32<br>0.27<br>0.21<br>0.27  | 0.263            | 0.00286778  |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.06<br>0.04<br>0.04<br>0.04<br>0.02<br>0.09<br>0.01<br>0.05<br>0.06<br>0.02 | 0.043            | 0.000556667 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.14<br>0.27<br>0.23<br>0.19<br>0.23<br>0.2<br>0.24<br>0.23<br>0.18<br>0.22  | 0.213            | 0.00133444  |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 6. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                    | 0                | 0           |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0<br>0.01                   | 0.004            | 2.66667e-05 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.45<br>0.42<br>0.51<br>0.5<br>0.39<br>0.43<br>0.42<br>0.32<br>0.52<br>0.45  | 0.441            | 0.00365444  |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.65<br>0.54<br>0.59<br>0.62<br>0.55<br>0.54<br>0.61<br>0.48<br>0.65<br>0.57 | 0.58             | 0.00295556  |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.1<br>0.09<br>0.18<br>0.14<br>0.09<br>0.11<br>0.11<br>0.08<br>0.14<br>0.14  | 0.118            | 0.000973333 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 6. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.45<br>0.44<br>0.49<br>0.45<br>0.42<br>0.44<br>0.45<br>0.45<br>0.42<br>0.48 | 0.449            | 0.000498889 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                               | 0                | 0           |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.03<br>0<br>0<br>0<br>0.01                         | 0.004            | 9.33333e-05 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.02<br>0.05<br>0.09<br>0.14<br>0.03<br>0.04<br>0.07<br>0.06<br>0.02<br>0.02 | 0.054            | 0.00147111  |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.19<br>0.18<br>0.18<br>0.21<br>0.15<br>0.24<br>0.24<br>0.2<br>0.2<br>0.19   | 0.198            | 0.000751111 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 6. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0.05<br>0.01<br>0.02<br>0.03<br>0.04<br>0.01<br>0.02<br>0.01<br>0     | 0.019            | 0.000276667 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.22<br>0.2<br>0.18<br>0.21<br>0.17<br>0.2<br>0.17<br>0.23<br>0.25<br>0.2  | 0.203            | 0.000667778 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                             | 0                | 0           |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0                          | 0.001            | 1e-05       |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.08<br>0.09<br>0.15<br>0.07<br>0.08<br>0.1<br>0.08<br>0.09<br>0.1<br>0.13 | 0.097            | 0.000623333 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 6. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0.22<br>0.24<br>0.26<br>0.26<br>0.27<br>0.31<br>0.25<br>0.25<br>0.27<br>0.2  | 0.253            | 0.00089     |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.05<br>0.01<br>0.05<br>0.04<br>0.03<br>0.03<br>0.02<br>0.03<br>0.03<br>0.04 | 0.033            | 0.000156667 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.15<br>0.31<br>0.15<br>0.19<br>0.17<br>0.24<br>0.18<br>0.2<br>0.29<br>0.19  | 0.207            | 0.00309     |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                               | 0                | 0           |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.01<br>0<br>0<br>0.01<br>0.02<br>0<br>0<br>0.02<br>0<br>0                   | 0.006            | 7.11111e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 6. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.41<br>0.38<br>0.48<br>0.44<br>0.48<br>0.41<br>0.42<br>0.38<br>0.44<br>0.47 | 0.431            | 0.00141     |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.62<br>0.5<br>0.69<br>0.56<br>0.66<br>0.61<br>0.6<br>0.56<br>0.57<br>0.65   | 0.602            | 0.00319556  |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.11<br>0.19<br>0.13<br>0.11<br>0.18<br>0.14<br>0.1<br>0.16<br>0.13<br>0.13  | 0.138            | 0.000906667 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.53<br>0.43<br>0.43<br>0.47<br>0.52<br>0.56<br>0.46<br>0.5<br>0.44<br>0.4   | 0.474            | 0.00267111  |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                            | 0.001            | 1e-05       |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 6. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0.02                           | 0.004            | 4.88889e-05 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.12<br>0.08<br>0.1<br>0.06<br>0.07<br>0.08<br>0.13<br>0.08<br>0.11<br>0.09  | 0.092            | 0.000506667 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.22<br>0.27<br>0.21<br>0.18<br>0.28<br>0.2<br>0.25<br>0.27<br>0.18<br>0.25  | 0.231            | 0.00143222  |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.06<br>0.06<br>0.04<br>0.01<br>0.05<br>0.04<br>0.08<br>0.05<br>0.06<br>0.05 | 0.05             | 0.000333333 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.31<br>0.21<br>0.3<br>0.26<br>0.25<br>0.19<br>0.29<br>0.32<br>0.23<br>0.29  | 0.265            | 0.00196111  |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 6. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                   | 0                | 0           |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0.02<br>0<br>0.01                     | 0.004            | 4.88889e-05 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.14<br>0.13<br>0.08<br>0.16<br>0.13<br>0.11<br>0.1<br>0.19<br>0.16<br>0.16 | 0.136            | 0.00109333  |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.31<br>0.22<br>0.27<br>0.26<br>0.29<br>0.28<br>0.34<br>0.26<br>0.3<br>0.32 | 0.285            | 0.00120556  |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.06<br>0.04<br>0.08<br>0.07<br>0.1<br>0.06<br>0.04<br>0.09<br>0.06<br>0.04 | 0.064            | 0.000448889 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |



Таблица 6. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.32<br>0.28<br>0.26<br>0.26<br>0.17<br>0.33<br>0.26<br>0.32<br>0.37<br>0.32 | 0.289            | 0.00309889  |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                    | 0                | 0           |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.02<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0                | 0.006            | 4.88889e-05 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.56<br>0.59<br>0.52<br>0.47<br>0.57<br>0.56<br>0.52<br>0.49<br>0.55<br>0.66 | 0.549            | 0.00289889  |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.7<br>0.73<br>0.7<br>0.71<br>0.71<br>0.67<br>0.69<br>0.63<br>0.64<br>0.7    | 0.688            | 0.00101778  |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 6. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 30)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|----|--|---|------------------|-------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.18<br>0.24<br>0.3<br>0.22<br>0.17<br>0.31<br>0.22<br>0.27<br>0.26<br>0.24 | 0.241            | 0.00212111  |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.57<br>0.53<br>0.59<br>0.6<br>0.56<br>0.6<br>0.65<br>0.62<br>0.53<br>0.59  | 0.584            | 0.00142667  |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                              | 0                | 0           |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0.01                  | 0.004            | 2.66667e-05 |

## 4 Исследование эффективности алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

В данной работе, автором проведено исследование алгоритма «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках». Ниже приведена информация об этом исследовании.

### 4.1 Информация об исследовании

|   |  |
|---|--|
| <b>Автор исследования:</b>  | Сергиенко Антон Борисович.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 27.01.2014 22:58:23.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 27.01.2014 22:58:23.   |
| <b>Идентификатор алгоритма:</b>   | MHL_StandartBinaryGeneticAlgorithm.                                      |
| <b>Полное название алгоритма:</b>   | Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках. |
| <b>Идентификатор исследуемой тестовой функции:</b>                                      | MHL_TestFunction_SumVector.  |
| <b>Полное название тестовой функции:</b>  | Сумма всех элементов бинарного вектора.                                  |
| <b>Размерность тестовой функции:</b>  | 40   |
| <b>Количество измерений для каждого варианта настроек алгоритма:</b>                    | 10   |
| <b>Количество запусков алгоритма в каждом из экспериментов:</b>                         | 100  |
| <b>Максимальное допустимое число вычислений целевой функции:</b>                        | 576  |
| <b>Количество проверяемых параметров алгоритма оптимизации:</b>                         | 4  |
| <b>Количество комбинаций вариантов настроек:</b>  | 54   |
| <b>Общий объем максимального числа вычислений целевой функции во всем исследовании:</b> | 31104000   |

Информацию о исследуемой функции можно найти по адресу:

<https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>

Информацию о исследуемом алгоритме оптимизации можно найти по адресу:

<https://github.com/Harrix/HarrixOptimizationAlgorithms>

## 4.2 Параметры алгоритма оптимизации

Исследуемый алгоритм оптимизации проверялся по эффективности по некоторому конечному множеству возможных настроек алгоритма. Как написано выше, всего возможных параметров алгоритма было 4 штук. В формуле 11 показано множество проверяемых параметров алгоритма.

$$Parameters = \begin{pmatrix} \text{Тип селекции} \\ \text{Тип скрещивания} \\ \text{Тип мутации} \\ \text{Тип формирования нового поколения} \end{pmatrix}. \quad (11)$$

Теперь рассмотрим, какие значения может принимать каждый из параметров.

$$Parameters^1 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Пропорциональная селекция} \\ \text{Ранговая селекция} \\ \text{Турнирная селекция} \end{array} \right\}. \quad (12)$$

$$Parameters^2 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Одноточечное скрещивание} \\ \text{Двухточечное скрещивание} \\ \text{Равномерное скрещивание} \end{array} \right\}. \quad (13)$$

$$Parameters^3 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Слабая мутация} \\ \text{Средняя мутация} \\ \text{Сильная мутация} \end{array} \right\}. \quad (14)$$

$$Parameters^4 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Только потомки} \\ \text{Только потомки и копия лучшего индивида} \end{array} \right\}. \quad (15)$$

## 4.3 Ошибка по входным параметрам $E_x$

Одним из критериев, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является ошибка по входным параметрам  $E_x$ . В результате проделанных экспериментов были получены следующие данные, представленные ниже в таблице. <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 7. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.07625<br>0.0805<br>0.08425<br>0.07475<br>0.07425<br>0.07725<br>0.082<br>0.0785<br>0.08075<br>0.0785 | 0.0787           | 1.03028e-05 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.057<br>0.055<br>0.0605<br>0.062<br>0.054<br>0.05525<br>0.05325<br>0.06025<br>0.057<br>0.0525        | 0.056675         | 1.07924e-05 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0855<br>0.08625<br>0.086<br>0.08525<br>0.09125<br>0.0855<br>0.085<br>0.0855<br>0.0885<br>0.08725    | 0.0866           | 3.79444e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.056<br>0.05625<br>0.051<br>0.0515<br>0.05425<br>0.053<br>0.0575<br>0.052<br>0.05225<br>0.0505       | 0.053425         | 5.95903e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.158<br>0.15125<br>0.15425<br>0.16<br>0.15575<br>0.1545<br>0.15775<br>0.159<br>0.15325<br>0.1575     | 0.156125         | 7.73958e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 7. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.114<br>0.11375<br>0.11375<br>0.113<br>0.118<br>0.11425<br>0.1095<br>0.1145<br>0.11675<br>0.11075  | 0.113825         | 6.16736e-06 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.06375<br>0.06375<br>0.071<br>0.06625<br>0.06225<br>0.059<br>0.065<br>0.0645<br>0.07275<br>0.06525 | 0.06535          | 1.59333e-05 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.042<br>0.0505<br>0.042<br>0.0475<br>0.04325<br>0.04925<br>0.04875<br>0.04475<br>0.04175<br>0.0435 | 0.045325         | 1.12785e-05 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0835<br>0.07875<br>0.07375<br>0.076<br>0.0795<br>0.07525<br>0.078<br>0.074<br>0.08325<br>0.07925  | 0.078125         | 1.19618e-05 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.04975<br>0.04775<br>0.0485<br>0.04125<br>0.048<br>0.0455<br>0.0465<br>0.047<br>0.04775<br>0.043   | 0.0465           | 6.77778e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 7. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.155<br>0.15625<br>0.16225<br>0.15575<br>0.15375<br>0.16<br>0.15675<br>0.15375<br>0.15875<br>0.15475 | 0.1567           | 7.9e-06     |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1125<br>0.11275<br>0.112<br>0.11325<br>0.11325<br>0.11175<br>0.107<br>0.109<br>0.1095<br>0.11325    | 0.111425         | 4.72292e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.024<br>0.025<br>0.02375<br>0.02625<br>0.02625<br>0.023<br>0.024<br>0.02425<br>0.02775<br>0.027      | 0.025125         | 2.51736e-06 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.014<br>0.01775<br>0.01375<br>0.014<br>0.0215<br>0.01675<br>0.01675<br>0.01325<br>0.01475<br>0.01725 | 0.015975         | 6.46458e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.0525<br>0.05525<br>0.056<br>0.05225<br>0.0495<br>0.0555<br>0.04525<br>0.051<br>0.04825<br>0.05575   | 0.052125         | 1.33229e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 7. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.02275<br>0.02225<br>0.0265<br>0.0265<br>0.02175<br>0.02625<br>0.024<br>0.0225<br>0.029<br>0.0285      | 0.025            | 7.19444e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.14<br>0.1445<br>0.144<br>0.14475<br>0.14425<br>0.15125<br>0.14025<br>0.144<br>0.14175<br>0.144        | 0.143875         | 9.82292e-06 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.10525<br>0.10125<br>0.1075<br>0.10125<br>0.10825<br>0.10625<br>0.104<br>0.1<br>0.10725<br>0.10625     | 0.104725         | 8.71458e-06 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.07325<br>0.07475<br>0.07725<br>0.0715<br>0.07675<br>0.0805<br>0.08025<br>0.07275<br>0.0795<br>0.08425 | 0.077075         | 1.65701e-05 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.046<br>0.055<br>0.0575<br>0.05675<br>0.05725<br>0.0575<br>0.05225<br>0.05675<br>0.05575<br>0.0495     | 0.054425         | 1.55285e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |



Таблица 7. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.08175<br>0.0885<br>0.07975<br>0.08325<br>0.079<br>0.07825<br>0.0875<br>0.08325<br>0.08075<br>0.08375  | 0.082575         | 1.16812e-05 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.04625<br>0.04825<br>0.04675<br>0.05075<br>0.04975<br>0.051<br>0.04875<br>0.04875<br>0.0515<br>0.04725 | 0.0489           | 3.35e-06    |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.15825<br>0.15675<br>0.15275<br>0.15275<br>0.1605<br>0.154<br>0.156<br>0.15725<br>0.15525<br>0.1565    | 0.156            | 5.93056e-06 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.111<br>0.1115<br>0.1115<br>0.11275<br>0.114<br>0.111<br>0.11225<br>0.11825<br>0.121<br>0.1165         | 0.113975         | 1.20479e-05 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.05825<br>0.05725<br>0.0605<br>0.0645<br>0.0665<br>0.06575<br>0.06525<br>0.06425<br>0.0655<br>0.0615   | 0.062925         | 1.10007e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 7. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0.0405<br>0.04275<br>0.0485<br>0.03875<br>0.04425<br>0.03875<br>0.04575<br>0.046<br>0.03725<br>0.042  | 0.04245          | 1.35389e-05 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.0725<br>0.07925<br>0.0735<br>0.0755<br>0.07975<br>0.079<br>0.07475<br>0.07175<br>0.07625<br>0.06725 | 0.07495          | 1.52889e-05 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.042<br>0.0475<br>0.043<br>0.04025<br>0.0435<br>0.0405<br>0.038<br>0.04425<br>0.04475<br>0.04575     | 0.04295          | 8.05278e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.15475<br>0.1525<br>0.1575<br>0.156<br>0.15275<br>0.151<br>0.15575<br>0.15675<br>0.15275<br>0.15725  | 0.1547           | 5.275e-06   |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.10625<br>0.1135<br>0.11825<br>0.11<br>0.1185<br>0.11225<br>0.11675<br>0.10975<br>0.11025<br>0.109   | 0.11245          | 1.75944e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 7. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.01925<br>0.0205<br>0.022<br>0.018<br>0.0165<br>0.02175<br>0.01925<br>0.02425<br>0.01925<br>0.02375   | 0.02045          | 6.15e-06    |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.01375<br>0.013<br>0.01525<br>0.0155<br>0.01325<br>0.01075<br>0.01875<br>0.01325<br>0.01325<br>0.0115 | 0.013825         | 5.07014e-06 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.04775<br>0.0445<br>0.04425<br>0.044<br>0.0455<br>0.04375<br>0.0425<br>0.04625<br>0.04325<br>0.04375  | 0.04455          | 2.4e-06     |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.02175<br>0.0185<br>0.02125<br>0.01775<br>0.0175<br>0.01875<br>0.0165<br>0.02<br>0.0205<br>0.017      | 0.01895          | 3.35833e-06 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.13825<br>0.1395<br>0.13925<br>0.138<br>0.13725<br>0.13425<br>0.1375<br>0.13625<br>0.14175<br>0.13625 | 0.137825         | 4.29236e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 7. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.1045<br>0.103<br>0.10325<br>0.1055<br>0.10375<br>0.1045<br>0.108<br>0.10225<br>0.1015<br>0.107       | 0.104325         | 4.18125e-06 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.06475<br>0.06875<br>0.0645<br>0.0695<br>0.06275<br>0.07075<br>0.06825<br>0.0685<br>0.06975<br>0.0695 | 0.0677           | 7.275e-06   |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.04825<br>0.04975<br>0.045<br>0.055<br>0.04725<br>0.04775<br>0.05375<br>0.04725<br>0.0465<br>0.04675  | 0.048725         | 1.04368e-05 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0755<br>0.0705<br>0.076<br>0.06925<br>0.0735<br>0.07425<br>0.07175<br>0.0705<br>0.0745<br>0.076      | 0.073175         | 6.23681e-06 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.04075<br>0.0415<br>0.03925<br>0.04525<br>0.043<br>0.04275<br>0.04575<br>0.03975<br>0.04<br>0.04475   | 0.042275         | 5.71458e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 7. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.147<br>0.14925<br>0.1465<br>0.14975<br>0.14775<br>0.14375<br>0.1465<br>0.15325<br>0.15375<br>0.14975 | 0.148725         | 9.63125e-06 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.11025<br>0.10775<br>0.11625<br>0.10775<br>0.10925<br>0.1065<br>0.114<br>0.112<br>0.109<br>0.106      | 0.109875         | 1.09896e-05 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.05225<br>0.055<br>0.054<br>0.05575<br>0.05375<br>0.05575<br>0.05725<br>0.05275<br>0.054<br>0.0485    | 0.0539           | 5.83611e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.04075<br>0.0405<br>0.03575<br>0.04375<br>0.03825<br>0.0335<br>0.0375<br>0.0365<br>0.03425<br>0.03625 | 0.0377           | 1.01083e-05 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.06625<br>0.064<br>0.06025<br>0.068<br>0.06325<br>0.06325<br>0.06375<br>0.0655<br>0.067<br>0.0645     | 0.064575         | 4.94514e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 7. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.03925<br>0.03375<br>0.03525<br>0.03625<br>0.03625<br>0.0335<br>0.03775<br>0.03425<br>0.03075<br>0.03725 | 0.035425         | 6.05625e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1475<br>0.14625<br>0.14425<br>0.14125<br>0.1445<br>0.14625<br>0.14875<br>0.14375<br>0.1465<br>0.1465    | 0.14555          | 4.59444e-06 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.11<br>0.104<br>0.103<br>0.10725<br>0.099<br>0.106<br>0.104<br>0.104<br>0.10425<br>0.1035                | 0.1045           | 8.26389e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0145<br>0.015<br>0.01625<br>0.016<br>0.018<br>0.018<br>0.0145<br>0.01725<br>0.01475<br>0.01375          | 0.0158           | 2.37222e-06 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.01325<br>0.013<br>0.0095<br>0.0135<br>0.01175<br>0.00975<br>0.0105<br>0.0095<br>0.00975<br>0.01175      | 0.011225         | 2.64514e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 7. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|----|--|---|------------------|-------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.03675<br>0.03425<br>0.03525<br>0.035<br>0.03525<br>0.03575<br>0.03125<br>0.03525<br>0.02975<br>0.0355 | 0.0344           | 4.73889e-06 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.015<br>0.016<br>0.01325<br>0.01425<br>0.012<br>0.013<br>0.01175<br>0.0155<br>0.01675<br>0.01675       | 0.014425         | 3.47292e-06 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.129<br>0.12825<br>0.1345<br>0.135<br>0.13225<br>0.1275<br>0.13475<br>0.12975<br>0.132<br>0.13         | 0.1313           | 7.81667e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.10125<br>0.09225<br>0.09275<br>0.09375<br>0.09525<br>0.09825<br>0.098<br>0.0995<br>0.09425<br>0.097   | 0.096225         | 9.18681e-06 |

#### 4.4 Ошибка по значениям целевой функции $E_y$

Другим критерием, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является ошибка по значениям целевой функции  $E_y$ . Конкретные формулы, по которым происходило подсчитывание критерия в виде ошибки по значениям целевой функции вы можете найти на сайте в описании конкретной тестовой функции: <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 8. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.07625<br>0.0805<br>0.08425<br>0.07475<br>0.07425<br>0.07725<br>0.082<br>0.0785<br>0.08075<br>0.0785 | 0.0787           | 1.03028e-05 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.057<br>0.055<br>0.0605<br>0.062<br>0.054<br>0.05525<br>0.05325<br>0.06025<br>0.057<br>0.0525        | 0.056675         | 1.07924e-05 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0855<br>0.08625<br>0.086<br>0.08525<br>0.09125<br>0.0855<br>0.085<br>0.0855<br>0.0885<br>0.08725    | 0.0866           | 3.79444e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.056<br>0.05625<br>0.051<br>0.0515<br>0.05425<br>0.053<br>0.0575<br>0.052<br>0.05225<br>0.0505       | 0.053425         | 5.95903e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.158<br>0.15125<br>0.15425<br>0.16<br>0.15575<br>0.1545<br>0.15775<br>0.159<br>0.15325<br>0.1575     | 0.156125         | 7.73958e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |



Таблица 8. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.114<br>0.11375<br>0.11375<br>0.113<br>0.118<br>0.11425<br>0.1095<br>0.1145<br>0.11675<br>0.11075  | 0.113825         | 6.16736e-06 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.06375<br>0.06375<br>0.071<br>0.06625<br>0.06225<br>0.059<br>0.065<br>0.0645<br>0.07275<br>0.06525 | 0.06535          | 1.59333e-05 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.042<br>0.0505<br>0.042<br>0.0475<br>0.04325<br>0.04925<br>0.04875<br>0.04475<br>0.04175<br>0.0435 | 0.045325         | 1.12785e-05 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0835<br>0.07875<br>0.07375<br>0.076<br>0.0795<br>0.07525<br>0.078<br>0.074<br>0.08325<br>0.07925  | 0.078125         | 1.19618e-05 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.04975<br>0.04775<br>0.0485<br>0.04125<br>0.048<br>0.0455<br>0.0465<br>0.047<br>0.04775<br>0.043   | 0.0465           | 6.77778e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 8. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.155<br>0.15625<br>0.16225<br>0.15575<br>0.15375<br>0.16<br>0.15675<br>0.15375<br>0.15875<br>0.15475 | 0.1567           | 7.9e-06     |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1125<br>0.11275<br>0.112<br>0.11325<br>0.11325<br>0.11175<br>0.107<br>0.109<br>0.1095<br>0.11325    | 0.111425         | 4.72292e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.024<br>0.025<br>0.02375<br>0.02625<br>0.02625<br>0.023<br>0.024<br>0.02425<br>0.02775<br>0.027      | 0.025125         | 2.51736e-06 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.014<br>0.01775<br>0.01375<br>0.014<br>0.0215<br>0.01675<br>0.01675<br>0.01325<br>0.01475<br>0.01725 | 0.015975         | 6.46458e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.0525<br>0.05525<br>0.056<br>0.05225<br>0.0495<br>0.0555<br>0.04525<br>0.051<br>0.04825<br>0.05575   | 0.052125         | 1.33229e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 8. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.02275<br>0.02225<br>0.0265<br>0.0265<br>0.02175<br>0.02625<br>0.024<br>0.0225<br>0.029<br>0.0285      | 0.025            | 7.19444e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.14<br>0.1445<br>0.144<br>0.14475<br>0.14425<br>0.15125<br>0.14025<br>0.144<br>0.14175<br>0.144        | 0.143875         | 9.82292e-06 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.10525<br>0.10125<br>0.1075<br>0.10125<br>0.10825<br>0.10625<br>0.104<br>0.1<br>0.10725<br>0.10625     | 0.104725         | 8.71458e-06 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.07325<br>0.07475<br>0.07725<br>0.0715<br>0.07675<br>0.0805<br>0.08025<br>0.07275<br>0.0795<br>0.08425 | 0.077075         | 1.65701e-05 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.046<br>0.055<br>0.0575<br>0.05675<br>0.05725<br>0.0575<br>0.05225<br>0.05675<br>0.05575<br>0.0495     | 0.054425         | 1.55285e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 8. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.08175<br>0.0885<br>0.07975<br>0.08325<br>0.079<br>0.07825<br>0.0875<br>0.08325<br>0.08075<br>0.08375  | 0.082575         | 1.16812e-05 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.04625<br>0.04825<br>0.04675<br>0.05075<br>0.04975<br>0.051<br>0.04875<br>0.04875<br>0.0515<br>0.04725 | 0.0489           | 3.35e-06    |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.15825<br>0.15675<br>0.15275<br>0.15275<br>0.1605<br>0.154<br>0.156<br>0.15725<br>0.15525<br>0.1565    | 0.156            | 5.93056e-06 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.111<br>0.1115<br>0.1115<br>0.11275<br>0.114<br>0.111<br>0.11225<br>0.11825<br>0.121<br>0.1165         | 0.113975         | 1.20479e-05 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.05825<br>0.05725<br>0.0605<br>0.0645<br>0.0665<br>0.06575<br>0.06525<br>0.06425<br>0.0655<br>0.0615   | 0.062925         | 1.10007e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 8. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0405<br>0.04275<br>0.0485<br>0.03875<br>0.04425<br>0.03875<br>0.04575<br>0.046<br>0.03725<br>0.042  | 0.04245          | 1.35389e-05 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0725<br>0.07925<br>0.0735<br>0.0755<br>0.07975<br>0.079<br>0.07475<br>0.07175<br>0.07625<br>0.06725 | 0.07495          | 1.52889e-05 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.042<br>0.0475<br>0.043<br>0.04025<br>0.0435<br>0.0405<br>0.038<br>0.04425<br>0.04475<br>0.04575     | 0.04295          | 8.05278e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.15475<br>0.1525<br>0.1575<br>0.156<br>0.15275<br>0.151<br>0.15575<br>0.15675<br>0.15275<br>0.15725  | 0.1547           | 5.275e-06   |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.10625<br>0.1135<br>0.11825<br>0.11<br>0.1185<br>0.11225<br>0.11675<br>0.10975<br>0.11025<br>0.109   | 0.11245          | 1.75944e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 8. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.01925<br>0.0205<br>0.022<br>0.018<br>0.0165<br>0.02175<br>0.01925<br>0.02425<br>0.01925<br>0.02375   | 0.02045          | 6.15e-06    |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.01375<br>0.013<br>0.01525<br>0.0155<br>0.01325<br>0.01075<br>0.01875<br>0.01325<br>0.01325<br>0.0115 | 0.013825         | 5.07014e-06 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.04775<br>0.0445<br>0.04425<br>0.044<br>0.0455<br>0.04375<br>0.0425<br>0.04625<br>0.04325<br>0.04375  | 0.04455          | 2.4e-06     |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.02175<br>0.0185<br>0.02125<br>0.01775<br>0.0175<br>0.01875<br>0.0165<br>0.02<br>0.0205<br>0.017      | 0.01895          | 3.35833e-06 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.13825<br>0.1395<br>0.13925<br>0.138<br>0.13725<br>0.13425<br>0.1375<br>0.13625<br>0.14175<br>0.13625 | 0.137825         | 4.29236e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 8. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.1045<br>0.103<br>0.10325<br>0.1055<br>0.10375<br>0.1045<br>0.108<br>0.10225<br>0.1015<br>0.107       | 0.104325         | 4.18125e-06 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.06475<br>0.06875<br>0.0645<br>0.0695<br>0.06275<br>0.07075<br>0.06825<br>0.0685<br>0.06975<br>0.0695 | 0.0677           | 7.275e-06   |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.04825<br>0.04975<br>0.045<br>0.055<br>0.04725<br>0.04775<br>0.05375<br>0.04725<br>0.0465<br>0.04675  | 0.048725         | 1.04368e-05 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0755<br>0.0705<br>0.076<br>0.06925<br>0.0735<br>0.07425<br>0.07175<br>0.0705<br>0.0745<br>0.076      | 0.073175         | 6.23681e-06 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.04075<br>0.0415<br>0.03925<br>0.04525<br>0.043<br>0.04275<br>0.04575<br>0.03975<br>0.04<br>0.04475   | 0.042275         | 5.71458e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 8. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.147<br>0.14925<br>0.1465<br>0.14975<br>0.14775<br>0.14375<br>0.1465<br>0.15325<br>0.15375<br>0.14975 | 0.148725         | 9.63125e-06 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.11025<br>0.10775<br>0.11625<br>0.10775<br>0.10925<br>0.1065<br>0.114<br>0.112<br>0.109<br>0.106      | 0.109875         | 1.09896e-05 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.05225<br>0.055<br>0.054<br>0.05575<br>0.05375<br>0.05575<br>0.05725<br>0.05275<br>0.054<br>0.0485    | 0.0539           | 5.83611e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.04075<br>0.0405<br>0.03575<br>0.04375<br>0.03825<br>0.0335<br>0.0375<br>0.0365<br>0.03425<br>0.03625 | 0.0377           | 1.01083e-05 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.06625<br>0.064<br>0.06025<br>0.068<br>0.06325<br>0.06325<br>0.06375<br>0.0655<br>0.067<br>0.0645     | 0.064575         | 4.94514e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |



Таблица 8. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.03925<br>0.03375<br>0.03525<br>0.03625<br>0.03625<br>0.0335<br>0.03775<br>0.03425<br>0.03075<br>0.03725 | 0.035425         | 6.05625e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1475<br>0.14625<br>0.14425<br>0.14125<br>0.1445<br>0.14625<br>0.14875<br>0.14375<br>0.1465<br>0.1465    | 0.14555          | 4.59444e-06 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.11<br>0.104<br>0.103<br>0.10725<br>0.099<br>0.106<br>0.104<br>0.104<br>0.10425<br>0.1035                | 0.1045           | 8.26389e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0145<br>0.015<br>0.01625<br>0.016<br>0.018<br>0.018<br>0.0145<br>0.01725<br>0.01475<br>0.01375          | 0.0158           | 2.37222e-06 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.01325<br>0.013<br>0.0095<br>0.0135<br>0.01175<br>0.00975<br>0.0105<br>0.0095<br>0.00975<br>0.01175      | 0.011225         | 2.64514e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 8. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|----|--|---|------------------|-------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.03675<br>0.03425<br>0.03525<br>0.035<br>0.03525<br>0.03575<br>0.03125<br>0.03525<br>0.02975<br>0.0355 | 0.0344           | 4.73889e-06 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.015<br>0.016<br>0.01325<br>0.01425<br>0.012<br>0.013<br>0.01175<br>0.0155<br>0.01675<br>0.01675       | 0.014425         | 3.47292e-06 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.129<br>0.12825<br>0.1345<br>0.135<br>0.13225<br>0.1275<br>0.13475<br>0.12975<br>0.132<br>0.13         | 0.1313           | 7.81667e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.10125<br>0.09225<br>0.09275<br>0.09375<br>0.09525<br>0.09825<br>0.098<br>0.0995<br>0.09425<br>0.097   | 0.096225         | 9.18681e-06 |

## 4.5 Надёжность $R$

Третьим критерием, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является надёжность  $R$ . Конкретные формулы, по которым происходило подсчитывание критерия в виде ошибки по значениям целевой функции вы можете найти на сайте в описании конкретной тестовой функции: <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 9. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.02<br>0.02<br>0<br>0.01<br>0.03<br>0<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0.02          | 0.012            | 0.000106667 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.05<br>0.03<br>0.03<br>0.04<br>0.05<br>0.03<br>0.05<br>0.03<br>0.06<br>0.11 | 0.048            | 0.000595556 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.01<br>0.02<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0                | 0.006            | 4.88889e-05 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.06<br>0.03<br>0.07<br>0.08<br>0.06<br>0.06<br>0.03<br>0.05<br>0.05<br>0.06 | 0.055            | 0.00025     |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                               | 0                | 0           |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 9. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                    | 0                | 0           |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.05<br>0.03<br>0.01<br>0.05<br>0.02<br>0.06<br>0.04<br>0.02<br>0.03<br>0.01 | 0.032            | 0.000306667 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.12<br>0.12<br>0.15<br>0.17<br>0.1<br>0.06<br>0.1<br>0.17<br>0.12<br>0.11   | 0.122            | 0.00115111  |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0.04<br>0.02<br>0.02<br>0<br>0.02                | 0.011            | 0.000187778 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1<br>0.1<br>0.12<br>0.15<br>0.1<br>0.1<br>0.06<br>0.05<br>0.07<br>0.09     | 0.094            | 0.000848889 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 9. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия  |
|--------------------------------------|--|--|------------------|------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                    | 0                | 0          |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                            | 0.001            | 1e-05      |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.32<br>0.34<br>0.38<br>0.37<br>0.28<br>0.34<br>0.37<br>0.37<br>0.29<br>0.28 | 0.334            | 0.00156    |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.55<br>0.5<br>0.55<br>0.58<br>0.43<br>0.5<br>0.49<br>0.6<br>0.55<br>0.51    | 0.526            | 0.00247111 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.07<br>0.07<br>0.05<br>0.04<br>0.11<br>0.03<br>0.12<br>0.02<br>0.08<br>0.04 | 0.063            | 0.00111222 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |            |

Таблица 9. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.35<br>0.32<br>0.32<br>0.27<br>0.35<br>0.32<br>0.32<br>0.39<br>0.35<br>0.26 | 0.325            | 0.00149444  |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                    | 0                | 0           |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                              | 0.002            | 1.77778e-05 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.01<br>0.03<br>0.03<br>0.01<br>0.02<br>0.02<br>0.03<br>0<br>0.01<br>0.01    | 0.017            | 0.000112222 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.1<br>0.06<br>0.05<br>0.05<br>0.07<br>0.06<br>0.03<br>0.03<br>0.03<br>0.09  | 0.057            | 0.000601111 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 9. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0.02<br>0<br>0<br>0.01<br>0.01                | 0.006            | 4.88889e-05 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.09<br>0.09<br>0.08<br>0.07<br>0.08<br>0.07<br>0.05<br>0.09<br>0.06<br>0.07 | 0.075            | 0.000183333 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                    | 0                | 0           |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                    | 0                | 0           |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.04<br>0.04<br>0.04<br>0.04<br>0.02<br>0.03<br>0.06<br>0.04<br>0.02<br>0.03 | 0.036            | 0.000137778 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 9. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.16<br>0.12<br>0.11<br>0.14<br>0.13<br>0.21<br>0.12<br>0.08<br>0.2<br>0.13 | 0.14             | 0.0016      |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0.01<br>0.03<br>0<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0.02<br>0.01<br>0.03         | 0.012            | 0.000128889 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.11<br>0.08<br>0.1<br>0.15<br>0.1<br>0.13<br>0.16<br>0.08<br>0.05<br>0.03  | 0.099            | 0.00169889  |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                              | 0                | 0           |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                           | 0.001            | 1e-05       |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |



Таблица 9. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.43<br>0.43<br>0.47<br>0.51<br>0.49<br>0.38<br>0.5<br>0.4<br>0.46<br>0.34   | 0.441            | 0.00307667  |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.54<br>0.53<br>0.51<br>0.5<br>0.56<br>0.61<br>0.44<br>0.59<br>0.56<br>0.65  | 0.549            | 0.00356556  |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.04<br>0.09<br>0.09<br>0.06<br>0.11<br>0.09<br>0.08<br>0.07<br>0.08<br>0.09 | 0.08             | 0.000377778 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.34<br>0.44<br>0.42<br>0.49<br>0.45<br>0.41<br>0.51<br>0.38<br>0.44<br>0.48 | 0.436            | 0.00264889  |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                               | 0                | 0           |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 9. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0                            | 0.001            | 1e-05       |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.03<br>0.02<br>0.01<br>0.01<br>0.03<br>0.03<br>0.04<br>0.02<br>0.01<br>0.01 | 0.021            | 0.000121111 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.1<br>0.07<br>0.13<br>0.08<br>0.12<br>0.07<br>0.08<br>0.1<br>0.1<br>0.13    | 0.098            | 0.000528889 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.02<br>0<br>0<br>0.01<br>0.02<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0             | 0.008            | 6.22222e-05 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.13<br>0.1<br>0.11<br>0.09<br>0.05<br>0.1<br>0.08<br>0.13<br>0.15<br>0.11   | 0.105            | 0.000805556 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 9. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                  | 0                | 0           |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                  | 0                | 0           |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.1<br>0.05<br>0.07<br>0.1<br>0.08<br>0.03<br>0.03<br>0.07<br>0.07<br>0.08 | 0.068            | 0.000617778 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.09<br>0.17<br>0.18<br>0.1<br>0.1<br>0.24<br>0.13<br>0.24<br>0.25<br>0.17 | 0.167            | 0.00377889  |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.01<br>0.03<br>0.05<br>0.03<br>0<br>0.04<br>0.02<br>0.01<br>0.03<br>0.01  | 0.023            | 0.000245556 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 9. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1<br>0.17<br>0.21<br>0.14<br>0.11<br>0.22<br>0.14<br>0.23<br>0.21<br>0.14 | 0.167            | 0.00226778  |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                   | 0                | 0           |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                | 0.001            | 1e-05       |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.54<br>0.54<br>0.47<br>0.49<br>0.5<br>0.5<br>0.53<br>0.48<br>0.52<br>0.55  | 0.512            | 0.000773333 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.57<br>0.6<br>0.67<br>0.57<br>0.61<br>0.67<br>0.66<br>0.63<br>0.68<br>0.62 | 0.628            | 0.00168444  |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 9. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 40)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия  |
|----|--|--|------------------|------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.15<br>0.12<br>0.16<br>0.19<br>0.11<br>0.12<br>0.19<br>0.15<br>0.25<br>0.13 | 0.157            | 0.00184556 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.5<br>0.47<br>0.56<br>0.51<br>0.59<br>0.56<br>0.56<br>0.5<br>0.47<br>0.42   | 0.514            | 0.00280444 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                               | 0                | 0          |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                               | 0                | 0          |

## 5 Исследование эффективности алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

В данной работе, автором проведено исследование алгоритма «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках». Ниже приведена информация об этом исследовании.

### 5.1 Информация об исследовании

|   |  |
|---|--|
| <b>Автор исследования:</b>  | Сергиенко Антон Борисович.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 27.01.2014 23:00:30.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 27.01.2014 23:00:30.   |
| <b>Идентификатор алгоритма:</b>   | MHL_StandartBinaryGeneticAlgorithm.                                      |
| <b>Полное название алгоритма:</b>   | Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках. |
| <b>Идентификатор исследуемой тестовой функции:</b>                                      | MHL_TestFunction_SumVector.  |
| <b>Полное название тестовой функции:</b>  | Сумма всех элементов бинарного вектора.                                  |
| <b>Размерность тестовой функции:</b>  | 50   |
| <b>Количество измерений для каждого варианта настроек алгоритма:</b>                    | 10   |
| <b>Количество запусков алгоритма в каждом из экспериментов:</b>                         | 100  |
| <b>Максимальное допустимое число вычислений целевой функции:</b>                        | 784  |
| <b>Количество проверяемых параметров алгоритма оптимизации:</b>                         | 4  |
| <b>Количество комбинаций вариантов настроек:</b>  | 54   |
| <b>Общий объем максимального числа вычислений целевой функции во всем исследовании:</b> | 42336000   |

Информацию о исследуемой функции можно найти по адресу:

<https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>

Информацию о исследуемом алгоритме оптимизации можно найти по адресу:

<https://github.com/Harrix/HarrixOptimizationAlgorithms>

## 5.2 Параметры алгоритма оптимизации

Исследуемый алгоритм оптимизации проверялся по эффективности по некоторому конечному множеству возможных настроек алгоритма. Как написано выше, всего возможных параметров алгоритма было 4 штук. В формуле 16 показано множество проверяемых параметров алгоритма.

$$Parameters = \begin{pmatrix} \text{Тип селекции} \\ \text{Тип скрещивания} \\ \text{Тип мутации} \\ \text{Тип формирования нового поколения} \end{pmatrix}. \quad (16)$$

Теперь рассмотрим, какие значения может принимать каждый из параметров.

$$Parameters^1 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Пропорциональная селекция} \\ \text{Ранговая селекция} \\ \text{Турнирная селекция} \end{array} \right\}. \quad (17)$$

$$Parameters^2 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Одноточечное скрещивание} \\ \text{Двухточечное скрещивание} \\ \text{Равномерное скрещивание} \end{array} \right\}. \quad (18)$$

$$Parameters^3 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Слабая мутация} \\ \text{Средняя мутация} \\ \text{Сильная мутация} \end{array} \right\}. \quad (19)$$

$$Parameters^4 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Только потомки} \\ \text{Только потомки и копия лучшего индивида} \end{array} \right\}. \quad (20)$$

## 5.3 Ошибка по входным параметрам $E_x$

Одним из критериев, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является ошибка по входным параметрам  $E_x$ . В результате проделанных экспериментов были получены следующие данные, представленные ниже в таблице. <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 10. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0824<br>0.085<br>0.0882<br>0.0834<br>0.0812<br>0.089<br>0.083<br>0.0786<br>0.0868<br>0.0884   | 0.0846           | 1.20178e-05 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0632<br>0.069<br>0.065<br>0.0638<br>0.0634<br>0.0652<br>0.0668<br>0.0624<br>0.0628<br>0.0608  | 0.06424          | 5.55378e-06 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0904<br>0.09<br>0.095<br>0.0938<br>0.0872<br>0.0858<br>0.0922<br>0.0902<br>0.0884<br>0.0898   | 0.09028          | 7.97511e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.062<br>0.0544<br>0.057<br>0.0558<br>0.0596<br>0.0588<br>0.0568<br>0.0576<br>0.056<br>0.0556   | 0.05736          | 5.02933e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1634<br>0.1628<br>0.1644<br>0.1644<br>0.162<br>0.1606<br>0.1602<br>0.1678<br>0.1588<br>0.1682 | 0.16326          | 9.52933e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |



Таблица 10. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1202<br>0.1202<br>0.1222<br>0.1206<br>0.1168<br>0.1148<br>0.1132<br>0.1198<br>0.1154<br>0.116  | 0.11792          | 9.19289e-06 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.065<br>0.0702<br>0.068<br>0.062<br>0.069<br>0.0684<br>0.069<br>0.0676<br>0.0726<br>0.0722      | 0.0684           | 9.92889e-06 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0468<br>0.043<br>0.047<br>0.048<br>0.0562<br>0.0532<br>0.0506<br>0.0536<br>0.053<br>0.0508     | 0.05022          | 1.59329e-05 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0812<br>0.0804<br>0.0832<br>0.0784<br>0.0828<br>0.0818<br>0.08<br>0.0844<br>0.0854<br>0.083    | 0.08206          | 4.50711e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0484<br>0.0508<br>0.0468<br>0.0498<br>0.0498<br>0.0446<br>0.0472<br>0.0502<br>0.0484<br>0.0496 | 0.04856          | 3.616e-06   |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 10. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1632<br>0.1586<br>0.1566<br>0.1552<br>0.1538<br>0.1588<br>0.162<br>0.1578<br>0.161<br>0.1582 | 0.15852          | 8.65067e-06 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.114<br>0.114<br>0.1148<br>0.1122<br>0.118<br>0.1146<br>0.1146<br>0.1172<br>0.1188<br>0.1112  | 0.11494          | 5.876e-06   |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0216<br>0.0246<br>0.0196<br>0.0218<br>0.0256<br>0.0246<br>0.025<br>0.0222<br>0.021<br>0.0246 | 0.02306          | 4.22267e-06 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0172<br>0.013<br>0.0126<br>0.0152<br>0.0174<br>0.0166<br>0.0156<br>0.0134<br>0.015<br>0.0146 | 0.01506          | 2.88933e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.0494<br>0.0492<br>0.0508<br>0.0484<br>0.051<br>0.0496<br>0.0514<br>0.0496<br>0.05<br>0.0498  | 0.04992          | 8.28444e-07 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 10. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0272<br>0.0212<br>0.0224<br>0.019<br>0.0252<br>0.0236<br>0.0224<br>0.0238<br>0.0222<br>0.0248 | 0.02318          | 5.22178e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1418<br>0.1434<br>0.1452<br>0.1428<br>0.1432<br>0.149<br>0.148<br>0.1438<br>0.1408<br>0.1522  | 0.14502          | 1.29818e-05 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.103<br>0.109<br>0.1078<br>0.1072<br>0.1076<br>0.1022<br>0.106<br>0.1052<br>0.1076<br>0.1088   | 0.10644          | 5.42044e-06 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.0762<br>0.0764<br>0.0796<br>0.0848<br>0.076<br>0.0828<br>0.0864<br>0.0774<br>0.0812<br>0.0782 | 0.0799           | 1.40822e-05 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.059<br>0.0588<br>0.0576<br>0.0536<br>0.0552<br>0.0594<br>0.0592<br>0.055<br>0.0552<br>0.0574  | 0.05704          | 4.48711e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 10. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.084<br>0.0822<br>0.0806<br>0.0832<br>0.0828<br>0.0796<br>0.0798<br>0.0796<br>0.0762<br>0.0794 | 0.08074          | 5.44044e-06 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0528<br>0.0516<br>0.0518<br>0.051<br>0.049<br>0.0524<br>0.0518<br>0.049<br>0.0474<br>0.052    | 0.05088          | 3.184e-06   |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1568<br>0.155<br>0.1582<br>0.158<br>0.1592<br>0.1588<br>0.1572<br>0.1534<br>0.1602<br>0.1548  | 0.15716          | 4.70933e-06 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1156<br>0.1152<br>0.1192<br>0.1196<br>0.1222<br>0.117<br>0.1144<br>0.1192<br>0.1168<br>0.1144 | 0.11736          | 6.77156e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0614<br>0.0598<br>0.0598<br>0.0608<br>0.0636<br>0.0582<br>0.0602<br>0.0654<br>0.064<br>0.0598 | 0.0613           | 5.24667e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 10. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0418<br>0.0442<br>0.0474<br>0.0456<br>0.0428<br>0.0414<br>0.042<br>0.0434<br>0.0444<br>0.0432  | 0.04362          | 3.43511e-06 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0758<br>0.0656<br>0.0698<br>0.0744<br>0.0724<br>0.0702<br>0.0732<br>0.0774<br>0.0736<br>0.0706 | 0.0723           | 1.15133e-05 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0396<br>0.0418<br>0.044<br>0.04<br>0.037<br>0.0464<br>0.0446<br>0.0424<br>0.038<br>0.0412      | 0.0415           | 8.80222e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.148<br>0.1538<br>0.155<br>0.1544<br>0.1514<br>0.1496<br>0.1538<br>0.1556<br>0.1514<br>0.1554   | 0.15284          | 6.79822e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1166<br>0.1096<br>0.1098<br>0.11<br>0.1122<br>0.1124<br>0.114<br>0.1126<br>0.1184<br>0.1142    | 0.11298          | 8.50178e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 10. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0144<br>0.0154<br>0.016<br>0.018<br>0.014<br>0.019<br>0.0132<br>0.0164<br>0.0202<br>0.0156     | 0.01622          | 5.02622e-06 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.013<br>0.011<br>0.0126<br>0.015<br>0.0126<br>0.011<br>0.014<br>0.0128<br>0.0126<br>0.0092      | 0.01238          | 2.67956e-06 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0408<br>0.038<br>0.0396<br>0.0374<br>0.0398<br>0.0372<br>0.036<br>0.038<br>0.0368<br>0.04      | 0.03836          | 2.53156e-06 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0156<br>0.0138<br>0.0136<br>0.0138<br>0.0148<br>0.0154<br>0.0154<br>0.0148<br>0.0162<br>0.0152 | 0.01486          | 7.64889e-07 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1362<br>0.1378<br>0.1358<br>0.1344<br>0.134<br>0.1402<br>0.1346<br>0.1358<br>0.1398<br>0.1384  | 0.1367           | 4.98e-06    |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 10. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0976<br>0.1016<br>0.104<br>0.1006<br>0.1004<br>0.0986<br>0.098<br>0.1022<br>0.1038<br>0.0992   | 0.1006           | 5.23556e-06 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.068<br>0.0748<br>0.0722<br>0.0672<br>0.0718<br>0.072<br>0.073<br>0.07<br>0.0668<br>0.071       | 0.07068          | 6.95289e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0464<br>0.0564<br>0.0526<br>0.0516<br>0.0502<br>0.0586<br>0.0492<br>0.0484<br>0.0554<br>0.0508 | 0.05196          | 1.46471e-05 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0736<br>0.0736<br>0.079<br>0.074<br>0.072<br>0.071<br>0.073<br>0.0776<br>0.0754<br>0.0778      | 0.0747           | 7.08667e-06 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0446<br>0.0434<br>0.0434<br>0.045<br>0.0448<br>0.043<br>0.0438<br>0.045<br>0.0426<br>0.0442    | 0.04398          | 7.50667e-07 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 10. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1486<br>0.1474<br>0.1504<br>0.1462<br>0.1486<br>0.1464<br>0.1506<br>0.149<br>0.152<br>0.1496   | 0.14888          | 3.46844e-06 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1112<br>0.1072<br>0.1084<br>0.1134<br>0.1084<br>0.1132<br>0.1102<br>0.11<br>0.11<br>0.1052     | 0.10972          | 6.49956e-06 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0502<br>0.0536<br>0.0514<br>0.049<br>0.0536<br>0.0556<br>0.0524<br>0.0556<br>0.05<br>0.0514    | 0.05228          | 5.264e-06   |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0414<br>0.0386<br>0.0412<br>0.038<br>0.0376<br>0.0378<br>0.0426<br>0.0362<br>0.0406<br>0.0364  | 0.03904          | 5.02933e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0646<br>0.0608<br>0.0626<br>0.0596<br>0.0604<br>0.0648<br>0.0638<br>0.0638<br>0.0644<br>0.0648 | 0.06296          | 3.95378e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |



Таблица 10. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0362<br>0.0372<br>0.0368<br>0.0362<br>0.0332<br>0.0332<br>0.0372<br>0.036<br>0.0388<br>0.034   | 0.03588          | 3.44178e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1476<br>0.1496<br>0.1438<br>0.1452<br>0.1476<br>0.1494<br>0.1452<br>0.147<br>0.1416<br>0.1426  | 0.14596          | 7.51822e-06 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.105<br>0.1064<br>0.1074<br>0.1054<br>0.111<br>0.1068<br>0.1076<br>0.1078<br>0.107<br>0.1038    | 0.10682          | 3.78178e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0128<br>0.0136<br>0.0138<br>0.0112<br>0.0134<br>0.0128<br>0.0124<br>0.0118<br>0.0118<br>0.0098 | 0.01234          | 1.51156e-06 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0092<br>0.0084<br>0.0076<br>0.0098<br>0.0102<br>0.0094<br>0.0102<br>0.01<br>0.0086<br>0.0106   | 0.0094           | 9.06667e-07 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 10. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|----|--|--|------------------|-------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0282<br>0.0292<br>0.0306<br>0.0294<br>0.0318<br>0.0312<br>0.0296<br>0.034<br>0.0304<br>0.0306  | 0.0305           | 2.60667e-06 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0106<br>0.0112<br>0.0084<br>0.0118<br>0.012<br>0.0106<br>0.0106<br>0.0114<br>0.0132<br>0.0138  | 0.01136          | 2.27378e-06 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1288<br>0.1306<br>0.1308<br>0.1248<br>0.1296<br>0.1288<br>0.1296<br>0.1302<br>0.1264<br>0.1276 | 0.12872          | 3.73511e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.093<br>0.0954<br>0.0926<br>0.0974<br>0.0966<br>0.0944<br>0.0922<br>0.0904<br>0.092<br>0.0926   | 0.09366          | 4.93378e-06 |

#### 5.4 Ошибка по значениям целевой функции $E_y$

Другим критерием, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является ошибка по значениям целевой функции  $E_y$ . Конкретные формулы, по которым происходило подсчитывание критерия в виде ошибки по значениям целевой функции вы можете найти на сайте в описании конкретной тестовой функции: <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 11. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0824<br>0.085<br>0.0882<br>0.0834<br>0.0812<br>0.089<br>0.083<br>0.0786<br>0.0868<br>0.0884   | 0.0846           | 1.20178e-05 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0632<br>0.069<br>0.065<br>0.0638<br>0.0634<br>0.0652<br>0.0668<br>0.0624<br>0.0628<br>0.0608  | 0.06424          | 5.55378e-06 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0904<br>0.09<br>0.095<br>0.0938<br>0.0872<br>0.0858<br>0.0922<br>0.0902<br>0.0884<br>0.0898   | 0.09028          | 7.97511e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.062<br>0.0544<br>0.057<br>0.0558<br>0.0596<br>0.0588<br>0.0568<br>0.0576<br>0.056<br>0.0556   | 0.05736          | 5.02933e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1634<br>0.1628<br>0.1644<br>0.1644<br>0.162<br>0.1606<br>0.1602<br>0.1678<br>0.1588<br>0.1682 | 0.16326          | 9.52933e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 11. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1202<br>0.1202<br>0.1222<br>0.1206<br>0.1168<br>0.1148<br>0.1132<br>0.1198<br>0.1154<br>0.116  | 0.11792          | 9.19289e-06 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.065<br>0.0702<br>0.068<br>0.062<br>0.069<br>0.0684<br>0.069<br>0.0676<br>0.0726<br>0.0722      | 0.0684           | 9.92889e-06 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0468<br>0.043<br>0.047<br>0.048<br>0.0562<br>0.0532<br>0.0506<br>0.0536<br>0.053<br>0.0508     | 0.05022          | 1.59329e-05 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0812<br>0.0804<br>0.0832<br>0.0784<br>0.0828<br>0.0818<br>0.08<br>0.0844<br>0.0854<br>0.083    | 0.08206          | 4.50711e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0484<br>0.0508<br>0.0468<br>0.0498<br>0.0498<br>0.0446<br>0.0472<br>0.0502<br>0.0484<br>0.0496 | 0.04856          | 3.616e-06   |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 11. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1632<br>0.1586<br>0.1566<br>0.1552<br>0.1538<br>0.1588<br>0.162<br>0.1578<br>0.161<br>0.1582 | 0.15852          | 8.65067e-06 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.114<br>0.114<br>0.1148<br>0.1122<br>0.118<br>0.1146<br>0.1146<br>0.1172<br>0.1188<br>0.1112  | 0.11494          | 5.876e-06   |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0216<br>0.0246<br>0.0196<br>0.0218<br>0.0256<br>0.0246<br>0.025<br>0.0222<br>0.021<br>0.0246 | 0.02306          | 4.22267e-06 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0172<br>0.013<br>0.0126<br>0.0152<br>0.0174<br>0.0166<br>0.0156<br>0.0134<br>0.015<br>0.0146 | 0.01506          | 2.88933e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.0494<br>0.0492<br>0.0508<br>0.0484<br>0.051<br>0.0496<br>0.0514<br>0.0496<br>0.05<br>0.0498  | 0.04992          | 8.28444e-07 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 11. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0272<br>0.0212<br>0.0224<br>0.019<br>0.0252<br>0.0236<br>0.0224<br>0.0238<br>0.0222<br>0.0248 | 0.02318          | 5.22178e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1418<br>0.1434<br>0.1452<br>0.1428<br>0.1432<br>0.149<br>0.148<br>0.1438<br>0.1408<br>0.1522  | 0.14502          | 1.29818e-05 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.103<br>0.109<br>0.1078<br>0.1072<br>0.1076<br>0.1022<br>0.106<br>0.1052<br>0.1076<br>0.1088   | 0.10644          | 5.42044e-06 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.0762<br>0.0764<br>0.0796<br>0.0848<br>0.076<br>0.0828<br>0.0864<br>0.0774<br>0.0812<br>0.0782 | 0.0799           | 1.40822e-05 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.059<br>0.0588<br>0.0576<br>0.0536<br>0.0552<br>0.0594<br>0.0592<br>0.055<br>0.0552<br>0.0574  | 0.05704          | 4.48711e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 11. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.084<br>0.0822<br>0.0806<br>0.0832<br>0.0828<br>0.0796<br>0.0798<br>0.0796<br>0.0762<br>0.0794 | 0.08074          | 5.44044e-06 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0528<br>0.0516<br>0.0518<br>0.051<br>0.049<br>0.0524<br>0.0518<br>0.049<br>0.0474<br>0.052    | 0.05088          | 3.184e-06   |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1568<br>0.155<br>0.1582<br>0.158<br>0.1592<br>0.1588<br>0.1572<br>0.1534<br>0.1602<br>0.1548  | 0.15716          | 4.70933e-06 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1156<br>0.1152<br>0.1192<br>0.1196<br>0.1222<br>0.117<br>0.1144<br>0.1192<br>0.1168<br>0.1144 | 0.11736          | 6.77156e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0614<br>0.0598<br>0.0598<br>0.0608<br>0.0636<br>0.0582<br>0.0602<br>0.0654<br>0.064<br>0.0598 | 0.0613           | 5.24667e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 11. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0418<br>0.0442<br>0.0474<br>0.0456<br>0.0428<br>0.0414<br>0.042<br>0.0434<br>0.0444<br>0.0432  | 0.04362          | 3.43511e-06 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0758<br>0.0656<br>0.0698<br>0.0744<br>0.0724<br>0.0702<br>0.0732<br>0.0774<br>0.0736<br>0.0706 | 0.0723           | 1.15133e-05 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0396<br>0.0418<br>0.044<br>0.04<br>0.037<br>0.0464<br>0.0446<br>0.0424<br>0.038<br>0.0412      | 0.0415           | 8.80222e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.148<br>0.1538<br>0.155<br>0.1544<br>0.1514<br>0.1496<br>0.1538<br>0.1556<br>0.1514<br>0.1554   | 0.15284          | 6.79822e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1166<br>0.1096<br>0.1098<br>0.11<br>0.1122<br>0.1124<br>0.114<br>0.1126<br>0.1184<br>0.1142    | 0.11298          | 8.50178e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |



Таблица 11. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0144<br>0.0154<br>0.016<br>0.018<br>0.014<br>0.019<br>0.0132<br>0.0164<br>0.0202<br>0.0156     | 0.01622          | 5.02622e-06 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.013<br>0.011<br>0.0126<br>0.015<br>0.0126<br>0.011<br>0.014<br>0.0128<br>0.0126<br>0.0092      | 0.01238          | 2.67956e-06 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0408<br>0.038<br>0.0396<br>0.0374<br>0.0398<br>0.0372<br>0.036<br>0.038<br>0.0368<br>0.04      | 0.03836          | 2.53156e-06 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0156<br>0.0138<br>0.0136<br>0.0138<br>0.0148<br>0.0154<br>0.0154<br>0.0148<br>0.0162<br>0.0152 | 0.01486          | 7.64889e-07 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1362<br>0.1378<br>0.1358<br>0.1344<br>0.134<br>0.1402<br>0.1346<br>0.1358<br>0.1398<br>0.1384  | 0.1367           | 4.98e-06    |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 11. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0976<br>0.1016<br>0.104<br>0.1006<br>0.1004<br>0.0986<br>0.098<br>0.1022<br>0.1038<br>0.0992   | 0.1006           | 5.23556e-06 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.068<br>0.0748<br>0.0722<br>0.0672<br>0.0718<br>0.072<br>0.073<br>0.07<br>0.0668<br>0.071       | 0.07068          | 6.95289e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0464<br>0.0564<br>0.0526<br>0.0516<br>0.0502<br>0.0586<br>0.0492<br>0.0484<br>0.0554<br>0.0508 | 0.05196          | 1.46471e-05 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0736<br>0.0736<br>0.079<br>0.074<br>0.072<br>0.071<br>0.073<br>0.0776<br>0.0754<br>0.0778      | 0.0747           | 7.08667e-06 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0446<br>0.0434<br>0.0434<br>0.045<br>0.0448<br>0.043<br>0.0438<br>0.045<br>0.0426<br>0.0442    | 0.04398          | 7.50667e-07 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 11. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1486<br>0.1474<br>0.1504<br>0.1462<br>0.1486<br>0.1464<br>0.1506<br>0.149<br>0.152<br>0.1496   | 0.14888          | 3.46844e-06 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1112<br>0.1072<br>0.1084<br>0.1134<br>0.1084<br>0.1132<br>0.1102<br>0.11<br>0.11<br>0.1052     | 0.10972          | 6.49956e-06 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0502<br>0.0536<br>0.0514<br>0.049<br>0.0536<br>0.0556<br>0.0524<br>0.0556<br>0.05<br>0.0514    | 0.05228          | 5.264e-06   |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0414<br>0.0386<br>0.0412<br>0.038<br>0.0376<br>0.0378<br>0.0426<br>0.0362<br>0.0406<br>0.0364  | 0.03904          | 5.02933e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0646<br>0.0608<br>0.0626<br>0.0596<br>0.0604<br>0.0648<br>0.0638<br>0.0638<br>0.0644<br>0.0648 | 0.06296          | 3.95378e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 11. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0362<br>0.0372<br>0.0368<br>0.0362<br>0.0332<br>0.0332<br>0.0372<br>0.036<br>0.0388<br>0.034   | 0.03588          | 3.44178e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1476<br>0.1496<br>0.1438<br>0.1452<br>0.1476<br>0.1494<br>0.1452<br>0.147<br>0.1416<br>0.1426  | 0.14596          | 7.51822e-06 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.105<br>0.1064<br>0.1074<br>0.1054<br>0.111<br>0.1068<br>0.1076<br>0.1078<br>0.107<br>0.1038    | 0.10682          | 3.78178e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0128<br>0.0136<br>0.0138<br>0.0112<br>0.0134<br>0.0128<br>0.0124<br>0.0118<br>0.0118<br>0.0098 | 0.01234          | 1.51156e-06 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0092<br>0.0084<br>0.0076<br>0.0098<br>0.0102<br>0.0094<br>0.0102<br>0.01<br>0.0086<br>0.0106   | 0.0094           | 9.06667e-07 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 11. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|----|--|--|------------------|-------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0282<br>0.0292<br>0.0306<br>0.0294<br>0.0318<br>0.0312<br>0.0296<br>0.034<br>0.0304<br>0.0306  | 0.0305           | 2.60667e-06 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0106<br>0.0112<br>0.0084<br>0.0118<br>0.012<br>0.0106<br>0.0106<br>0.0114<br>0.0132<br>0.0138  | 0.01136          | 2.27378e-06 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1288<br>0.1306<br>0.1308<br>0.1248<br>0.1296<br>0.1288<br>0.1296<br>0.1302<br>0.1264<br>0.1276 | 0.12872          | 3.73511e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.093<br>0.0954<br>0.0926<br>0.0974<br>0.0966<br>0.0944<br>0.0922<br>0.0904<br>0.092<br>0.0926   | 0.09366          | 4.93378e-06 |

## 5.5 Надёжность $R$

Третьим критерием, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является надёжность  $R$ . Конкретные формулы, по которым происходило подсчитывание критерия в виде ошибки по значениям целевой функции вы можете найти на сайте в описании конкретной тестовой функции: <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 12. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0                                   | 0.002            | 1.77778e-05 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.01<br>0.01<br>0.03<br>0.04<br>0.01<br>0<br>0.02<br>0.01<br>0.02<br>0.03    | 0.018            | 0.000151111 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0.01                              | 0.002            | 1.77778e-05 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.02<br>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0.02<br>0.02<br>0.01<br>0.03<br>0.03 | 0.017            | 6.77778e-05 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                    | 0                | 0           |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 12. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                    | 0                | 0           |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.01<br>0<br>0.02<br>0.01<br>0.02<br>0<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0.02          | 0.01             | 6.66667e-05 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.04<br>0.04<br>0.06<br>0.04<br>0.05<br>0.01<br>0.04<br>0.01<br>0.03<br>0.05 | 0.037            | 0.000267778 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0                            | 0.001            | 1e-05       |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.11<br>0.01<br>0.04<br>0.04<br>0.01<br>0.05<br>0.03<br>0.06<br>0.04<br>0.06 | 0.045            | 0.000827778 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 12. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                    | 0                | 0           |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                    | 0                | 0           |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.25<br>0.28<br>0.36<br>0.34<br>0.26<br>0.3<br>0.27<br>0.26<br>0.36<br>0.24  | 0.292            | 0.00208444  |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.44<br>0.52<br>0.56<br>0.42<br>0.36<br>0.44<br>0.39<br>0.52<br>0.46<br>0.45 | 0.456            | 0.00382667  |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.03<br>0.06<br>0.02<br>0.04<br>0.02<br>0.06<br>0.03<br>0.03<br>0<br>0.03    | 0.032            | 0.000328889 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |



Таблица 12. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.21<br>0.27<br>0.31<br>0.34<br>0.17<br>0.26<br>0.3<br>0.21<br>0.31<br>0.2 | 0.258            | 0.00330667  |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                  | 0                | 0           |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                  | 0                | 0           |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                  | 0                | 0           |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.01<br>0<br>0.01<br>0.02<br>0.04<br>0.02<br>0.05<br>0.03<br>0.01<br>0     | 0.019            | 0.000276667 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 12. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0                   | 0.003            | 2.33333e-05 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0.03<br>0.01<br>0.04<br>0.05<br>0.03<br>0.01<br>0.02<br>0.05<br>0.01 | 0.025            | 0.000316667 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                            | 0                | 0           |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                         | 0.001            | 1e-05       |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.01<br>0.04<br>0.03<br>0.03<br>0.01<br>0.03<br>0.01<br>0.04<br>0.03<br>0 | 0.023            | 0.000201111 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 12. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.06<br>0.07<br>0.06<br>0.06<br>0.08<br>0.09<br>0.08<br>0.07<br>0.08<br>0.08 | 0.073            | 0.000112222 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.01<br>0.02<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0.01                   | 0.005            | 5e-05       |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1<br>0.07<br>0.05<br>0.07<br>0.1<br>0.04<br>0.05<br>0.09<br>0.07<br>0.1    | 0.074            | 0.000515556 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                               | 0                | 0           |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                               | 0                | 0           |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 12. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.45<br>0.44<br>0.46<br>0.34<br>0.48<br>0.34<br>0.48<br>0.4<br>0.4<br>0.44   | 0.423            | 0.00266778  |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.52<br>0.59<br>0.51<br>0.44<br>0.52<br>0.55<br>0.5<br>0.49<br>0.54<br>0.62  | 0.528            | 0.00259556  |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.06<br>0.09<br>0.07<br>0.03<br>0.05<br>0.07<br>0.09<br>0.06<br>0.05<br>0.06 | 0.063            | 0.000334444 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.38<br>0.45<br>0.52<br>0.46<br>0.45<br>0.45<br>0.45<br>0.46<br>0.41<br>0.38 | 0.441            | 0.00174333  |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                               | 0                | 0           |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 12. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида   | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                    | 0                | 0           |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                           | 0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0.04<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0.02                | 0.009            | 0.000165556 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0.03<br>0.04<br>0.02<br>0.06<br>0.01<br>0.02<br>0.03<br>0.04<br>0.03<br>0.05 | 0.033            | 0.000223333 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0<br>0<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0<br>0                   | 0.004            | 2.66667e-05 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.05<br>0.05<br>0.07<br>0.05<br>0.03<br>0.05<br>0.02<br>0.02<br>0.07<br>0.08 | 0.049            | 0.000432222 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 12. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                   | 0                | 0           |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                   | 0                | 0           |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.05<br>0<br>0.06<br>0.05<br>0.04<br>0.03<br>0.05<br>0.01<br>0.03<br>0.03   | 0.035            | 0.000361111 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.09<br>0.12<br>0.1<br>0.12<br>0.09<br>0.11<br>0.08<br>0.15<br>0.09<br>0.14 | 0.109            | 0.000543333 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0.04<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0.02         | 0.011            | 0.000143333 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 12. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.11<br>0.1<br>0.05<br>0.1<br>0.1<br>0.12<br>0.09<br>0.08<br>0.09<br>0.09   | 0.093            | 0.000356667 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                   | 0                | 0           |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                   | 0                | 0           |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.52<br>0.51<br>0.48<br>0.51<br>0.47<br>0.5<br>0.53<br>0.52<br>0.55<br>0.56 | 0.515            | 0.000783333 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.63<br>0.64<br>0.66<br>0.62<br>0.61<br>0.6<br>0.57<br>0.6<br>0.67<br>0.55  | 0.615            | 0.00140556  |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 12. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 50)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия  |
|----|--|--|------------------|------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.17<br>0.13<br>0.16<br>0.13<br>0.1<br>0.14<br>0.12<br>0.11<br>0.1<br>0.16   | 0.132            | 0.00064    |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.57<br>0.52<br>0.64<br>0.51<br>0.52<br>0.56<br>0.52<br>0.48<br>0.51<br>0.49 | 0.532            | 0.00219556 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                               | 0                | 0          |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01                            | 0.001            | 1e-05      |



## 6 Исследование эффективности алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

В данной работе, автором проведено исследование алгоритма «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках». Ниже приведена информация об этом исследовании.

### 6.1 Информация об исследовании

|   |  |
|---|--|
| <b>Автор исследования:</b>  | Сергиенко Антон Борисович.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 27.01.2014 23:03:45.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 27.01.2014 23:03:45.   |
| <b>Идентификатор алгоритма:</b>   | MHL_StandartBinaryGeneticAlgorithm.                                      |
| <b>Полное название алгоритма:</b>   | Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках. |
| <b>Идентификатор исследуемой тестовой функции:</b>                                      | MHL_TestFunction_SumVector.  |
| <b>Полное название тестовой функции:</b>  | Сумма всех элементов бинарного вектора.                                  |
| <b>Размерность тестовой функции:</b>  | 60   |
| <b>Количество измерений для каждого варианта настроек алгоритма:</b>                    | 10   |
| <b>Количество запусков алгоритма в каждом из экспериментов:</b>                         | 100  |
| <b>Максимальное допустимое число вычислений целевой функции:</b>                        | 1024   |
| <b>Количество проверяемых параметров алгоритма оптимизации:</b>                         | 4  |
| <b>Количество комбинаций вариантов настроек:</b>  | 54   |
| <b>Общий объем максимального числа вычислений целевой функции во всем исследовании:</b> | 55296000   |

Информацию о исследуемой функции можно найти по адресу:

<https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>

Информацию о исследуемом алгоритме оптимизации можно найти по адресу:

<https://github.com/Harrix/HarrixOptimizationAlgorithms>

## 6.2 Параметры алгоритма оптимизации

Исследуемый алгоритм оптимизации проверялся по эффективности по некоторому конечному множеству возможных настроек алгоритма. Как написано выше, всего возможных параметров алгоритма было 4 штук. В формуле 21 показано множество проверяемых параметров алгоритма.

$$Parameters = \begin{pmatrix} \text{Тип селекции} \\ \text{Тип скрещивания} \\ \text{Тип мутации} \\ \text{Тип формирования нового поколения} \end{pmatrix}. \quad (21)$$

Теперь рассмотрим, какие значения может принимать каждый из параметров.

$$Parameters^1 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Пропорциональная селекция} \\ \text{Ранговая селекция} \\ \text{Турнирная селекция} \end{array} \right\}. \quad (22)$$

$$Parameters^2 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Одноточечное скрещивание} \\ \text{Двухточечное скрещивание} \\ \text{Равномерное скрещивание} \end{array} \right\}. \quad (23)$$

$$Parameters^3 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Слабая мутация} \\ \text{Средняя мутация} \\ \text{Сильная мутация} \end{array} \right\}. \quad (24)$$

$$Parameters^4 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Только потомки} \\ \text{Только потомки и копия лучшего индивида} \end{array} \right\}. \quad (25)$$

## 6.3 Ошибка по входным параметрам $E_x$

Одним из критериев, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является ошибка по входным параметрам  $E_x$ . В результате проделанных экспериментов были получены следующие данные, представленные ниже в таблице. <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 13. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.087<br>0.0873333<br>0.089<br>0.0871667<br>0.0851667<br>0.0848333<br>0.089<br>0.0868333<br>0.0856667<br>0.0863333         | 0.0868333        | 2.01851e-06 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0661667<br>0.0708333<br>0.0628333<br>0.0653333<br>0.0706667<br>0.0626667<br>0.0686667<br>0.066<br>0.068<br>0.0661667     | 0.0667333        | 8.0568e-06  |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.091<br>0.0876667<br>0.0896667<br>0.0935<br>0.0905<br>0.0906667<br>0.0913333<br>0.0918333<br>0.0955<br>0.0936667          | 0.0915333        | 4.98021e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0578333<br>0.0583333<br>0.0596667<br>0.0601667<br>0.0596667<br>0.0648333<br>0.0591667<br>0.0631667<br>0.0606667<br>0.058 | 0.06015          | 5.1139e-06  |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.163667<br>0.165167<br>0.165167<br>0.160667<br>0.166833<br>0.165833<br>0.1655<br>0.170167<br>0.165<br>0.163333            | 0.165133         | 6.02335e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 13. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.123<br>0.122833<br>0.118833<br>0.1215<br>0.125<br>0.117667<br>0.1225<br>0.119<br>0.120167<br>0.121167                     | 0.121167         | 5.12317e-06 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0661667<br>0.0716667<br>0.0703333<br>0.0681667<br>0.0688333<br>0.0688333<br>0.0645<br>0.0658333<br>0.0681667<br>0.0678333 | 0.0680333        | 4.51729e-06 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0511667<br>0.0486667<br>0.054<br>0.0513333<br>0.0513333<br>0.0511667<br>0.0525<br>0.0508333<br>0.0523333<br>0.0483333     | 0.0511667        | 2.84567e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0853333<br>0.0806667<br>0.0813333<br>0.0803333<br>0.0815<br>0.0821667<br>0.0836667<br>0.0831667<br>0.0826667<br>0.0813333 | 0.0822167        | 2.32748e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0488333<br>0.0523333<br>0.052<br>0.05<br>0.0478333<br>0.0493333<br>0.0488333<br>0.0491667<br>0.0558333<br>0.052           | 0.0506167        | 5.80277e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 13. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.160833<br>0.156333<br>0.162667<br>0.163667<br>0.162167<br>0.161833<br>0.161667<br>0.1635<br>0.152833<br>0.162333         | 0.160783         | 1.20509e-05 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.115667<br>0.119333<br>0.116333<br>0.1155<br>0.113333<br>0.114<br>0.1175<br>0.116333<br>0.114167<br>0.116                 | 0.115817         | 3.11978e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0193333<br>0.022<br>0.019<br>0.024<br>0.0171667<br>0.0193333<br>0.0213333<br>0.0215<br>0.0205<br>0.0203333               | 0.02045          | 3.58671e-06 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0126667<br>0.0133333<br>0.014<br>0.0128333<br>0.0151667<br>0.0146667<br>0.0121667<br>0.0146667<br>0.0151667<br>0.0126667 | 0.0137334        | 1.29138e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.049<br>0.0478333<br>0.0471667<br>0.0478333<br>0.0493333<br>0.0461667<br>0.046<br>0.05<br>0.046<br>0.0451667              | 0.04745          | 2.65458e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 13. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.019<br>0.022<br>0.019<br>0.023<br>0.026<br>0.0221667<br>0.0218333<br>0.0223333<br>0.0235<br>0.0236667              | 0.02225          | 4.39662e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.145333<br>0.1445<br>0.142333<br>0.1465<br>0.144833<br>0.1485<br>0.147167<br>0.143833<br>0.141<br>0.1445            | 0.14485          | 4.89824e-06 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1055<br>0.105167<br>0.105833<br>0.105333<br>0.106<br>0.106333<br>0.1045<br>0.102333<br>0.104833<br>0.107333        | 0.105316         | 1.7435e-06  |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.08<br>0.0753333<br>0.08<br>0.0775<br>0.0821667<br>0.0765<br>0.0726667<br>0.0753333<br>0.0768333<br>0.0788333       | 0.0775167        | 7.80527e-06 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.0591667<br>0.0565<br>0.0586667<br>0.0531667<br>0.0621667<br>0.0596667<br>0.0585<br>0.0578333<br>0.057<br>0.0588333 | 0.05815          | 5.4781e-06  |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 13. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0816667<br>0.0791667<br>0.0791667<br>0.0821667<br>0.079<br>0.0821667<br>0.0815<br>0.081<br>0.0845<br>0.0778333 | 0.0808167        | 4.00897e-06 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0488333<br>0.051<br>0.0493333<br>0.0491667<br>0.052<br>0.0475<br>0.0475<br>0.0533333<br>0.0505<br>0.0486667    | 0.0497833        | 3.62991e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.158167<br>0.159833<br>0.159<br>0.156833<br>0.156167<br>0.154<br>0.154<br>0.1565<br>0.158667<br>0.156167        | 0.156933         | 3.97644e-06 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.119833<br>0.118833<br>0.113833<br>0.1155<br>0.112833<br>0.1155<br>0.122333<br>0.116667<br>0.115<br>0.118667    | 0.1169           | 8.72334e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0586667<br>0.0616667<br>0.0578333<br>0.0595<br>0.0568333<br>0.0595<br>0.0605<br>0.0615<br>0.0535<br>0.0536667  | 0.0583167        | 8.47809e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 13. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0.043<br>0.0416667<br>0.0418333<br>0.0458333<br>0.0438333<br>0.0428333<br>0.0396667<br>0.0433333<br>0.044<br>0.045       | 0.0431           | 3.11229e-06 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.0646667<br>0.0653333<br>0.0675<br>0.0703333<br>0.068<br>0.0676667<br>0.0656667<br>0.0673333<br>0.0665<br>0.068         | 0.0671           | 2.67404e-06 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.0408333<br>0.0391667<br>0.0438333<br>0.0406667<br>0.0406667<br>0.0418333<br>0.0425<br>0.0446667<br>0.0421667<br>0.0405 | 0.0416833        | 2.77436e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.156167<br>0.153<br>0.151167<br>0.147<br>0.155167<br>0.158<br>0.152833<br>0.148<br>0.155<br>0.154                       | 0.153033         | 1.21225e-05 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.110333<br>0.111167<br>0.112333<br>0.113333<br>0.110667<br>0.114667<br>0.113167<br>0.1125<br>0.113167<br>0.111667       | 0.1123           | 1.82604e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |



Таблица 13. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0111667<br>0.011<br>0.0128333<br>0.0095<br>0.0128333<br>0.0135<br>0.0115<br>0.012<br>0.0106667<br>0.0108333                  | 0.0115833        | 1.47066e-06 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0096667<br>0.0103333<br>0.00883333<br>0.008<br>0.00783333<br>0.00883333<br>0.0096667<br>0.0111667<br>0.0111667<br>0.00883333 | 0.00943334       | 1.40249e-06 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.029<br>0.0321667<br>0.0326667<br>0.031<br>0.0308333<br>0.03<br>0.0293333<br>0.0313333<br>0.0315<br>0.0318333                 | 0.0309667        | 1.44324e-06 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0108333<br>0.0111667<br>0.0115<br>0.0106667<br>0.0131667<br>0.0126667<br>0.0111667<br>0.0105<br>0.0125<br>0.0131667          | 0.0117334        | 1.0815e-06  |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.130333<br>0.129<br>0.13<br>0.132167<br>0.1345<br>0.131<br>0.134<br>0.13<br>0.133167<br>0.133833                              | 0.1318           | 3.93095e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 13. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида   | 0.1005<br>0.0973333<br>0.0983333<br>0.0976667<br>0.0986667<br>0.0961667<br>0.097<br>0.0996667<br>0.101667<br>0.102167       | 0.0989167        | 4.10074e-06 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                           | 0.0726667<br>0.0691667<br>0.0705<br>0.0751667<br>0.0721667<br>0.0706667<br>0.0721667<br>0.0738333<br>0.0698333<br>0.0666667 | 0.0712833        | 5.99413e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0.0558333<br>0.0558333<br>0.053<br>0.0498333<br>0.0568333<br>0.0563333<br>0.0598333<br>0.053<br>0.0515<br>0.052             | 0.0544           | 9.13698e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.0741667<br>0.0753333<br>0.073<br>0.0708333<br>0.0735<br>0.0731667<br>0.0705<br>0.0698333<br>0.0703333<br>0.0738333        | 0.07245          | 3.64849e-06 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.0405<br>0.0446667<br>0.0453333<br>0.0485<br>0.046<br>0.0465<br>0.043<br>0.0448333<br>0.0475<br>0.043                      | 0.0449833        | 5.58302e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 13. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.149<br>0.143167<br>0.150833<br>0.147167<br>0.148667<br>0.1545<br>0.15<br>0.153333<br>0.148167<br>0.148167              | 0.1493           | 1.01518e-05 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.110667<br>0.114167<br>0.114<br>0.109167<br>0.115<br>0.112<br>0.113333<br>0.114833<br>0.109833<br>0.112333              | 0.112533         | 4.36268e-06 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.05<br>0.0556667<br>0.0483333<br>0.0495<br>0.0543333<br>0.051<br>0.0545<br>0.0518333<br>0.05<br>0.052                   | 0.0517167        | 5.8954e-06  |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0371667<br>0.0366667<br>0.038<br>0.0411667<br>0.037<br>0.0408333<br>0.043<br>0.0385<br>0.0406667<br>0.0386667          | 0.0391667        | 4.52467e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0618333<br>0.0596667<br>0.0643333<br>0.0605<br>0.0625<br>0.0616667<br>0.0661667<br>0.0603333<br>0.0573333<br>0.0613333 | 0.0615667        | 6.00128e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 13. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.039<br>0.036<br>0.0371667<br>0.0391667<br>0.0353333<br>0.0376667<br>0.0341667<br>0.0353333<br>0.0346667<br>0.0365    | 0.0365           | 2.99385e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.145<br>0.148<br>0.144<br>0.140833<br>0.144333<br>0.146<br>0.146333<br>0.148167<br>0.143167<br>0.1455                 | 0.145133         | 4.8942e-06  |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.104167<br>0.106<br>0.108<br>0.1075<br>0.104333<br>0.104833<br>0.106333<br>0.108333<br>0.11<br>0.1085                 | 0.1068           | 3.90623e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.01<br>0.00883333<br>0.009<br>0.009<br>0.00933333<br>0.00983333<br>0.00916667<br>0.0095<br>0.00883333<br>0.00933333   | 0.00928333       | 1.60803e-07 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.007<br>0.006<br>0.00666667<br>0.00633333<br>0.00583333<br>0.0065<br>0.00733333<br>0.00633333<br>0.0095<br>0.00683333 | 0.00683333       | 1.08025e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 13. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|----|--|---|------------------|-------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.023<br>0.0255<br>0.0223333<br>0.0223333<br>0.0243333<br>0.0226667<br>0.0211667<br>0.025<br>0.021<br>0.0233333         | 0.0230667        | 2.27282e-06 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0095<br>0.00733333<br>0.0065<br>0.0085<br>0.0106667<br>0.00983333<br>0.0105<br>0.0085<br>0.00866667<br>0.0075         | 0.00875          | 1.91514e-06 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.121333<br>0.1225<br>0.124667<br>0.123833<br>0.126<br>0.124<br>0.1255<br>0.124833<br>0.1205<br>0.1235                  | 0.123667         | 3.12978e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0905<br>0.0936667<br>0.0923333<br>0.091<br>0.0891667<br>0.0928333<br>0.0936667<br>0.0943333<br>0.0913333<br>0.0931667 | 0.0922           | 2.72098e-06 |

## 6.4 Ошибка по значениям целевой функции $E_y$

Другим критерием, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является ошибка по значениям целевой функции  $E_y$ . Конкретные формулы, по которым происходило подсчитывание критерия в виде ошибки по значениям целевой функции вы можете найти на сайте в описании конкретной тестовой функции: <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 14. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.087<br>0.0873333<br>0.089<br>0.0871667<br>0.0851667<br>0.0848333<br>0.089<br>0.0868333<br>0.0856667<br>0.0863333         | 0.0868333        | 2.01851e-06 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0661667<br>0.0708333<br>0.0628333<br>0.0653333<br>0.0706667<br>0.0626667<br>0.0686667<br>0.066<br>0.068<br>0.0661667     | 0.0667333        | 8.0568e-06  |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.091<br>0.0876667<br>0.0896667<br>0.0935<br>0.0905<br>0.0906667<br>0.0913333<br>0.0918333<br>0.0955<br>0.0936667          | 0.0915333        | 4.98021e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0578333<br>0.0583333<br>0.0596667<br>0.0601667<br>0.0596667<br>0.0648333<br>0.0591667<br>0.0631667<br>0.0606667<br>0.058 | 0.06015          | 5.1139e-06  |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.163667<br>0.165167<br>0.165167<br>0.160667<br>0.166833<br>0.165833<br>0.1655<br>0.170167<br>0.165<br>0.163333            | 0.165133         | 6.02335e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 14. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.123<br>0.122833<br>0.118833<br>0.1215<br>0.125<br>0.117667<br>0.1225<br>0.119<br>0.120167<br>0.121167                     | 0.121167         | 5.12317e-06 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0661667<br>0.0716667<br>0.0703333<br>0.0681667<br>0.0688333<br>0.0688333<br>0.0645<br>0.0658333<br>0.0681667<br>0.0678333 | 0.0680333        | 4.51729e-06 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0511667<br>0.0486667<br>0.054<br>0.0513333<br>0.0513333<br>0.0511667<br>0.0525<br>0.0508333<br>0.0523333<br>0.0483333     | 0.0511667        | 2.84567e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0853333<br>0.0806667<br>0.0813333<br>0.0803333<br>0.0815<br>0.0821667<br>0.0836667<br>0.0831667<br>0.0826667<br>0.0813333 | 0.0822167        | 2.32748e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0488333<br>0.0523333<br>0.052<br>0.05<br>0.0478333<br>0.0493333<br>0.0488333<br>0.0491667<br>0.0558333<br>0.052           | 0.0506167        | 5.80277e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 14. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.160833<br>0.156333<br>0.162667<br>0.163667<br>0.162167<br>0.161833<br>0.161667<br>0.1635<br>0.152833<br>0.162333         | 0.160783         | 1.20509e-05 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.115667<br>0.119333<br>0.116333<br>0.1155<br>0.113333<br>0.114<br>0.1175<br>0.116333<br>0.114167<br>0.116                 | 0.115817         | 3.11978e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0193333<br>0.022<br>0.019<br>0.024<br>0.0171667<br>0.0193333<br>0.0213333<br>0.0215<br>0.0205<br>0.0203333               | 0.02045          | 3.58671e-06 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0126667<br>0.0133333<br>0.014<br>0.0128333<br>0.0151667<br>0.0146667<br>0.0121667<br>0.0146667<br>0.0151667<br>0.0126667 | 0.0137334        | 1.29138e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.049<br>0.0478333<br>0.0471667<br>0.0478333<br>0.0493333<br>0.0461667<br>0.046<br>0.05<br>0.046<br>0.0451667              | 0.04745          | 2.65458e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |



Таблица 14. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.019<br>0.022<br>0.019<br>0.023<br>0.026<br>0.0221667<br>0.0218333<br>0.0223333<br>0.0235<br>0.0236667              | 0.02225          | 4.39662e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.145333<br>0.1445<br>0.142333<br>0.1465<br>0.144833<br>0.1485<br>0.147167<br>0.143833<br>0.141<br>0.1445            | 0.14485          | 4.89824e-06 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1055<br>0.105167<br>0.105833<br>0.105333<br>0.106<br>0.106333<br>0.1045<br>0.102333<br>0.104833<br>0.107333        | 0.105316         | 1.7435e-06  |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.08<br>0.0753333<br>0.08<br>0.0775<br>0.0821667<br>0.0765<br>0.0726667<br>0.0753333<br>0.0768333<br>0.0788333       | 0.0775167        | 7.80527e-06 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.0591667<br>0.0565<br>0.0586667<br>0.0531667<br>0.0621667<br>0.0596667<br>0.0585<br>0.0578333<br>0.057<br>0.0588333 | 0.05815          | 5.4781e-06  |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 14. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0816667<br>0.0791667<br>0.0791667<br>0.0821667<br>0.079<br>0.0821667<br>0.0815<br>0.081<br>0.0845<br>0.0778333 | 0.0808167        | 4.00897e-06 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0488333<br>0.051<br>0.0493333<br>0.0491667<br>0.052<br>0.0475<br>0.0475<br>0.0533333<br>0.0505<br>0.0486667    | 0.0497833        | 3.62991e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.158167<br>0.159833<br>0.159<br>0.156833<br>0.156167<br>0.154<br>0.154<br>0.1565<br>0.158667<br>0.156167        | 0.156933         | 3.97644e-06 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.119833<br>0.118833<br>0.113833<br>0.1155<br>0.112833<br>0.1155<br>0.122333<br>0.116667<br>0.115<br>0.118667    | 0.1169           | 8.72334e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0586667<br>0.0616667<br>0.0578333<br>0.0595<br>0.0568333<br>0.0595<br>0.0605<br>0.0615<br>0.0535<br>0.0536667  | 0.0583167        | 8.47809e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 14. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0.043<br>0.0416667<br>0.0418333<br>0.0458333<br>0.0438333<br>0.0428333<br>0.0396667<br>0.0433333<br>0.044<br>0.045       | 0.0431           | 3.11229e-06 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.0646667<br>0.0653333<br>0.0675<br>0.0703333<br>0.068<br>0.0676667<br>0.0656667<br>0.0673333<br>0.0665<br>0.068         | 0.0671           | 2.67404e-06 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.0408333<br>0.0391667<br>0.0438333<br>0.0406667<br>0.0406667<br>0.0418333<br>0.0425<br>0.0446667<br>0.0421667<br>0.0405 | 0.0416833        | 2.77436e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.156167<br>0.153<br>0.151167<br>0.147<br>0.155167<br>0.158<br>0.152833<br>0.148<br>0.155<br>0.154                       | 0.153033         | 1.21225e-05 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.110333<br>0.111167<br>0.112333<br>0.113333<br>0.110667<br>0.114667<br>0.113167<br>0.1125<br>0.113167<br>0.111667       | 0.1123           | 1.82604e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 14. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0111667<br>0.011<br>0.0128333<br>0.0095<br>0.0128333<br>0.0135<br>0.0115<br>0.012<br>0.0106667<br>0.0108333                  | 0.0115833        | 1.47066e-06 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0096667<br>0.0103333<br>0.00883333<br>0.008<br>0.00783333<br>0.00883333<br>0.0096667<br>0.0111667<br>0.0111667<br>0.00883333 | 0.00943334       | 1.40249e-06 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.029<br>0.0321667<br>0.0326667<br>0.031<br>0.0308333<br>0.03<br>0.0293333<br>0.0313333<br>0.0315<br>0.0318333                 | 0.0309667        | 1.44324e-06 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0108333<br>0.0111667<br>0.0115<br>0.0106667<br>0.0131667<br>0.0126667<br>0.0111667<br>0.0105<br>0.0125<br>0.0131667          | 0.0117334        | 1.0815e-06  |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.130333<br>0.129<br>0.13<br>0.132167<br>0.1345<br>0.131<br>0.134<br>0.13<br>0.133167<br>0.133833                              | 0.1318           | 3.93095e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 14. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.1005<br>0.0973333<br>0.0983333<br>0.0976667<br>0.0986667<br>0.0961667<br>0.097<br>0.0996667<br>0.101667<br>0.102167       | 0.0989167        | 4.10074e-06 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0726667<br>0.0691667<br>0.0705<br>0.0751667<br>0.0721667<br>0.0706667<br>0.0721667<br>0.0738333<br>0.0698333<br>0.0666667 | 0.0712833        | 5.99413e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0558333<br>0.0558333<br>0.053<br>0.0498333<br>0.0568333<br>0.0563333<br>0.0598333<br>0.053<br>0.0515<br>0.052             | 0.0544           | 9.13698e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0741667<br>0.0753333<br>0.073<br>0.0708333<br>0.0735<br>0.0731667<br>0.0705<br>0.0698333<br>0.0703333<br>0.0738333        | 0.07245          | 3.64849e-06 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0405<br>0.0446667<br>0.0453333<br>0.0485<br>0.046<br>0.0465<br>0.043<br>0.0448333<br>0.0475<br>0.043                      | 0.0449833        | 5.58302e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 14. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.149<br>0.143167<br>0.150833<br>0.147167<br>0.148667<br>0.1545<br>0.15<br>0.153333<br>0.148167<br>0.148167              | 0.1493           | 1.01518e-05 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.110667<br>0.114167<br>0.114<br>0.109167<br>0.115<br>0.112<br>0.113333<br>0.114833<br>0.109833<br>0.112333              | 0.112533         | 4.36268e-06 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.05<br>0.0556667<br>0.0483333<br>0.0495<br>0.0543333<br>0.051<br>0.0545<br>0.0518333<br>0.05<br>0.052                   | 0.0517167        | 5.8954e-06  |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0371667<br>0.0366667<br>0.038<br>0.0411667<br>0.037<br>0.0408333<br>0.043<br>0.0385<br>0.0406667<br>0.0386667          | 0.0391667        | 4.52467e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0618333<br>0.0596667<br>0.0643333<br>0.0605<br>0.0625<br>0.0616667<br>0.0661667<br>0.0603333<br>0.0573333<br>0.0613333 | 0.0615667        | 6.00128e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 14. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.039<br>0.036<br>0.0371667<br>0.0391667<br>0.0353333<br>0.0376667<br>0.0341667<br>0.0353333<br>0.0346667<br>0.0365    | 0.0365           | 2.99385e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.145<br>0.148<br>0.144<br>0.140833<br>0.144333<br>0.146<br>0.146333<br>0.148167<br>0.143167<br>0.1455                 | 0.145133         | 4.8942e-06  |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.104167<br>0.106<br>0.108<br>0.1075<br>0.104333<br>0.104833<br>0.106333<br>0.108333<br>0.11<br>0.1085                 | 0.1068           | 3.90623e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.01<br>0.00883333<br>0.009<br>0.009<br>0.00933333<br>0.00983333<br>0.00916667<br>0.0095<br>0.00883333<br>0.00933333   | 0.00928333       | 1.60803e-07 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.007<br>0.006<br>0.00666667<br>0.00633333<br>0.00583333<br>0.0065<br>0.00733333<br>0.00633333<br>0.0095<br>0.00683333 | 0.00683333       | 1.08025e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 14. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|----|--|---|------------------|-------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.023<br>0.0255<br>0.0223333<br>0.0223333<br>0.0243333<br>0.0226667<br>0.0211667<br>0.025<br>0.021<br>0.0233333         | 0.0230667        | 2.27282e-06 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0095<br>0.00733333<br>0.0065<br>0.0085<br>0.0106667<br>0.00983333<br>0.0105<br>0.0085<br>0.00866667<br>0.0075         | 0.00875          | 1.91514e-06 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.121333<br>0.1225<br>0.124667<br>0.123833<br>0.126<br>0.124<br>0.1255<br>0.124833<br>0.1205<br>0.1235                  | 0.123667         | 3.12978e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0905<br>0.0936667<br>0.0923333<br>0.091<br>0.0891667<br>0.0928333<br>0.0936667<br>0.0943333<br>0.0913333<br>0.0931667 | 0.0922           | 2.72098e-06 |

## 6.5 Надёжность $R$

Третьим критерием, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является надёжность  $R$ . Конкретные формулы, по которым происходило подсчитывание критерия в виде ошибки по значениям целевой функции вы можете найти на сайте в описании конкретной тестовой функции: <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.



Таблица 15. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                           | 0                | 0           |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0<br>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0.02<br>0.01 | 0.008            | 4e-05       |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                           | 0                | 0           |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0.02<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0.02<br>0.02 | 0.01             | 6.66667e-05 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                      | 0                | 0           |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 15. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                              | 0                | 0           |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0.02<br>0<br>0<br>0.01<br>0.02          | 0.007            | 6.77778e-05 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0<br>0.02<br>0.01<br>0.02<br>0.01<br>0<br>0.02<br>0.02<br>0.02<br>0.04 | 0.016            | 0.000137778 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                              | 0                | 0           |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0.01<br>0<br>0.02<br>0<br>0.03<br>0.03<br>0.02<br>0.01<br>0.01    | 0.013            | 0.000134444 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 15. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0   | 0                | 0           |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0   | 0                | 0           |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.35<br>0.2<br>0.28<br>0.18<br>0.31<br>0.26<br>0.32<br>0.28<br>0.23<br>0.31  | 0.272            | 0.00299556  |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.49<br>0.43<br>0.41<br>0.42<br>0.38<br>0.43<br>0.44<br>0.39<br>0.36<br>0.48 | 0.423            | 0.00169     |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.01<br>0.02<br>0.01<br>0.04<br>0.02<br>0.01<br>0.03<br>0.02<br>0.04<br>0.02 | 0.022            | 0.000128889 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 15. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.23<br>0.25<br>0.32<br>0.17<br>0.18<br>0.17<br>0.18<br>0.19<br>0.16<br>0.16 | 0.201            | 0.00263222  |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                    | 0                | 0           |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                    | 0                | 0           |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0                                 | 0.001            | 1e-05       |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.01<br>0.02<br>0<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0<br>0.01             | 0.007            | 4.55556e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 15. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                           | 0                | 0           |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0.03<br>0.01       | 0.007            | 9e-05       |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                           | 0                | 0           |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                           | 0                | 0           |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.02<br>0.02<br>0.01<br>0<br>0.03<br>0<br>0.02<br>0<br>0.04<br>0.02 | 0.016            | 0.000182222 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 15. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.04<br>0.06<br>0.03<br>0.02<br>0.05<br>0.03<br>0.02<br>0.02<br>0.06<br>0.04 | 0.037            | 0.000245556 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01                              | 0.002            | 1.77778e-05 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.01<br>0.04<br>0<br>0.05<br>0.01<br>0.03<br>0.05<br>0.04<br>0.04<br>0.05    | 0.032            | 0.000351111 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                    | 0                | 0           |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                               | 0                | 0           |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 15. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.5<br>0.52<br>0.48<br>0.56<br>0.45<br>0.44<br>0.46<br>0.44<br>0.51<br>0.51  | 0.487            | 0.00157889  |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.56<br>0.54<br>0.56<br>0.64<br>0.57<br>0.58<br>0.58<br>0.51<br>0.47<br>0.6  | 0.561            | 0.00221     |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.11<br>0.11<br>0.05<br>0.11<br>0.06<br>0.09<br>0.08<br>0.13<br>0.11<br>0.05 | 0.09             | 0.000822222 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.46<br>0.48<br>0.49<br>0.48<br>0.41<br>0.47<br>0.5<br>0.49<br>0.47<br>0.37  | 0.462            | 0.00166222  |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                               | 0                | 0           |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 15. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                    | 0                | 0           |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0.02                              | 0.003            | 4.55556e-05 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.01<br>0.01<br>0.01<br>0.02<br>0.01<br>0<br>0<br>0.01<br>0.02<br>0.02       | 0.011            | 5.44444e-05 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0                            | 0.001            | 1e-05       |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.05<br>0.02<br>0.02<br>0.02<br>0.01<br>0.01<br>0.06<br>0.02<br>0.01<br>0.03 | 0.025            | 0.000294444 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |



Таблица 15. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0  | 0                | 0           |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0  | 0                | 0           |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0<br>0.02<br>0.01<br>0.01<br>0.02<br>0.02<br>0<br>0.01<br>0.01         | 0.01             | 6.66667e-05 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.1<br>0.12<br>0.08<br>0.05<br>0.09<br>0.05<br>0.04<br>0.08<br>0.05<br>0.04 | 0.07             | 0.000777778 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0<br>0.02<br>0.01<br>0               | 0.006            | 4.88889e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 15. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.05<br>0.03<br>0.03<br>0.03<br>0.04<br>0.06<br>0.05<br>0.04<br>0.07<br>0.07 | 0.047            | 0.000245556 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                    | 0                | 0           |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                    | 0                | 0           |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.53<br>0.6<br>0.55<br>0.56<br>0.58<br>0.54<br>0.55<br>0.55<br>0.63<br>0.54  | 0.563            | 0.000978889 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.64<br>0.67<br>0.66<br>0.69<br>0.73<br>0.64<br>0.61<br>0.68<br>0.59<br>0.67 | 0.658            | 0.00161778  |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 15. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 60)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия  |
|----|--|---|------------------|------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.16<br>0.09<br>0.21<br>0.16<br>0.14<br>0.2<br>0.2<br>0.12<br>0.21<br>0.17  | 0.166            | 0.00164889 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.57<br>0.62<br>0.69<br>0.56<br>0.49<br>0.52<br>0.51<br>0.55<br>0.56<br>0.6 | 0.567            | 0.00342333 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                              | 0                | 0          |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                              | 0                | 0          |

## 7 Исследование эффективности алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

В данной работе, автором проведено исследование алгоритма «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках». Ниже приведена информация об этом исследовании.

### 7.1 Информация об исследовании

|   |  |
|---|--|
| <b>Автор исследования:</b>  | Сергиенко Антон Борисович.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 27.01.2014 23:08:20.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 27.01.2014 23:08:20.   |
| <b>Идентификатор алгоритма:</b>   | MHL_StandartBinaryGeneticAlgorithm.                                      |
| <b>Полное название алгоритма:</b>   | Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках. |
| <b>Идентификатор исследуемой тестовой функции:</b>                                      | MHL_TestFunction_SumVector.  |
| <b>Полное название тестовой функции:</b>  | Сумма всех элементов бинарного вектора.                                  |
| <b>Размерность тестовой функции:</b>  | 70   |
| <b>Количество измерений для каждого варианта настроек алгоритма:</b>                    | 10   |
| <b>Количество запусков алгоритма в каждом из экспериментов:</b>                         | 100  |
| <b>Максимальное допустимое число вычислений целевой функции:</b>                        | 1296   |
| <b>Количество проверяемых параметров алгоритма оптимизации:</b>                         | 4  |
| <b>Количество комбинаций вариантов настроек:</b>  | 54   |
| <b>Общий объем максимального числа вычислений целевой функции во всем исследовании:</b> | 69984000   |

Информацию о исследуемой функции можно найти по адресу:

<https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>

Информацию о исследуемом алгоритме оптимизации можно найти по адресу:

<https://github.com/Harrix/HarrixOptimizationAlgorithms>

## 7.2 Параметры алгоритма оптимизации

Исследуемый алгоритм оптимизации проверялся по эффективности по некоторому конечному множеству возможных настроек алгоритма. Как написано выше, всего возможных параметров алгоритма было 4 штук. В формуле 26 показано множество проверяемых параметров алгоритма.

$$Parameters = \begin{pmatrix} \text{Тип селекции} \\ \text{Тип скрещивания} \\ \text{Тип мутации} \\ \text{Тип формирования нового поколения} \end{pmatrix}. \quad (26)$$

Теперь рассмотрим, какие значения может принимать каждый из параметров.

$$Parameters^1 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Пропорциональная селекция} \\ \text{Ранговая селекция} \\ \text{Турнирная селекция} \end{array} \right\}. \quad (27)$$

$$Parameters^2 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Одноточечное скрещивание} \\ \text{Двухточечное скрещивание} \\ \text{Равномерное скрещивание} \end{array} \right\}. \quad (28)$$

$$Parameters^3 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Слабая мутация} \\ \text{Средняя мутация} \\ \text{Сильная мутация} \end{array} \right\}. \quad (29)$$

$$Parameters^4 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Только потомки} \\ \text{Только потомки и копия лучшего индивида} \end{array} \right\}. \quad (30)$$

## 7.3 Ошибка по входным параметрам $E_x$

Одним из критериев, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является ошибка по входным параметрам  $E_x$ . В результате проделанных экспериментов были получены следующие данные, представленные ниже в таблице. <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 16. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0862857<br>0.0937143<br>0.0914286<br>0.0872857<br>0.0907143<br>0.0907143<br>0.088<br>0.091<br>0.0912857<br>0.092             | 0.0902429        | 5.34267e-06 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0734286<br>0.0681429<br>0.0692857<br>0.0732857<br>0.0701429<br>0.0717143<br>0.0707143<br>0.0692857<br>0.0652857<br>0.0685714 | 0.0699857        | 6.0837e-06  |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0937143<br>0.092<br>0.0911429<br>0.0965714<br>0.0917143<br>0.0935714<br>0.0927143<br>0.0921429<br>0.0951429<br>0.1           | 0.0938714        | 7.38974e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.063<br>0.0588571<br>0.0645714<br>0.0632857<br>0.0631429<br>0.0641429<br>0.0628571<br>0.0628571<br>0.0615714<br>0.0604286     | 0.0624714        | 2.99345e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.164429<br>0.167286<br>0.164<br>0.169857<br>0.167<br>0.166571<br>0.16<br>0.166857<br>0.166571<br>0.164571                     | 0.165714         | 6.95667e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 16. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.120429<br>0.121143<br>0.119429<br>0.120571<br>0.127857<br>0.123857<br>0.125286<br>0.120143<br>0.125429<br>0.124714       | 0.122886         | 8.3479e-06  |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0711429<br>0.0684286<br>0.0677143<br>0.0661429<br>0.0685714<br>0.0725714<br>0.0698571<br>0.0681429<br>0.0668571<br>0.065 | 0.0684429        | 5.18115e-06 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0507143<br>0.0498571<br>0.0522857<br>0.048<br>0.0544286<br>0.0531429<br>0.0532857<br>0.0568571<br>0.0528571<br>0.0558571 | 0.0527286        | 7.23103e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0791429<br>0.078<br>0.0797143<br>0.0804286<br>0.079<br>0.0792857<br>0.077<br>0.0831429<br>0.0804286<br>0.0807143         | 0.0796857        | 2.78825e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0518571<br>0.0521429<br>0.053<br>0.0537143<br>0.051<br>0.0471429<br>0.051<br>0.0468571<br>0.0527143<br>0.0477143         | 0.0507143        | 6.48527e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 16. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.161286<br>0.163857<br>0.165286<br>0.161429<br>0.161857<br>0.162429<br>0.165714<br>0.161429<br>0.162<br>0.161714          | 0.1627           | 2.73187e-06 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.118429<br>0.121857<br>0.120286<br>0.119571<br>0.119429<br>0.118286<br>0.116429<br>0.112714<br>0.116571<br>0.12           | 0.118357         | 6.67268e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0178571<br>0.015<br>0.0182857<br>0.0191429<br>0.0177143<br>0.014<br>0.0171429<br>0.0171429<br>0.0157143<br>0.0184286     | 0.0170429        | 2.68959e-06 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0132857<br>0.0145714<br>0.0104286<br>0.0122857<br>0.00971429<br>0.011<br>0.0111429<br>0.012<br>0.0102857<br>0.0111429    | 0.0115857        | 2.19248e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.0462857<br>0.0441429<br>0.0471429<br>0.0435714<br>0.0452857<br>0.0422857<br>0.043<br>0.0424286<br>0.0468571<br>0.0462857 | 0.0447286        | 3.49409e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |



Таблица 16. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0171429<br>0.0215714<br>0.019<br>0.0181429<br>0.0198571<br>0.0205714<br>0.0204286<br>0.0211429<br>0.0198571<br>0.0198571     | 0.0197571        | 1.81878e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.141857<br>0.143143<br>0.140286<br>0.141286<br>0.143571<br>0.147571<br>0.142<br>0.141286<br>0.141571<br>0.143714              | 0.142628         | 4.21779e-06 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.105571<br>0.101857<br>0.108714<br>0.104143<br>0.102143<br>0.107714<br>0.104286<br>0.105857<br>0.101571<br>0.102286           | 0.104414         | 6.35527e-06 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.0735714<br>0.0775714<br>0.0725714<br>0.0755714<br>0.0725714<br>0.0765714<br>0.0745714<br>0.0734286<br>0.0817143<br>0.0762857 | 0.0754428        | 7.85242e-06 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.054<br>0.058<br>0.0615714<br>0.0564286<br>0.0571429<br>0.0604286<br>0.0532857<br>0.0574286<br>0.0572857<br>0.058             | 0.0573572        | 6.30952e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 16. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0758571<br>0.0765714<br>0.0785714<br>0.0781429<br>0.0778571<br>0.0788571<br>0.0778571<br>0.0785714<br>0.0764286<br>0.0791429 | 0.0777857        | 1.26645e-06 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0511429<br>0.0491429<br>0.0468571<br>0.0512857<br>0.0475714<br>0.0482857<br>0.0511429<br>0.0482857<br>0.0497143<br>0.0505714 | 0.0494           | 2.60686e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.151857<br>0.157143<br>0.156429<br>0.152429<br>0.156714<br>0.152571<br>0.154571<br>0.156143<br>0.156429<br>0.150714           | 0.1545           | 5.70702e-06 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.117429<br>0.115429<br>0.117429<br>0.121<br>0.116429<br>0.111286<br>0.118286<br>0.109143<br>0.114857<br>0.115429              | 0.115672         | 1.16239e-05 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0537143<br>0.056<br>0.0588571<br>0.0538571<br>0.0534286<br>0.0541429<br>0.0584286<br>0.0534286<br>0.0552857<br>0.056         | 0.0553143        | 4.03987e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 16. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0.0438571<br>0.0411429<br>0.0401429<br>0.0412857<br>0.0411429<br>0.0417143<br>0.0434286<br>0.0442857<br>0.042<br>0.0434286     | 0.0422429        | 1.9639e-06  |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.0681429<br>0.0647143<br>0.0652857<br>0.0648571<br>0.0661429<br>0.0678571<br>0.0625714<br>0.0617143<br>0.0634286<br>0.0604286 | 0.0645143        | 6.35917e-06 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.0394286<br>0.0402857<br>0.0374286<br>0.0391429<br>0.0391429<br>0.0381429<br>0.0362857<br>0.0395714<br>0.0377143<br>0.039     | 0.0386143        | 1.43786e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.148571<br>0.148714<br>0.148857<br>0.150286<br>0.146286<br>0.151571<br>0.152<br>0.153<br>0.145<br>0.150286                    | 0.149457         | 6.27559e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.113714<br>0.110571<br>0.110857<br>0.110286<br>0.114429<br>0.113286<br>0.111<br>0.106857<br>0.112<br>0.109286                 | 0.111229         | 5.07151e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 16. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.00914286<br>0.00957143<br>0.00828571<br>0.00814286<br>0.00928571<br>0.00957143<br>0.00785714<br>0.00828571<br>0.0104286<br>0.00714286 | 0.00877143       | 9.75975e-07 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.00728571<br>0.008<br>0.005<br>0.00585714<br>0.006<br>0.00671429<br>0.00685714<br>0.00514286<br>0.00771429<br>0.00871429               | 0.00672857       | 1.51678e-06 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0254286<br>0.0238571<br>0.024<br>0.023<br>0.0245714<br>0.0221429<br>0.026<br>0.0242857<br>0.022<br>0.0251429                          | 0.0240429        | 1.80068e-06 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.00828571<br>0.008<br>0.00914286<br>0.00814286<br>0.00957143<br>0.01<br>0.0104286<br>0.00885714<br>0.01<br>0.00942857                  | 0.00918572       | 7.21324e-07 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.126857<br>0.126571<br>0.131<br>0.129143<br>0.127571<br>0.128286<br>0.126429<br>0.125286<br>0.127286<br>0.123714                       | 0.127214         | 4.05122e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 16. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0952857<br>0.0918571<br>0.092<br>0.0948571<br>0.0917143<br>0.0915714<br>0.0937143<br>0.0921429<br>0.0902857<br>0.0964286 | 0.0929857        | 3.89321e-06 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.071<br>0.0677143<br>0.0724286<br>0.0751429<br>0.0698571<br>0.07<br>0.0731429<br>0.0682857<br>0.0702857<br>0.072          | 0.0709857        | 5.08602e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0531429<br>0.052<br>0.0537143<br>0.0551429<br>0.0541429<br>0.0552857<br>0.0548571<br>0.0541429<br>0.0572857<br>0.0554286 | 0.0545143        | 2.08251e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0688571<br>0.0698571<br>0.0708571<br>0.07<br>0.0711429<br>0.0701429<br>0.0697143<br>0.0712857<br>0.0712857<br>0.0702857  | 0.0703428        | 6.31304e-07 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0421429<br>0.045<br>0.0474286<br>0.0475714<br>0.0458571<br>0.0464286<br>0.0464286<br>0.0441429<br>0.0445714<br>0.0454286 | 0.0455           | 2.67684e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 16. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.151<br>0.148286<br>0.152429<br>0.150286<br>0.149286<br>0.148714<br>0.148714<br>0.151143<br>0.147714<br>0.148             | 0.149557         | 2.47873e-06 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.113286<br>0.115143<br>0.112714<br>0.108857<br>0.108857<br>0.116286<br>0.109429<br>0.112714<br>0.108857<br>0.110286       | 0.111643         | 7.64773e-06 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0518571<br>0.0561429<br>0.0511429<br>0.0521429<br>0.0527143<br>0.049<br>0.0477143<br>0.0485714<br>0.048<br>0.0491429     | 0.0506429        | 7.0352e-06  |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0364286<br>0.0382857<br>0.0364286<br>0.035<br>0.0341429<br>0.038<br>0.0428571<br>0.039<br>0.0371429<br>0.0392857         | 0.0376571        | 6.07789e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.058<br>0.0535714<br>0.0567143<br>0.0587143<br>0.0552857<br>0.0564286<br>0.0561429<br>0.0565714<br>0.0555714<br>0.0565714 | 0.0563571        | 2.0057e-06  |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 16. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0364286<br>0.0362857<br>0.0342857<br>0.0345714<br>0.0348571<br>0.0361429<br>0.0345714<br>0.0337143<br>0.0344286<br>0.0311429 | 0.0346429        | 2.3866e-06  |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.143857<br>0.144286<br>0.143429<br>0.145<br>0.140857<br>0.143714<br>0.14<br>0.144429<br>0.141143<br>0.139429                  | 0.142614         | 4.15891e-06 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.108857<br>0.109286<br>0.102<br>0.107286<br>0.104<br>0.108857<br>0.106857<br>0.109143<br>0.111286<br>0.108143                 | 0.107572         | 7.46972e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.00628571<br>0.00614286<br>0.008<br>0.00528571<br>0.00657143<br>0.00585714<br>0.008<br>0.00842857<br>0.00671429<br>0.00728571 | 0.00685714       | 1.07483e-06 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.006<br>0.004<br>0.00671429<br>0.00557143<br>0.00714286<br>0.00357143<br>0.006<br>0.006<br>0.00728571<br>0.00628571           | 0.00585714       | 1.49206e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 16. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|----|--|---|------------------|-------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0192857<br>0.0188571<br>0.0175714<br>0.0198571<br>0.0202857<br>0.02<br>0.0192857<br>0.0201429<br>0.0204286<br>0.0188571           | 0.0194571        | 7.65564e-07 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.00585714<br>0.00628571<br>0.00771429<br>0.00714286<br>0.00614286<br>0.00585714<br>0.00657143<br>0.00571429<br>0.00642857<br>0.007 | 0.00647143       | 4.17462e-07 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.119143<br>0.122<br>0.123<br>0.120714<br>0.117429<br>0.119143<br>0.119857<br>0.119857<br>0.12<br>0.121                             | 0.120214         | 2.46338e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0872857<br>0.0911429<br>0.0897143<br>0.086<br>0.088<br>0.0881429<br>0.0878571<br>0.0915714<br>0.0855714<br>0.0902857              | 0.0885571        | 4.2379e-06  |

#### 7.4 Ошибка по значениям целевой функции $E_y$

Другим критерием, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является ошибка по значениям целевой функции  $E_y$ . Конкретные формулы, по которым происходило подсчитывание критерия в виде ошибки по значениям целевой функции вы можете найти на сайте в описании конкретной тестовой функции: <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.



Таблица 17. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0862857<br>0.0937143<br>0.0914286<br>0.0872857<br>0.0907143<br>0.0907143<br>0.088<br>0.091<br>0.0912857<br>0.092             | 0.0902429        | 5.34267e-06 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0734286<br>0.0681429<br>0.0692857<br>0.0732857<br>0.0701429<br>0.0717143<br>0.0707143<br>0.0692857<br>0.0652857<br>0.0685714 | 0.0699857        | 6.0837e-06  |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0937143<br>0.092<br>0.0911429<br>0.0965714<br>0.0917143<br>0.0935714<br>0.0927143<br>0.0921429<br>0.0951429<br>0.1           | 0.0938714        | 7.38974e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.063<br>0.0588571<br>0.0645714<br>0.0632857<br>0.0631429<br>0.0641429<br>0.0628571<br>0.0628571<br>0.0615714<br>0.0604286     | 0.0624714        | 2.99345e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.164429<br>0.167286<br>0.164<br>0.169857<br>0.167<br>0.166571<br>0.16<br>0.166857<br>0.166571<br>0.164571                     | 0.165714         | 6.95667e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 17. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.120429<br>0.121143<br>0.119429<br>0.120571<br>0.127857<br>0.123857<br>0.125286<br>0.120143<br>0.125429<br>0.124714       | 0.122886         | 8.3479e-06  |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0711429<br>0.0684286<br>0.0677143<br>0.0661429<br>0.0685714<br>0.0725714<br>0.0698571<br>0.0681429<br>0.0668571<br>0.065 | 0.0684429        | 5.18115e-06 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0507143<br>0.0498571<br>0.0522857<br>0.048<br>0.0544286<br>0.0531429<br>0.0532857<br>0.0568571<br>0.0528571<br>0.0558571 | 0.0527286        | 7.23103e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0791429<br>0.078<br>0.0797143<br>0.0804286<br>0.079<br>0.0792857<br>0.077<br>0.0831429<br>0.0804286<br>0.0807143         | 0.0796857        | 2.78825e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0518571<br>0.0521429<br>0.053<br>0.0537143<br>0.051<br>0.0471429<br>0.051<br>0.0468571<br>0.0527143<br>0.0477143         | 0.0507143        | 6.48527e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 17. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.161286<br>0.163857<br>0.165286<br>0.161429<br>0.161857<br>0.162429<br>0.165714<br>0.161429<br>0.162<br>0.161714          | 0.1627           | 2.73187e-06 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.118429<br>0.121857<br>0.120286<br>0.119571<br>0.119429<br>0.118286<br>0.116429<br>0.112714<br>0.116571<br>0.12           | 0.118357         | 6.67268e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0178571<br>0.015<br>0.0182857<br>0.0191429<br>0.0177143<br>0.014<br>0.0171429<br>0.0171429<br>0.0157143<br>0.0184286     | 0.0170429        | 2.68959e-06 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0132857<br>0.0145714<br>0.0104286<br>0.0122857<br>0.00971429<br>0.011<br>0.0111429<br>0.012<br>0.0102857<br>0.0111429    | 0.0115857        | 2.19248e-06 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.0462857<br>0.0441429<br>0.0471429<br>0.0435714<br>0.0452857<br>0.0422857<br>0.043<br>0.0424286<br>0.0468571<br>0.0462857 | 0.0447286        | 3.49409e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 17. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0171429<br>0.0215714<br>0.019<br>0.0181429<br>0.0198571<br>0.0205714<br>0.0204286<br>0.0211429<br>0.0198571<br>0.0198571     | 0.0197571        | 1.81878e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.141857<br>0.143143<br>0.140286<br>0.141286<br>0.143571<br>0.147571<br>0.142<br>0.141286<br>0.141571<br>0.143714              | 0.142628         | 4.21779e-06 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.105571<br>0.101857<br>0.108714<br>0.104143<br>0.102143<br>0.107714<br>0.104286<br>0.105857<br>0.101571<br>0.102286           | 0.104414         | 6.35527e-06 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.0735714<br>0.0775714<br>0.0725714<br>0.0755714<br>0.0725714<br>0.0765714<br>0.0745714<br>0.0734286<br>0.0817143<br>0.0762857 | 0.0754428        | 7.85242e-06 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.054<br>0.058<br>0.0615714<br>0.0564286<br>0.0571429<br>0.0604286<br>0.0532857<br>0.0574286<br>0.0572857<br>0.058             | 0.0573572        | 6.30952e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 17. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0758571<br>0.0765714<br>0.0785714<br>0.0781429<br>0.0778571<br>0.0788571<br>0.0778571<br>0.0785714<br>0.0764286<br>0.0791429 | 0.0777857        | 1.26645e-06 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0511429<br>0.0491429<br>0.0468571<br>0.0512857<br>0.0475714<br>0.0482857<br>0.0511429<br>0.0482857<br>0.0497143<br>0.0505714 | 0.0494           | 2.60686e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.151857<br>0.157143<br>0.156429<br>0.152429<br>0.156714<br>0.152571<br>0.154571<br>0.156143<br>0.156429<br>0.150714           | 0.1545           | 5.70702e-06 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.117429<br>0.115429<br>0.117429<br>0.121<br>0.116429<br>0.111286<br>0.118286<br>0.109143<br>0.114857<br>0.115429              | 0.115672         | 1.16239e-05 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0537143<br>0.056<br>0.0588571<br>0.0538571<br>0.0534286<br>0.0541429<br>0.0584286<br>0.0534286<br>0.0552857<br>0.056         | 0.0553143        | 4.03987e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 17. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0.0438571<br>0.0411429<br>0.0401429<br>0.0412857<br>0.0411429<br>0.0417143<br>0.0434286<br>0.0442857<br>0.042<br>0.0434286     | 0.0422429        | 1.9639e-06  |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.0681429<br>0.0647143<br>0.0652857<br>0.0648571<br>0.0661429<br>0.0678571<br>0.0625714<br>0.0617143<br>0.0634286<br>0.0604286 | 0.0645143        | 6.35917e-06 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.0394286<br>0.0402857<br>0.0374286<br>0.0391429<br>0.0391429<br>0.0381429<br>0.0362857<br>0.0395714<br>0.0377143<br>0.039     | 0.0386143        | 1.43786e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.148571<br>0.148714<br>0.148857<br>0.150286<br>0.146286<br>0.151571<br>0.152<br>0.153<br>0.145<br>0.150286                    | 0.149457         | 6.27559e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.113714<br>0.110571<br>0.110857<br>0.110286<br>0.114429<br>0.113286<br>0.111<br>0.106857<br>0.112<br>0.109286                 | 0.111229         | 5.07151e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 17. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.00914286<br>0.00957143<br>0.00828571<br>0.00814286<br>0.00928571<br>0.00957143<br>0.00785714<br>0.00828571<br>0.0104286<br>0.00714286 | 0.00877143       | 9.75975e-07 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.00728571<br>0.008<br>0.005<br>0.00585714<br>0.006<br>0.00671429<br>0.00685714<br>0.00514286<br>0.00771429<br>0.00871429               | 0.00672857       | 1.51678e-06 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0254286<br>0.0238571<br>0.024<br>0.023<br>0.0245714<br>0.0221429<br>0.026<br>0.0242857<br>0.022<br>0.0251429                          | 0.0240429        | 1.80068e-06 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.00828571<br>0.008<br>0.00914286<br>0.00814286<br>0.00957143<br>0.01<br>0.0104286<br>0.00885714<br>0.01<br>0.00942857                  | 0.00918572       | 7.21324e-07 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.126857<br>0.126571<br>0.131<br>0.129143<br>0.127571<br>0.128286<br>0.126429<br>0.125286<br>0.127286<br>0.123714                       | 0.127214         | 4.05122e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 17. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0952857<br>0.0918571<br>0.092<br>0.0948571<br>0.0917143<br>0.0915714<br>0.0937143<br>0.0921429<br>0.0902857<br>0.0964286 | 0.0929857        | 3.89321e-06 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.071<br>0.0677143<br>0.0724286<br>0.0751429<br>0.0698571<br>0.07<br>0.0731429<br>0.0682857<br>0.0702857<br>0.072          | 0.0709857        | 5.08602e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0531429<br>0.052<br>0.0537143<br>0.0551429<br>0.0541429<br>0.0552857<br>0.0548571<br>0.0541429<br>0.0572857<br>0.0554286 | 0.0545143        | 2.08251e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0688571<br>0.0698571<br>0.0708571<br>0.07<br>0.0711429<br>0.0701429<br>0.0697143<br>0.0712857<br>0.0712857<br>0.0702857  | 0.0703428        | 6.31304e-07 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0421429<br>0.045<br>0.0474286<br>0.0475714<br>0.0458571<br>0.0464286<br>0.0464286<br>0.0441429<br>0.0445714<br>0.0454286 | 0.0455           | 2.67684e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |



Таблица 17. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.151<br>0.148286<br>0.152429<br>0.150286<br>0.149286<br>0.148714<br>0.148714<br>0.151143<br>0.147714<br>0.148             | 0.149557         | 2.47873e-06 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.113286<br>0.115143<br>0.112714<br>0.108857<br>0.108857<br>0.116286<br>0.109429<br>0.112714<br>0.108857<br>0.110286       | 0.111643         | 7.64773e-06 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0518571<br>0.0561429<br>0.0511429<br>0.0521429<br>0.0527143<br>0.049<br>0.0477143<br>0.0485714<br>0.048<br>0.0491429     | 0.0506429        | 7.0352e-06  |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0364286<br>0.0382857<br>0.0364286<br>0.035<br>0.0341429<br>0.038<br>0.0428571<br>0.039<br>0.0371429<br>0.0392857         | 0.0376571        | 6.07789e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.058<br>0.0535714<br>0.0567143<br>0.0587143<br>0.0552857<br>0.0564286<br>0.0561429<br>0.0565714<br>0.0555714<br>0.0565714 | 0.0563571        | 2.0057e-06  |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 17. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0364286<br>0.0362857<br>0.0342857<br>0.0345714<br>0.0348571<br>0.0361429<br>0.0345714<br>0.0337143<br>0.0344286<br>0.0311429 | 0.0346429        | 2.3866e-06  |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.143857<br>0.144286<br>0.143429<br>0.145<br>0.140857<br>0.143714<br>0.14<br>0.144429<br>0.141143<br>0.139429                  | 0.142614         | 4.15891e-06 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.108857<br>0.109286<br>0.102<br>0.107286<br>0.104<br>0.108857<br>0.106857<br>0.109143<br>0.111286<br>0.108143                 | 0.107572         | 7.46972e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.00628571<br>0.00614286<br>0.008<br>0.00528571<br>0.00657143<br>0.00585714<br>0.008<br>0.00842857<br>0.00671429<br>0.00728571 | 0.00685714       | 1.07483e-06 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.006<br>0.004<br>0.00671429<br>0.00557143<br>0.00714286<br>0.00357143<br>0.006<br>0.006<br>0.00728571<br>0.00628571           | 0.00585714       | 1.49206e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 17. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|----|--|---|------------------|-------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0192857<br>0.0188571<br>0.0175714<br>0.0198571<br>0.0202857<br>0.02<br>0.0192857<br>0.0201429<br>0.0204286<br>0.0188571           | 0.0194571        | 7.65564e-07 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.00585714<br>0.00628571<br>0.00771429<br>0.00714286<br>0.00614286<br>0.00585714<br>0.00657143<br>0.00571429<br>0.00642857<br>0.007 | 0.00647143       | 4.17462e-07 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.119143<br>0.122<br>0.123<br>0.120714<br>0.117429<br>0.119143<br>0.119857<br>0.119857<br>0.12<br>0.121                             | 0.120214         | 2.46338e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0872857<br>0.0911429<br>0.0897143<br>0.086<br>0.088<br>0.0881429<br>0.0878571<br>0.0915714<br>0.0855714<br>0.0902857              | 0.0885571        | 4.2379e-06  |

## 7.5 Надёжность $R$

Третьим критерием, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является надёжность  $R$ . Конкретные формулы, по которым происходило подсчитывание критерия в виде ошибки по значениям целевой функции вы можете найти на сайте в описании конкретной тестовой функции: <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 18. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0               | 0.001            | 1e-05       |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0<br>0.01<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0 | 0.004            | 2.66667e-05 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0             | 0                | 0           |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.02<br>0    | 0.004            | 4.88889e-05 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0             | 0                | 0           |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 18. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                        | 0                | 0           |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0.01<br>0                    | 0.004            | 2.66667e-05 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0<br>0.01<br>0.04<br>0.02<br>0<br>0.02<br>0.02<br>0<br>0.02<br>0 | 0.013            | 0.000178889 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                        | 0                | 0           |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0    | 0.005            | 2.77778e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 18. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0   | 0                | 0           |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0   | 0                | 0           |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.23<br>0.32<br>0.28<br>0.23<br>0.27<br>0.3<br>0.31<br>0.3<br>0.28<br>0.22   | 0.274            | 0.00129333  |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.38<br>0.34<br>0.46<br>0.41<br>0.48<br>0.45<br>0.41<br>0.41<br>0.52<br>0.42 | 0.428            | 0.00264     |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.03<br>0<br>0.01<br>0.03<br>0.01<br>0.02<br>0.02<br>0.01<br>0.01<br>0.03    | 0.017            | 0.000112222 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 18. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.29<br>0.18<br>0.25<br>0.16<br>0.22<br>0.16<br>0.2<br>0.16<br>0.24<br>0.18 | 0.204            | 0.00200444  |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                   | 0                | 0           |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                   | 0                | 0           |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                | 0.001            | 1e-05       |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.01<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0            | 0.006            | 2.66667e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 18. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                           | 0                | 0           |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0.01<br>0.01<br>0.02<br>0.04<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0 | 0.011            | 0.000143333 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                           | 0                | 0           |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                           | 0                | 0           |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0.01<br>0<br>0.03<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0             | 0.005            | 9.44444e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |



Таблица 18. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.02<br>0.02<br>0.03<br>0.03<br>0.05<br>0.02<br>0.03<br>0.01<br>0.03<br>0.03 | 0.027            | 0.000112222 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0                            | 0.001            | 1e-05       |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.02<br>0.03<br>0.03<br>0.02<br>0.02<br>0.01<br>0.05<br>0.02<br>0.02<br>0.02 | 0.024            | 0.000115556 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                               | 0                | 0           |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                               | 0                | 0           |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 18. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия  |
|--------------------------------------|---|--|------------------|------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.55<br>0.53<br>0.52<br>0.57<br>0.44<br>0.54<br>0.58<br>0.55<br>0.47<br>0.61 | 0.536            | 0.00253778 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.58<br>0.62<br>0.69<br>0.62<br>0.66<br>0.61<br>0.6<br>0.7<br>0.56<br>0.55   | 0.619            | 0.00261    |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.1<br>0.08<br>0.13<br>0.14<br>0.12<br>0.15<br>0.09<br>0.12<br>0.14<br>0.16  | 0.123            | 0.00069    |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.57<br>0.55<br>0.49<br>0.53<br>0.46<br>0.43<br>0.45<br>0.54<br>0.46<br>0.47 | 0.495            | 0.00236111 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                               | 0                | 0          |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |            |

Таблица 18. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида   | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                        | 0                | 0           |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                           | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                        | 0                | 0           |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0.02<br>0       | 0.005            | 5e-05       |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                     | 0.001            | 1e-05       |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.01<br>0.02<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.02<br>0.03<br>0.02<br>0.01 | 0.011            | 0.000121111 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 18. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                      | 0                | 0           |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                      | 0                | 0           |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.01<br>0<br>0.02<br>0.03<br>0<br>0<br>0.01<br>0.02<br>0.01<br>0          | 0.01             | 0.000111111 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.04<br>0.03<br>0.06<br>0.09<br>0.07<br>0.05<br>0.03<br>0.02<br>0<br>0.04 | 0.043            | 0.000667778 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01                      | 0.002            | 1.77778e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 18. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.06<br>0.03<br>0.04<br>0.05<br>0.04<br>0.04<br>0.05<br>0<br>0.08            | 0.043            | 0.000423333 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                    | 0                | 0           |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                    | 0                | 0           |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.64<br>0.66<br>0.55<br>0.68<br>0.62<br>0.68<br>0.58<br>0.58<br>0.64<br>0.59 | 0.622            | 0.00206222  |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.66<br>0.74<br>0.62<br>0.66<br>0.6<br>0.79<br>0.64<br>0.62<br>0.61<br>0.63  | 0.657            | 0.00375667  |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 18. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 70)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия  |
|----|--|--|------------------|------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.19<br>0.19<br>0.18<br>0.17<br>0.14<br>0.11<br>0.21<br>0.19<br>0.22<br>0.17 | 0.177            | 0.00104556 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.63<br>0.61<br>0.55<br>0.55<br>0.67<br>0.66<br>0.64<br>0.65<br>0.6<br>0.59  | 0.615            | 0.00182778 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                               | 0                | 0          |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                               | 0                | 0          |

## 8 Исследование эффективности алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

В данной работе, автором проведено исследование алгоритма «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках». Ниже приведена информация об этом исследовании.

### 8.1 Информация об исследовании

|   |  |
|---|--|
| <b>Автор исследования:</b>  | Сергиенко Антон Борисович.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 27.01.2014 23:14:36.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 27.01.2014 23:14:36.   |
| <b>Идентификатор алгоритма:</b>   | MHL_StandartBinaryGeneticAlgorithm.                                      |
| <b>Полное название алгоритма:</b>   | Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках. |
| <b>Идентификатор исследуемой тестовой функции:</b>                                      | MHL_TestFunction_SumVector.  |
| <b>Полное название тестовой функции:</b>  | Сумма всех элементов бинарного вектора.                                  |
| <b>Размерность тестовой функции:</b>  | 80   |
| <b>Количество измерений для каждого варианта настроек алгоритма:</b>                    | 10   |
| <b>Количество запусков алгоритма в каждом из экспериментов:</b>                         | 100  |
| <b>Максимальное допустимое число вычислений целевой функции:</b>                        | 1521   |
| <b>Количество проверяемых параметров алгоритма оптимизации:</b>                         | 4  |
| <b>Количество комбинаций вариантов настроек:</b>  | 54   |
| <b>Общий объем максимального числа вычислений целевой функции во всем исследовании:</b> | 82134000   |

Информацию о исследуемой функции можно найти по адресу:

<https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>

Информацию о исследуемом алгоритме оптимизации можно найти по адресу:

<https://github.com/Harrix/HarrixOptimizationAlgorithms>

## 8.2 Параметры алгоритма оптимизации

Исследуемый алгоритм оптимизации проверялся по эффективности по некоторому конечному множеству возможных настроек алгоритма. Как написано выше, всего возможных параметров алгоритма было 4 штук. В формуле 31 показано множество проверяемых параметров алгоритма.

$$Parameters = \begin{pmatrix} \text{Тип селекции} \\ \text{Тип скрещивания} \\ \text{Тип мутации} \\ \text{Тип формирования нового поколения} \end{pmatrix}. \quad (31)$$

Теперь рассмотрим, какие значения может принимать каждый из параметров.

$$Parameters^1 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Пропорциональная селекция} \\ \text{Ранговая селекция} \\ \text{Турнирная селекция} \end{array} \right\}. \quad (32)$$

$$Parameters^2 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Одноточечное скрещивание} \\ \text{Двухточечное скрещивание} \\ \text{Равномерное скрещивание} \end{array} \right\}. \quad (33)$$

$$Parameters^3 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Слабая мутация} \\ \text{Средняя мутация} \\ \text{Сильная мутация} \end{array} \right\}. \quad (34)$$

$$Parameters^4 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Только потомки} \\ \text{Только потомки и копия лучшего индивида} \end{array} \right\}. \quad (35)$$

## 8.3 Ошибка по входным параметрам $E_x$

Одним из критериев, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является ошибка по входным параметрам  $E_x$ . В результате проделанных экспериментов были получены следующие данные, представленные ниже в таблице. <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.



Таблица 19. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.092125<br>0.099625<br>0.092375<br>0.097125<br>0.094<br>0.097625<br>0.097875<br>0.092375<br>0.098375<br>0.096125 | 0.0957625        | 7.88351e-06 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.075<br>0.07575<br>0.07675<br>0.0735<br>0.074125<br>0.073<br>0.075375<br>0.076875<br>0.07525<br>0.0795           | 0.0755125        | 3.55365e-06 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.096625<br>0.09425<br>0.09325<br>0.094875<br>0.09725<br>0.0965<br>0.09775<br>0.098875<br>0.09625<br>0.097375     | 0.0963           | 2.94167e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.06575<br>0.068375<br>0.06925<br>0.06975<br>0.06625<br>0.068125<br>0.0665<br>0.067375<br>0.065625<br>0.07025     | 0.067725         | 2.83264e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.168625<br>0.168375<br>0.174125<br>0.1685<br>0.168625<br>0.163625<br>0.16675<br>0.169<br>0.172375<br>0.1675      | 0.16875          | 8.23958e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 19. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.129<br>0.127375<br>0.124875<br>0.121125<br>0.124125<br>0.124375<br>0.125625<br>0.12725<br>0.127625<br>0.129     | 0.126038         | 6.15642e-06 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.07075<br>0.0715<br>0.06725<br>0.071125<br>0.073375<br>0.07125<br>0.07425<br>0.076<br>0.07425<br>0.072           | 0.072175         | 5.93472e-06 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.058375<br>0.056375<br>0.056625<br>0.05525<br>0.056<br>0.0605<br>0.059625<br>0.059375<br>0.058125<br>0.06        | 0.058025         | 3.44722e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.084875<br>0.082375<br>0.087125<br>0.083125<br>0.081875<br>0.083375<br>0.084625<br>0.081<br>0.081625<br>0.083125 | 0.0833125        | 3.32378e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.053875<br>0.054375<br>0.053125<br>0.05475<br>0.054375<br>0.057<br>0.05575<br>0.056625<br>0.061875<br>0.0575     | 0.055925         | 6.42083e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 19. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.163875<br>0.164875<br>0.16025<br>0.165125<br>0.164875<br>0.16025<br>0.163125<br>0.163<br>0.162375<br>0.16275 | 0.16305          | 3.09792e-06 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.12125<br>0.122625<br>0.120875<br>0.12325<br>0.119625<br>0.12225<br>0.119375<br>0.122<br>0.121375<br>0.1235   | 0.121612         | 1.94601e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.016625<br>0.016625<br>0.015875<br>0.01775<br>0.018<br>0.01675<br>0.016875<br>0.015<br>0.017875<br>0.017625   | 0.0169           | 9.15972e-07 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.011625<br>0.012125<br>0.0125<br>0.011375<br>0.013875<br>0.011125<br>0.0115<br>0.0135<br>0.012625<br>0.012875 | 0.0123125        | 8.61979e-07 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.04175<br>0.0435<br>0.03975<br>0.045375<br>0.04325<br>0.042625<br>0.04425<br>0.04425<br>0.04425<br>0.042      | 0.0431           | 2.64514e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 19. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.019375<br>0.016875<br>0.018625<br>0.018875<br>0.02<br>0.020375<br>0.01775<br>0.0185<br>0.019875<br>0.019      | 0.018925         | 1.13611e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.142125<br>0.144625<br>0.145875<br>0.14675<br>0.141<br>0.141<br>0.140625<br>0.143875<br>0.1415<br>0.14525      | 0.143262         | 5.19601e-06 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.107<br>0.10375<br>0.10625<br>0.105625<br>0.102125<br>0.107375<br>0.106125<br>0.104125<br>0.103375<br>0.103875 | 0.104963         | 3.03837e-06 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.07975<br>0.079625<br>0.07925<br>0.082125<br>0.0805<br>0.079625<br>0.0795<br>0.08325<br>0.078625<br>0.08       | 0.080225         | 1.98542e-06 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.06525<br>0.0665<br>0.0635<br>0.061625<br>0.063125<br>0.061875<br>0.065375<br>0.066<br>0.066625<br>0.062125    | 0.0642           | 3.87569e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 19. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.08<br>0.078125<br>0.08<br>0.07925<br>0.07675<br>0.077875<br>0.077<br>0.07825<br>0.077375<br>0.078625          | 0.078325         | 1.32708e-06 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.051375<br>0.04975<br>0.053875<br>0.05375<br>0.05175<br>0.049375<br>0.052625<br>0.05375<br>0.05075<br>0.052625 | 0.0519625        | 2.70851e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.14725<br>0.155375<br>0.152625<br>0.154<br>0.1555<br>0.1545<br>0.1595<br>0.156375<br>0.154375<br>0.15175       | 0.154125         | 1.0309e-05  |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.118125<br>0.117<br>0.11675<br>0.114875<br>0.1145<br>0.121125<br>0.117<br>0.119<br>0.11775<br>0.11775          | 0.117388         | 3.63698e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.062625<br>0.060875<br>0.05975<br>0.05825<br>0.057625<br>0.059<br>0.05925<br>0.05625<br>0.058125<br>0.0575     | 0.058925         | 3.36181e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 19. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0.0425<br>0.043875<br>0.04425<br>0.046625<br>0.043<br>0.042<br>0.047<br>0.045375<br>0.041125<br>0.048         | 0.044375         | 5.32986e-06 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.0665<br>0.0675<br>0.06275<br>0.068125<br>0.065875<br>0.065<br>0.061125<br>0.0665<br>0.06425<br>0.0655       | 0.0653125        | 4.57726e-06 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.042625<br>0.040875<br>0.042<br>0.042<br>0.03925<br>0.04<br>0.04025<br>0.04375<br>0.039125<br>0.0395         | 0.0409375        | 2.50781e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.148<br>0.149<br>0.146375<br>0.149875<br>0.145875<br>0.14625<br>0.148625<br>0.147875<br>0.147625<br>0.150375 | 0.147987         | 2.32448e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.111875<br>0.11175<br>0.11625<br>0.115125<br>0.109375<br>0.112875<br>0.111<br>0.112<br>0.1105<br>0.113625    | 0.112438         | 4.39323e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 19. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0075<br>0.008375<br>0.00875<br>0.0095<br>0.01125<br>0.01025<br>0.008375<br>0.008<br>0.008875<br>0.00775      | 0.0088625        | 1.37309e-06 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.00725<br>0.007125<br>0.006375<br>0.0065<br>0.00475<br>0.006625<br>0.00675<br>0.0065<br>0.00725<br>0.00675    | 0.0065875        | 5.17535e-07 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.020875<br>0.021625<br>0.023<br>0.0205<br>0.019875<br>0.02275<br>0.022375<br>0.02275<br>0.022125<br>0.02025   | 0.0216125        | 1.3349e-06  |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.009125<br>0.006<br>0.008125<br>0.01175<br>0.00825<br>0.007125<br>0.007875<br>0.008125<br>0.00675<br>0.009375 | 0.00825          | 2.55903e-06 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.119<br>0.1255<br>0.12275<br>0.122<br>0.123125<br>0.123125<br>0.12525<br>0.125875<br>0.1225<br>0.122125       | 0.123125         | 4.17014e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 19. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0925<br>0.091875<br>0.0945<br>0.093<br>0.09075<br>0.093875<br>0.090375<br>0.090125<br>0.093<br>0.090875  | 0.0920875        | 2.32656e-06 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.075875<br>0.069375<br>0.0755<br>0.070625<br>0.075<br>0.072<br>0.0785<br>0.07325<br>0.074125<br>0.075625  | 0.0739875        | 7.44601e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.060625<br>0.05725<br>0.0575<br>0.062<br>0.05875<br>0.056875<br>0.0585<br>0.061375<br>0.0595<br>0.061     | 0.0593375        | 3.39253e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.072375<br>0.0725<br>0.072<br>0.074<br>0.074875<br>0.07525<br>0.07175<br>0.07625<br>0.074125<br>0.073125  | 0.073625         | 2.30208e-06 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.04475<br>0.05<br>0.045875<br>0.049625<br>0.048875<br>0.04675<br>0.050875<br>0.0475<br>0.0505<br>0.050375 | 0.0485125        | 4.6474e-06  |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |



Таблица 19. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.14575<br>0.146875<br>0.1485<br>0.148875<br>0.1465<br>0.14975<br>0.150125<br>0.151875<br>0.151375<br>0.14925   | 0.148888         | 4.14045e-06 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.114625<br>0.110125<br>0.114375<br>0.115<br>0.108375<br>0.110875<br>0.11275<br>0.11125<br>0.112625<br>0.111625 | 0.112163         | 4.53837e-06 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.052625<br>0.0485<br>0.049875<br>0.051<br>0.052625<br>0.049375<br>0.05325<br>0.053<br>0.052375<br>0.054625     | 0.051725         | 3.80833e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.040875<br>0.04025<br>0.045375<br>0.044<br>0.04025<br>0.043625<br>0.041625<br>0.044<br>0.041625<br>0.0465      | 0.0428125        | 4.81684e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.058125<br>0.057375<br>0.05825<br>0.05575<br>0.0565<br>0.061375<br>0.06125<br>0.057<br>0.056375<br>0.058       | 0.058            | 3.70833e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 19. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.03675<br>0.038<br>0.03325<br>0.0395<br>0.035625<br>0.034875<br>0.03675<br>0.036875<br>0.039<br>0.035875    | 0.03665          | 3.54444e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.143625<br>0.1415<br>0.14175<br>0.142<br>0.14375<br>0.139875<br>0.140875<br>0.141875<br>0.1405<br>0.140125  | 0.141588         | 1.76406e-06 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.10475<br>0.1095<br>0.10675<br>0.105875<br>0.10975<br>0.105125<br>0.107125<br>0.108625<br>0.1055<br>0.106   | 0.1069           | 3.28056e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0065<br>0.008<br>0.005125<br>0.006125<br>0.006625<br>0.0045<br>0.005375<br>0.006875<br>0.00575<br>0.00575  | 0.0060625        | 9.90451e-07 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.005125<br>0.004875<br>0.004875<br>0.005125<br>0.00675<br>0.005<br>0.00425<br>0.006125<br>0.00675<br>0.0055 | 0.0054375        | 7.05729e-07 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 19. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|----|--|--|------------------|-------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.017125<br>0.015875<br>0.015625<br>0.01675<br>0.01675<br>0.015875<br>0.019125<br>0.019375<br>0.0145<br>0.016625 | 0.0167625        | 2.28281e-06 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.00625<br>0.005875<br>0.005375<br>0.00625<br>0.00525<br>0.00575<br>0.007125<br>0.00625<br>0.0055<br>0.007       | 0.0060625        | 4.1059e-07  |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.120125<br>0.11625<br>0.117625<br>0.115375<br>0.11475<br>0.116125<br>0.113<br>0.11525<br>0.116875<br>0.1185     | 0.116388         | 4.0849e-06  |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.08625<br>0.084625<br>0.08525<br>0.084875<br>0.086875<br>0.085875<br>0.086375<br>0.084875<br>0.08525<br>0.08675 | 0.0857           | 6.88194e-07 |

#### 8.4 Ошибка по значениям целевой функции $E_y$

Другим критерием, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является ошибка по значениям целевой функции  $E_y$ . Конкретные формулы, по которым происходило подсчитывание критерия в виде ошибки по значениям целевой функции вы можете найти на сайте в описании конкретной тестовой функции: <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 20. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.092125<br>0.099625<br>0.092375<br>0.097125<br>0.094<br>0.097625<br>0.097875<br>0.092375<br>0.098375<br>0.096125 | 0.0957625        | 7.88351e-06 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.075<br>0.07575<br>0.07675<br>0.0735<br>0.074125<br>0.073<br>0.075375<br>0.076875<br>0.07525<br>0.0795           | 0.0755125        | 3.55365e-06 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.096625<br>0.09425<br>0.09325<br>0.094875<br>0.09725<br>0.0965<br>0.09775<br>0.098875<br>0.09625<br>0.097375     | 0.0963           | 2.94167e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.06575<br>0.068375<br>0.06925<br>0.06975<br>0.06625<br>0.068125<br>0.0665<br>0.067375<br>0.065625<br>0.07025     | 0.067725         | 2.83264e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.168625<br>0.168375<br>0.174125<br>0.1685<br>0.168625<br>0.163625<br>0.16675<br>0.169<br>0.172375<br>0.1675      | 0.16875          | 8.23958e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 20. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.129<br>0.127375<br>0.124875<br>0.121125<br>0.124125<br>0.124375<br>0.125625<br>0.12725<br>0.127625<br>0.129     | 0.126038         | 6.15642e-06 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.07075<br>0.0715<br>0.06725<br>0.071125<br>0.073375<br>0.07125<br>0.07425<br>0.076<br>0.07425<br>0.072           | 0.072175         | 5.93472e-06 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.058375<br>0.056375<br>0.056625<br>0.05525<br>0.056<br>0.0605<br>0.059625<br>0.059375<br>0.058125<br>0.06        | 0.058025         | 3.44722e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.084875<br>0.082375<br>0.087125<br>0.083125<br>0.081875<br>0.083375<br>0.084625<br>0.081<br>0.081625<br>0.083125 | 0.0833125        | 3.32378e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.053875<br>0.054375<br>0.053125<br>0.05475<br>0.054375<br>0.057<br>0.05575<br>0.056625<br>0.061875<br>0.0575     | 0.055925         | 6.42083e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 20. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.163875<br>0.164875<br>0.16025<br>0.165125<br>0.164875<br>0.16025<br>0.163125<br>0.163<br>0.162375<br>0.16275 | 0.16305          | 3.09792e-06 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.12125<br>0.122625<br>0.120875<br>0.12325<br>0.119625<br>0.12225<br>0.119375<br>0.122<br>0.121375<br>0.1235   | 0.121612         | 1.94601e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.016625<br>0.016625<br>0.015875<br>0.01775<br>0.018<br>0.01675<br>0.016875<br>0.015<br>0.017875<br>0.017625   | 0.0169           | 9.15972e-07 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.011625<br>0.012125<br>0.0125<br>0.011375<br>0.013875<br>0.011125<br>0.0115<br>0.0135<br>0.012625<br>0.012875 | 0.0123125        | 8.61979e-07 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.04175<br>0.0435<br>0.03975<br>0.045375<br>0.04325<br>0.042625<br>0.04425<br>0.04425<br>0.04425<br>0.042      | 0.0431           | 2.64514e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 20. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.019375<br>0.016875<br>0.018625<br>0.018875<br>0.02<br>0.020375<br>0.01775<br>0.0185<br>0.019875<br>0.019      | 0.018925         | 1.13611e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.142125<br>0.144625<br>0.145875<br>0.14675<br>0.141<br>0.141<br>0.140625<br>0.143875<br>0.1415<br>0.14525      | 0.143262         | 5.19601e-06 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.107<br>0.10375<br>0.10625<br>0.105625<br>0.102125<br>0.107375<br>0.106125<br>0.104125<br>0.103375<br>0.103875 | 0.104963         | 3.03837e-06 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.07975<br>0.079625<br>0.07925<br>0.082125<br>0.0805<br>0.079625<br>0.0795<br>0.08325<br>0.078625<br>0.08       | 0.080225         | 1.98542e-06 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.06525<br>0.0665<br>0.0635<br>0.061625<br>0.063125<br>0.061875<br>0.065375<br>0.066<br>0.066625<br>0.062125    | 0.0642           | 3.87569e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 20. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.08<br>0.078125<br>0.08<br>0.07925<br>0.07675<br>0.077875<br>0.077<br>0.07825<br>0.077375<br>0.078625          | 0.078325         | 1.32708e-06 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.051375<br>0.04975<br>0.053875<br>0.05375<br>0.05175<br>0.049375<br>0.052625<br>0.05375<br>0.05075<br>0.052625 | 0.0519625        | 2.70851e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.14725<br>0.155375<br>0.152625<br>0.154<br>0.1555<br>0.1545<br>0.1595<br>0.156375<br>0.154375<br>0.15175       | 0.154125         | 1.0309e-05  |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.118125<br>0.117<br>0.11675<br>0.114875<br>0.1145<br>0.121125<br>0.117<br>0.119<br>0.11775<br>0.11775          | 0.117388         | 3.63698e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.062625<br>0.060875<br>0.05975<br>0.05825<br>0.057625<br>0.059<br>0.05925<br>0.05625<br>0.058125<br>0.0575     | 0.058925         | 3.36181e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |



Таблица 20. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0.0425<br>0.043875<br>0.04425<br>0.046625<br>0.043<br>0.042<br>0.047<br>0.045375<br>0.041125<br>0.048         | 0.044375         | 5.32986e-06 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.0665<br>0.0675<br>0.06275<br>0.068125<br>0.065875<br>0.065<br>0.061125<br>0.0665<br>0.06425<br>0.0655       | 0.0653125        | 4.57726e-06 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.042625<br>0.040875<br>0.042<br>0.042<br>0.03925<br>0.04<br>0.04025<br>0.04375<br>0.039125<br>0.0395         | 0.0409375        | 2.50781e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.148<br>0.149<br>0.146375<br>0.149875<br>0.145875<br>0.14625<br>0.148625<br>0.147875<br>0.147625<br>0.150375 | 0.147987         | 2.32448e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.111875<br>0.11175<br>0.11625<br>0.115125<br>0.109375<br>0.112875<br>0.111<br>0.112<br>0.1105<br>0.113625    | 0.112438         | 4.39323e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 20. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0075<br>0.008375<br>0.00875<br>0.0095<br>0.01125<br>0.01025<br>0.008375<br>0.008<br>0.008875<br>0.00775      | 0.0088625        | 1.37309e-06 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.00725<br>0.007125<br>0.006375<br>0.0065<br>0.00475<br>0.006625<br>0.00675<br>0.0065<br>0.00725<br>0.00675    | 0.0065875        | 5.17535e-07 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.020875<br>0.021625<br>0.023<br>0.0205<br>0.019875<br>0.02275<br>0.022375<br>0.02275<br>0.022125<br>0.02025   | 0.0216125        | 1.3349e-06  |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.009125<br>0.006<br>0.008125<br>0.01175<br>0.00825<br>0.007125<br>0.007875<br>0.008125<br>0.00675<br>0.009375 | 0.00825          | 2.55903e-06 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.119<br>0.1255<br>0.12275<br>0.122<br>0.123125<br>0.123125<br>0.12525<br>0.125875<br>0.1225<br>0.122125       | 0.123125         | 4.17014e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 20. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0925<br>0.091875<br>0.0945<br>0.093<br>0.09075<br>0.093875<br>0.090375<br>0.090125<br>0.093<br>0.090875  | 0.0920875        | 2.32656e-06 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.075875<br>0.069375<br>0.0755<br>0.070625<br>0.075<br>0.072<br>0.0785<br>0.07325<br>0.074125<br>0.075625  | 0.0739875        | 7.44601e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.060625<br>0.05725<br>0.0575<br>0.062<br>0.05875<br>0.056875<br>0.0585<br>0.061375<br>0.0595<br>0.061     | 0.0593375        | 3.39253e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.072375<br>0.0725<br>0.072<br>0.074<br>0.074875<br>0.07525<br>0.07175<br>0.07625<br>0.074125<br>0.073125  | 0.073625         | 2.30208e-06 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.04475<br>0.05<br>0.045875<br>0.049625<br>0.048875<br>0.04675<br>0.050875<br>0.0475<br>0.0505<br>0.050375 | 0.0485125        | 4.6474e-06  |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 20. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.14575<br>0.146875<br>0.1485<br>0.148875<br>0.1465<br>0.14975<br>0.150125<br>0.151875<br>0.151375<br>0.14925   | 0.148888         | 4.14045e-06 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.114625<br>0.110125<br>0.114375<br>0.115<br>0.108375<br>0.110875<br>0.11275<br>0.11125<br>0.112625<br>0.111625 | 0.112163         | 4.53837e-06 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.052625<br>0.0485<br>0.049875<br>0.051<br>0.052625<br>0.049375<br>0.05325<br>0.053<br>0.052375<br>0.054625     | 0.051725         | 3.80833e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.040875<br>0.04025<br>0.045375<br>0.044<br>0.04025<br>0.043625<br>0.041625<br>0.044<br>0.041625<br>0.0465      | 0.0428125        | 4.81684e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.058125<br>0.057375<br>0.05825<br>0.05575<br>0.0565<br>0.061375<br>0.06125<br>0.057<br>0.056375<br>0.058       | 0.058            | 3.70833e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 20. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.03675<br>0.038<br>0.03325<br>0.0395<br>0.035625<br>0.034875<br>0.03675<br>0.036875<br>0.039<br>0.035875    | 0.03665          | 3.54444e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.143625<br>0.1415<br>0.14175<br>0.142<br>0.14375<br>0.139875<br>0.140875<br>0.141875<br>0.1405<br>0.140125  | 0.141588         | 1.76406e-06 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.10475<br>0.1095<br>0.10675<br>0.105875<br>0.10975<br>0.105125<br>0.107125<br>0.108625<br>0.1055<br>0.106   | 0.1069           | 3.28056e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0065<br>0.008<br>0.005125<br>0.006125<br>0.006625<br>0.0045<br>0.005375<br>0.006875<br>0.00575<br>0.00575  | 0.0060625        | 9.90451e-07 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.005125<br>0.004875<br>0.004875<br>0.005125<br>0.00675<br>0.005<br>0.00425<br>0.006125<br>0.00675<br>0.0055 | 0.0054375        | 7.05729e-07 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 20. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|----|--|--|------------------|-------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.017125<br>0.015875<br>0.015625<br>0.01675<br>0.01675<br>0.015875<br>0.019125<br>0.019375<br>0.0145<br>0.016625 | 0.0167625        | 2.28281e-06 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.00625<br>0.005875<br>0.005375<br>0.00625<br>0.00525<br>0.00575<br>0.007125<br>0.00625<br>0.0055<br>0.007       | 0.0060625        | 4.1059e-07  |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.120125<br>0.11625<br>0.117625<br>0.115375<br>0.11475<br>0.116125<br>0.113<br>0.11525<br>0.116875<br>0.1185     | 0.116388         | 4.0849e-06  |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.08625<br>0.084625<br>0.08525<br>0.084875<br>0.086875<br>0.085875<br>0.086375<br>0.084875<br>0.08525<br>0.08675 | 0.0857           | 6.88194e-07 |

## 8.5 Надёжность $R$

Третьим критерием, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является надёжность  $R$ . Конкретные формулы, по которым происходило подсчитывание критерия в виде ошибки по значениям целевой функции вы можете найти на сайте в описании конкретной тестовой функции: <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 21. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$                     | Среднее значение | Дисперсия |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-----------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0    | 0                | 0         |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0    | 0                | 0         |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0    | 0                | 0         |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0.001            | 1e-05     |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0    | 0                | 0         |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |           |

Таблица 21. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$                                  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0            | 0                | 0           |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0         | 0.001            | 1e-05       |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01 | 0.002            | 1.77778e-05 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0       | 0                | 0           |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0    | 0.001            | 1e-05       |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |



Таблица 21. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                    | 0                | 0           |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                    | 0                | 0           |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.32<br>0.22<br>0.25<br>0.21<br>0.22<br>0.2<br>0.23<br>0.24<br>0.24<br>0.24  | 0.237            | 0.00109     |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.39<br>0.36<br>0.32<br>0.35<br>0.35<br>0.39<br>0.38<br>0.29<br>0.37<br>0.32 | 0.352            | 0.00110667  |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.02<br>0.01<br>0.02<br>0.01<br>0<br>0.02<br>0<br>0<br>0<br>0.01             | 0.009            | 7.66667e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 21. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия  |
|--------------------------------------|---|---|------------------|------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.14<br>0.26<br>0.17<br>0.15<br>0.19<br>0.12<br>0.24<br>0.2<br>0.15<br>0.12 | 0.174            | 0.00231556 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                   | 0                | 0          |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                   | 0                | 0          |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                   | 0                | 0          |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                           | 0.001            | 1e-05      |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |            |

Таблица 21. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$                                   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0             | 0                | 0           |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.01<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0.02<br>0 | 0.005            | 5e-05       |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0             | 0                | 0           |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0             | 0                | 0           |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01       | 0.002            | 1.77778e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 21. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.02<br>0.01<br>0.02<br>0.01<br>0.02<br>0.02<br>0.01<br>0.02<br>0.03<br>0 | 0.016            | 7.11111e-05 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                            | 0                | 0           |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0.03<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0.02<br>0.01<br>0.02          | 0.01             | 0.000111111 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                            | 0                | 0           |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                            | 0                | 0           |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 21. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия  |
|--------------------------------------|---|--|------------------|------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.56<br>0.52<br>0.46<br>0.48<br>0.37<br>0.48<br>0.49<br>0.5<br>0.47<br>0.49  | 0.482            | 0.00235111 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.58<br>0.61<br>0.59<br>0.54<br>0.68<br>0.62<br>0.53<br>0.56<br>0.55<br>0.58 | 0.584            | 0.00198222 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.06<br>0.11<br>0.05<br>0.1<br>0.11<br>0.05<br>0.1<br>0.1<br>0.07<br>0.16    | 0.091            | 0.00116556 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.45<br>0.58<br>0.46<br>0.37<br>0.48<br>0.56<br>0.51<br>0.48<br>0.57<br>0.41 | 0.487            | 0.00480111 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                               | 0                | 0          |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |            |

Таблица 21. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                           | 0                | 0           |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                           | 0                | 0           |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                           | 0                | 0           |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                           | 0                | 0           |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.01<br>0<br>0.02<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0.02<br>0.01<br>0.01<br>0 | 0.009            | 5.44444e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 21. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                          | 0                | 0           |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                          | 0                | 0           |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.01<br>0<br>0.01<br>0.02<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0         | 0.005            | 5e-05       |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.01<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0<br>0.02<br>0<br>0<br>0 | 0.006            | 4.88889e-05 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                     | 0                | 0           |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 21. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.01<br>0<br>0.03<br>0<br>0.01<br>0.03<br>0.02<br>0.01<br>0.02<br>0.02      | 0.015            | 0.000116667 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                   | 0                | 0           |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                   | 0                | 0           |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.58<br>0.52<br>0.66<br>0.62<br>0.59<br>0.7<br>0.66<br>0.57<br>0.63<br>0.61 | 0.614            | 0.00271556  |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.67<br>0.66<br>0.66<br>0.68<br>0.58<br>0.67<br>0.7<br>0.6<br>0.56<br>0.67  | 0.645            | 0.00222778  |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |



Таблица 21. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 80)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия  |
|----|--|---|------------------|------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.14<br>0.21<br>0.21<br>0.18<br>0.19<br>0.24<br>0.16<br>0.07<br>0.24<br>0.2 | 0.184            | 0.00260444 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.57<br>0.61<br>0.59<br>0.57<br>0.63<br>0.6<br>0.54<br>0.56<br>0.62<br>0.53 | 0.582            | 0.00112889 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                              | 0                | 0          |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                              | 0                | 0          |

## 9 Исследование эффективности алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

В данной работе, автором проведено исследование алгоритма «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках». Ниже приведена информация об этом исследовании.

### 9.1 Информация об исследовании

|   |  |
|---|--|
| <b>Автор исследования:</b>  | Сергиенко Антон Борисович.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 27.01.2014 23:22:28.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 27.01.2014 23:22:28.   |
| <b>Идентификатор алгоритма:</b>   | MHL_StandartBinaryGeneticAlgorithm.                                      |
| <b>Полное название алгоритма:</b>   | Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках. |
| <b>Идентификатор исследуемой тестовой функции:</b>                                      | MHL_TestFunction_SumVector.  |
| <b>Полное название тестовой функции:</b>  | Сумма всех элементов бинарного вектора.                                  |
| <b>Размерность тестовой функции:</b>  | 90   |
| <b>Количество измерений для каждого варианта настроек алгоритма:</b>                    | 10   |
| <b>Количество запусков алгоритма в каждом из экспериментов:</b>                         | 100  |
| <b>Максимальное допустимое число вычислений целевой функции:</b>                        | 1764   |
| <b>Количество проверяемых параметров алгоритма оптимизации:</b>                         | 4  |
| <b>Количество комбинаций вариантов настроек:</b>  | 54   |
| <b>Общий объем максимального числа вычислений целевой функции во всем исследовании:</b> | 95256000   |

Информацию о исследуемой функции можно найти по адресу:

<https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>

Информацию о исследуемом алгоритме оптимизации можно найти по адресу:

<https://github.com/Harrix/HarrixOptimizationAlgorithms>

## 9.2 Параметры алгоритма оптимизации

Исследуемый алгоритм оптимизации проверялся по эффективности по некоторому конечному множеству возможных настроек алгоритма. Как написано выше, всего возможных параметров алгоритма было 4 штук. В формуле 36 показано множество проверяемых параметров алгоритма.

$$Parameters = \begin{pmatrix} \text{Тип селекции} \\ \text{Тип скрещивания} \\ \text{Тип мутации} \\ \text{Тип формирования нового поколения} \end{pmatrix}. \quad (36)$$

Теперь рассмотрим, какие значения может принимать каждый из параметров.

$$Parameters^1 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Пропорциональная селекция} \\ \text{Ранговая селекция} \\ \text{Турнирная селекция} \end{array} \right\}. \quad (37)$$

$$Parameters^2 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Одноточечное скрещивание} \\ \text{Двухточечное скрещивание} \\ \text{Равномерное скрещивание} \end{array} \right\}. \quad (38)$$

$$Parameters^3 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Слабая мутация} \\ \text{Средняя мутация} \\ \text{Сильная мутация} \end{array} \right\}. \quad (39)$$

$$Parameters^4 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Только потомки} \\ \text{Только потомки и копия лучшего индивида} \end{array} \right\}. \quad (40)$$

## 9.3 Ошибка по входным параметрам $E_x$

Одним из критериев, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является ошибка по входным параметрам  $E_x$ . В результате проделанных экспериментов были получены следующие данные, представленные ниже в таблице. <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 22. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0981111<br>0.0987778<br>0.0961111<br>0.0985556<br>0.101<br>0.0985556<br>0.102778<br>0.0973333<br>0.0971111<br>0.0973333      | 0.0985667        | 3.89996e-06 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0826667<br>0.0794444<br>0.0797778<br>0.0798889<br>0.0821111<br>0.0848889<br>0.0845556<br>0.0788889<br>0.0808889<br>0.0798889 | 0.0813           | 4.63667e-06 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0984444<br>0.0997778<br>0.100667<br>0.0973333<br>0.104778<br>0.0976667<br>0.0992222<br>0.0986667<br>0.0995556<br>0.100111    | 0.0996223        | 4.38497e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0692222<br>0.0698889<br>0.0715556<br>0.0703333<br>0.073<br>0.0698889<br>0.0678889<br>0.0697778<br>0.0683333<br>0.0677778     | 0.0697667        | 2.64871e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.168889<br>0.175222<br>0.169333<br>0.166333<br>0.167778<br>0.172889<br>0.167778<br>0.169556<br>0.166778<br>0.166              | 0.169056         | 8.69731e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 22. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.127<br>0.129556<br>0.128111<br>0.129<br>0.132556<br>0.129111<br>0.128889<br>0.129667<br>0.129444<br>0.125222                 | 0.128856         | 3.60845e-06 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0783333<br>0.0747778<br>0.0795556<br>0.0736667<br>0.0784444<br>0.0787778<br>0.0746667<br>0.0745556<br>0.0788889<br>0.079     | 0.0770667        | 5.39417e-06 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0616667<br>0.0647778<br>0.0611111<br>0.0594444<br>0.0612222<br>0.0634444<br>0.0617778<br>0.0615556<br>0.0594444<br>0.0645556 | 0.0619           | 3.44987e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0844444<br>0.0802222<br>0.0852222<br>0.0841111<br>0.0843333<br>0.0872222<br>0.0835556<br>0.0818889<br>0.0831111<br>0.0791111 | 0.0833222        | 5.6912e-06  |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0568889<br>0.0566667<br>0.0611111<br>0.0574444<br>0.0622222<br>0.06<br>0.0566667<br>0.0572222<br>0.0588889<br>0.0575556      | 0.0584667        | 4.00215e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 22. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.162889<br>0.166889<br>0.168<br>0.164667<br>0.165111<br>0.165333<br>0.164889<br>0.164667<br>0.164222<br>0.163889              | 0.165056         | 2.13229e-06 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.125444<br>0.123556<br>0.121<br>0.123889<br>0.121556<br>0.120667<br>0.118444<br>0.120111<br>0.119778<br>0.122333              | 0.121678         | 4.5609e-06  |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.018<br>0.0176667<br>0.0163333<br>0.0178889<br>0.0186667<br>0.0176667<br>0.0175556<br>0.0163333<br>0.0163333<br>0.0171111     | 0.0173556        | 6.49698e-07 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0131111<br>0.0124444<br>0.0101111<br>0.012<br>0.012<br>0.0128889<br>0.0127778<br>0.0136667<br>0.0128889<br>0.0118889         | 0.0123778        | 9.4981e-07  |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.0417778<br>0.0407778<br>0.0401111<br>0.0462222<br>0.0424444<br>0.0412222<br>0.0411111<br>0.0425556<br>0.0411111<br>0.0425556 | 0.0419889        | 2.88188e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 22. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0194444<br>0.0206667<br>0.0202222<br>0.0216667<br>0.0193333<br>0.0182222<br>0.0216667<br>0.0211111<br>0.0216667<br>0.0201111 | 0.0204111        | 1.36645e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.138889<br>0.144556<br>0.142111<br>0.144333<br>0.145222<br>0.144333<br>0.141444<br>0.141667<br>0.140444<br>0.142333           | 0.142533         | 4.17776e-06 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.104111<br>0.105556<br>0.105333<br>0.105778<br>0.107778<br>0.105333<br>0.108333<br>0.103111<br>0.104778<br>0.104889           | 0.1055           | 2.4314e-06  |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.0838889<br>0.0862222<br>0.0775556<br>0.0843333<br>0.0835556<br>0.0851111<br>0.0848889<br>0.0854444<br>0.0811111<br>0.0841111 | 0.0836222        | 6.4257e-06  |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.0681111<br>0.0675556<br>0.0648889<br>0.065<br>0.0658889<br>0.0657778<br>0.0685556<br>0.0655556<br>0.0678889<br>0.0656667     | 0.0664889        | 1.91002e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 22. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0783333<br>0.0785556<br>0.0817778<br>0.0813333<br>0.076<br>0.0804444<br>0.0805556<br>0.0802222<br>0.0801111<br>0.081         | 0.0798333        | 3.01028e-06 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0537778<br>0.0531111<br>0.0525556<br>0.0532222<br>0.0565556<br>0.0558889<br>0.0554444<br>0.0546667<br>0.0523333<br>0.0528889 | 0.0540445        | 2.23925e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.153556<br>0.153667<br>0.153778<br>0.152556<br>0.154111<br>0.155889<br>0.154667<br>0.152556<br>0.155667<br>0.152111           | 0.153856         | 1.63249e-06 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.122556<br>0.121111<br>0.120444<br>0.115444<br>0.120556<br>0.117<br>0.118556<br>0.119556<br>0.118889<br>0.116556              | 0.119067         | 4.96666e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0581111<br>0.0611111<br>0.0622222<br>0.0556667<br>0.0602222<br>0.0594444<br>0.06<br>0.0576667<br>0.0623333<br>0.059          | 0.0595778        | 4.33133e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |



Таблица 22. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0472222<br>0.0471111<br>0.0491111<br>0.0458889<br>0.0431111<br>0.0511111<br>0.0507778<br>0.0495556<br>0.0485556<br>0.0491111 | 0.0481556        | 5.78933e-06 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0643333<br>0.0655556<br>0.0651111<br>0.0657778<br>0.0653333<br>0.0632222<br>0.0631111<br>0.0677778<br>0.0657778<br>0.0668889 | 0.0652889        | 2.14051e-06 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0426667<br>0.0422222<br>0.042<br>0.0438889<br>0.0422222<br>0.0412222<br>0.0432222<br>0.0376667<br>0.0394444<br>0.0435556     | 0.0418111        | 3.73129e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.146667<br>0.148889<br>0.148333<br>0.148556<br>0.141667<br>0.145222<br>0.147778<br>0.144889<br>0.147556<br>0.148444           | 0.1468           | 5.17063e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.116<br>0.110667<br>0.112222<br>0.111333<br>0.110778<br>0.113333<br>0.115111<br>0.113222<br>0.112222<br>0.114444              | 0.112933         | 3.33629e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 22. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.00711111<br>0.00711111<br>0.007<br>0.00811111<br>0.00733333<br>0.00866667<br>0.00866667<br>0.008<br>0.00866667<br>0.00766667           | 0.00783333       | 4.67081e-07 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.00633333<br>0.00544444<br>0.00622222<br>0.00622222<br>0.00588889<br>0.00688889<br>0.00622222<br>0.00555556<br>0.00544444<br>0.00611111 | 0.00603333       | 2.08642e-07 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0201111<br>0.0192222<br>0.0212222<br>0.0186667<br>0.0185556<br>0.0167778<br>0.0205556<br>0.0226667<br>0.018<br>0.0197778               | 0.0195556        | 2.87242e-06 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.00788889<br>0.00711111<br>0.00744444<br>0.00833333<br>0.00766667<br>0.00844444<br>0.00733333<br>0.00766667<br>0.00833333<br>0.00733333 | 0.00775555       | 2.2716e-07  |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.121222<br>0.118222<br>0.121222<br>0.118444<br>0.117889<br>0.117556<br>0.117889<br>0.119222<br>0.117444<br>0.115889                     | 0.1185           | 2.77672e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 22. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0886667<br>0.0884444<br>0.0927778<br>0.0888889<br>0.0873333<br>0.0904444<br>0.0881111<br>0.093<br>0.0908889<br>0.0867778     | 0.0895333        | 4.66888e-06 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0778889<br>0.0812222<br>0.0776667<br>0.0746667<br>0.0761111<br>0.0785556<br>0.0783333<br>0.0775556<br>0.0784444<br>0.0804444 | 0.0780889        | 3.54396e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0661111<br>0.0652222<br>0.0622222<br>0.0604444<br>0.0631111<br>0.0626667<br>0.0642222<br>0.065<br>0.0613333<br>0.0642222     | 0.0634555        | 3.28521e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0691111<br>0.0731111<br>0.0761111<br>0.0754444<br>0.0737778<br>0.0733333<br>0.0716667<br>0.0742222<br>0.0735556<br>0.0771111 | 0.0737444        | 5.1606e-06  |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0514444<br>0.0502222<br>0.0513333<br>0.0512222<br>0.0525556<br>0.0475556<br>0.051<br>0.054<br>0.049<br>0.0498889             | 0.0508222        | 3.24058e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 22. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.144778<br>0.148333<br>0.151333<br>0.151667<br>0.148444<br>0.151667<br>0.152444<br>0.148667<br>0.150667<br>0.150222           | 0.149822         | 5.30356e-06 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.113778<br>0.115667<br>0.110444<br>0.118<br>0.114333<br>0.115222<br>0.117<br>0.113222<br>0.114667<br>0.115778                 | 0.114811         | 4.41223e-06 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0537778<br>0.0532222<br>0.0535556<br>0.0538889<br>0.057<br>0.0521111<br>0.0556667<br>0.0523333<br>0.056<br>0.0544444         | 0.0542           | 2.53171e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0437778<br>0.0433333<br>0.0461111<br>0.0442222<br>0.0455556<br>0.0435556<br>0.0474444<br>0.0425556<br>0.0474444<br>0.0445556 | 0.0448556        | 2.93559e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0585556<br>0.0596667<br>0.06<br>0.0577778<br>0.0582222<br>0.0577778<br>0.0576667<br>0.0586667<br>0.061<br>0.0584444          | 0.0587778        | 1.21536e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 22. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0381111<br>0.036<br>0.0383333<br>0.0403333<br>0.0382222<br>0.0431111<br>0.0383333<br>0.0347778<br>0.038<br>0.0377778              | 0.0383           | 5.04261e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.141444<br>0.143556<br>0.139778<br>0.142<br>0.140444<br>0.141222<br>0.143667<br>0.142556<br>0.144889<br>0.142                      | 0.142156         | 2.4318e-06  |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.107222<br>0.107667<br>0.107444<br>0.106222<br>0.109667<br>0.107111<br>0.107444<br>0.108222<br>0.111667<br>0.105889                | 0.107855         | 2.86763e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.00555556<br>0.00677778<br>0.00722222<br>0.00622222<br>0.00644444<br>0.008<br>0.00422222<br>0.00644444<br>0.00655556<br>0.00711111 | 0.00645555       | 1.04102e-06 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.00511111<br>0.00444444<br>0.00533333<br>0.00366667<br>0.005<br>0.00555556<br>0.00611111<br>0.00522222<br>0.00522222<br>0.00422222 | 0.00498889       | 4.95061e-07 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 22. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|----|--|--|------------------|-------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0133333<br>0.013<br>0.0131111<br>0.016<br>0.0148889<br>0.0154444<br>0.0154444<br>0.0156667<br>0.0137778<br>0.0124444                   | 0.0143111        | 1.71963e-06 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.00555556<br>0.00466667<br>0.00522222<br>0.00444444<br>0.00444444<br>0.00588889<br>0.00411111<br>0.00555556<br>0.00522222<br>0.00455556 | 0.00496667       | 3.56792e-07 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.111<br>0.110889<br>0.113889<br>0.112556<br>0.114667<br>0.114667<br>0.114333<br>0.116111<br>0.112<br>0.114                              | 0.113411         | 2.97399e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0842222<br>0.0858889<br>0.0837778<br>0.0837778<br>0.0844444<br>0.085<br>0.0833333<br>0.0846667<br>0.0823333<br>0.0833333               | 0.0840778        | 9.96047e-07 |

## 9.4 Ошибка по значениям целевой функции $E_y$

Другим критерием, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является ошибка по значениям целевой функции  $E_y$ . Конкретные формулы, по которым происходило подсчитывание критерия в виде ошибки по значениям целевой функции вы можете найти на сайте в описании конкретной тестовой функции: <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 23. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0981111<br>0.0987778<br>0.0961111<br>0.0985556<br>0.101<br>0.0985556<br>0.102778<br>0.0973333<br>0.0971111<br>0.0973333      | 0.0985667        | 3.89996e-06 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0826667<br>0.0794444<br>0.0797778<br>0.0798889<br>0.0821111<br>0.0848889<br>0.0845556<br>0.0788889<br>0.0808889<br>0.0798889 | 0.0813           | 4.63667e-06 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0984444<br>0.0997778<br>0.100667<br>0.0973333<br>0.104778<br>0.0976667<br>0.0992222<br>0.0986667<br>0.0995556<br>0.100111    | 0.0996223        | 4.38497e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0692222<br>0.0698889<br>0.0715556<br>0.0703333<br>0.073<br>0.0698889<br>0.0678889<br>0.0697778<br>0.0683333<br>0.0677778     | 0.0697667        | 2.64871e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.168889<br>0.175222<br>0.169333<br>0.166333<br>0.167778<br>0.172889<br>0.167778<br>0.169556<br>0.166778<br>0.166              | 0.169056         | 8.69731e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 23. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.127<br>0.129556<br>0.128111<br>0.129<br>0.132556<br>0.129111<br>0.128889<br>0.129667<br>0.129444<br>0.125222                 | 0.128856         | 3.60845e-06 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0783333<br>0.0747778<br>0.0795556<br>0.0736667<br>0.0784444<br>0.0787778<br>0.0746667<br>0.0745556<br>0.0788889<br>0.079     | 0.0770667        | 5.39417e-06 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0616667<br>0.0647778<br>0.0611111<br>0.0594444<br>0.0612222<br>0.0634444<br>0.0617778<br>0.0615556<br>0.0594444<br>0.0645556 | 0.0619           | 3.44987e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0844444<br>0.0802222<br>0.0852222<br>0.0841111<br>0.0843333<br>0.0872222<br>0.0835556<br>0.0818889<br>0.0831111<br>0.0791111 | 0.0833222        | 5.6912e-06  |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0568889<br>0.0566667<br>0.0611111<br>0.0574444<br>0.0622222<br>0.06<br>0.0566667<br>0.0572222<br>0.0588889<br>0.0575556      | 0.0584667        | 4.00215e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |



Таблица 23. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.162889<br>0.166889<br>0.168<br>0.164667<br>0.165111<br>0.165333<br>0.164889<br>0.164667<br>0.164222<br>0.163889              | 0.165056         | 2.13229e-06 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.125444<br>0.123556<br>0.121<br>0.123889<br>0.121556<br>0.120667<br>0.118444<br>0.120111<br>0.119778<br>0.122333              | 0.121678         | 4.5609e-06  |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.018<br>0.0176667<br>0.0163333<br>0.0178889<br>0.0186667<br>0.0176667<br>0.0175556<br>0.0163333<br>0.0163333<br>0.0171111     | 0.0173556        | 6.49698e-07 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0131111<br>0.0124444<br>0.0101111<br>0.012<br>0.012<br>0.0128889<br>0.0127778<br>0.0136667<br>0.0128889<br>0.0118889         | 0.0123778        | 9.4981e-07  |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.0417778<br>0.0407778<br>0.0401111<br>0.0462222<br>0.0424444<br>0.0412222<br>0.0411111<br>0.0425556<br>0.0411111<br>0.0425556 | 0.0419889        | 2.88188e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 23. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0194444<br>0.0206667<br>0.0202222<br>0.0216667<br>0.0193333<br>0.0182222<br>0.0216667<br>0.0211111<br>0.0216667<br>0.0201111 | 0.0204111        | 1.36645e-06 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.138889<br>0.144556<br>0.142111<br>0.144333<br>0.145222<br>0.144333<br>0.141444<br>0.141667<br>0.140444<br>0.142333           | 0.142533         | 4.17776e-06 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.104111<br>0.105556<br>0.105333<br>0.105778<br>0.107778<br>0.105333<br>0.108333<br>0.103111<br>0.104778<br>0.104889           | 0.1055           | 2.4314e-06  |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.0838889<br>0.0862222<br>0.0775556<br>0.0843333<br>0.0835556<br>0.0851111<br>0.0848889<br>0.0854444<br>0.0811111<br>0.0841111 | 0.0836222        | 6.4257e-06  |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.0681111<br>0.0675556<br>0.0648889<br>0.065<br>0.0658889<br>0.0657778<br>0.0685556<br>0.0655556<br>0.0678889<br>0.0656667     | 0.0664889        | 1.91002e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 23. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0783333<br>0.0785556<br>0.0817778<br>0.0813333<br>0.076<br>0.0804444<br>0.0805556<br>0.0802222<br>0.0801111<br>0.081         | 0.0798333        | 3.01028e-06 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0537778<br>0.0531111<br>0.0525556<br>0.0532222<br>0.0565556<br>0.0558889<br>0.0554444<br>0.0546667<br>0.0523333<br>0.0528889 | 0.0540445        | 2.23925e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.153556<br>0.153667<br>0.153778<br>0.152556<br>0.154111<br>0.155889<br>0.154667<br>0.152556<br>0.155667<br>0.152111           | 0.153856         | 1.63249e-06 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.122556<br>0.121111<br>0.120444<br>0.115444<br>0.120556<br>0.117<br>0.118556<br>0.119556<br>0.118889<br>0.116556              | 0.119067         | 4.96666e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0581111<br>0.0611111<br>0.0622222<br>0.0556667<br>0.0602222<br>0.0594444<br>0.06<br>0.0576667<br>0.0623333<br>0.059          | 0.0595778        | 4.33133e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 23. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида  | 0.0472222<br>0.0471111<br>0.0491111<br>0.0458889<br>0.0431111<br>0.0511111<br>0.0507778<br>0.0495556<br>0.0485556<br>0.0491111 | 0.0481556        | 5.78933e-06 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                          | 0.0643333<br>0.0655556<br>0.0651111<br>0.0657778<br>0.0653333<br>0.0632222<br>0.0631111<br>0.0677778<br>0.0657778<br>0.0668889 | 0.0652889        | 2.14051e-06 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.0426667<br>0.0422222<br>0.042<br>0.0438889<br>0.0422222<br>0.0412222<br>0.0432222<br>0.0376667<br>0.0394444<br>0.0435556     | 0.0418111        | 3.73129e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                          | 0.146667<br>0.148889<br>0.148333<br>0.148556<br>0.141667<br>0.145222<br>0.147778<br>0.144889<br>0.147556<br>0.148444           | 0.1468           | 5.17063e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия лучшего индивида | 0.116<br>0.110667<br>0.112222<br>0.111333<br>0.110778<br>0.113333<br>0.115111<br>0.113222<br>0.112222<br>0.114444              | 0.112933         | 3.33629e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 23. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.00711111<br>0.00711111<br>0.007<br>0.00811111<br>0.00733333<br>0.00866667<br>0.00866667<br>0.008<br>0.00866667<br>0.00766667           | 0.00783333       | 4.67081e-07 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.00633333<br>0.00544444<br>0.00622222<br>0.00622222<br>0.00588889<br>0.00688889<br>0.00622222<br>0.00555556<br>0.00544444<br>0.00611111 | 0.00603333       | 2.08642e-07 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0201111<br>0.0192222<br>0.0212222<br>0.0186667<br>0.0185556<br>0.0167778<br>0.0205556<br>0.0226667<br>0.018<br>0.0197778               | 0.0195556        | 2.87242e-06 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.00788889<br>0.00711111<br>0.00744444<br>0.00833333<br>0.00766667<br>0.00844444<br>0.00733333<br>0.00766667<br>0.00833333<br>0.00733333 | 0.00775555       | 2.2716e-07  |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.121222<br>0.118222<br>0.121222<br>0.118444<br>0.117889<br>0.117556<br>0.117889<br>0.119222<br>0.117444<br>0.115889                     | 0.1185           | 2.77672e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 23. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0886667<br>0.0884444<br>0.0927778<br>0.0888889<br>0.0873333<br>0.0904444<br>0.0881111<br>0.093<br>0.0908889<br>0.0867778     | 0.0895333        | 4.66888e-06 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0778889<br>0.0812222<br>0.0776667<br>0.0746667<br>0.0761111<br>0.0785556<br>0.0783333<br>0.0775556<br>0.0784444<br>0.0804444 | 0.0780889        | 3.54396e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0661111<br>0.0652222<br>0.0622222<br>0.0604444<br>0.0631111<br>0.0626667<br>0.0642222<br>0.065<br>0.0613333<br>0.0642222     | 0.0634555        | 3.28521e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0691111<br>0.0731111<br>0.0761111<br>0.0754444<br>0.0737778<br>0.0733333<br>0.0716667<br>0.0742222<br>0.0735556<br>0.0771111 | 0.0737444        | 5.1606e-06  |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0514444<br>0.0502222<br>0.0513333<br>0.0512222<br>0.0525556<br>0.0475556<br>0.051<br>0.054<br>0.049<br>0.0498889             | 0.0508222        | 3.24058e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 23. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.144778<br>0.148333<br>0.151333<br>0.151667<br>0.148444<br>0.151667<br>0.152444<br>0.148667<br>0.150667<br>0.150222           | 0.149822         | 5.30356e-06 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.113778<br>0.115667<br>0.110444<br>0.118<br>0.114333<br>0.115222<br>0.117<br>0.113222<br>0.114667<br>0.115778                 | 0.114811         | 4.41223e-06 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0537778<br>0.0532222<br>0.0535556<br>0.0538889<br>0.057<br>0.0521111<br>0.0556667<br>0.0523333<br>0.056<br>0.0544444         | 0.0542           | 2.53171e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0437778<br>0.0433333<br>0.0461111<br>0.0442222<br>0.0455556<br>0.0435556<br>0.0474444<br>0.0425556<br>0.0474444<br>0.0445556 | 0.0448556        | 2.93559e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0585556<br>0.0596667<br>0.06<br>0.0577778<br>0.0582222<br>0.0577778<br>0.0576667<br>0.0586667<br>0.061<br>0.0584444          | 0.0587778        | 1.21536e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 23. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0381111<br>0.036<br>0.0383333<br>0.0403333<br>0.0382222<br>0.0431111<br>0.0383333<br>0.0347778<br>0.038<br>0.0377778              | 0.0383           | 5.04261e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.141444<br>0.143556<br>0.139778<br>0.142<br>0.140444<br>0.141222<br>0.143667<br>0.142556<br>0.144889<br>0.142                      | 0.142156         | 2.4318e-06  |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.107222<br>0.107667<br>0.107444<br>0.106222<br>0.109667<br>0.107111<br>0.107444<br>0.108222<br>0.111667<br>0.105889                | 0.107855         | 2.86763e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.00555556<br>0.00677778<br>0.00722222<br>0.00622222<br>0.00644444<br>0.008<br>0.00422222<br>0.00644444<br>0.00655556<br>0.00711111 | 0.00645555       | 1.04102e-06 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.00511111<br>0.00444444<br>0.00533333<br>0.00366667<br>0.005<br>0.00555556<br>0.00611111<br>0.00522222<br>0.00522222<br>0.00422222 | 0.00498889       | 4.95061e-07 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |



Таблица 23. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|----|--|--|------------------|-------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0133333<br>0.013<br>0.0131111<br>0.016<br>0.0148889<br>0.0154444<br>0.0154444<br>0.0156667<br>0.0137778<br>0.0124444                   | 0.0143111        | 1.71963e-06 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.00555556<br>0.00466667<br>0.00522222<br>0.00444444<br>0.00444444<br>0.00588889<br>0.00411111<br>0.00555556<br>0.00522222<br>0.00455556 | 0.00496667       | 3.56792e-07 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.111<br>0.110889<br>0.113889<br>0.112556<br>0.114667<br>0.114667<br>0.114333<br>0.116111<br>0.112<br>0.114                              | 0.113411         | 2.97399e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0842222<br>0.0858889<br>0.0837778<br>0.0837778<br>0.0844444<br>0.085<br>0.0833333<br>0.0846667<br>0.0823333<br>0.0833333               | 0.0840778        | 9.96047e-07 |

## 9.5 Надёжность $R$

Третьим критерием, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является надёжность  $R$ . Конкретные формулы, по которым происходило подсчитывание критерия в виде ошибки по значениям целевой функции вы можете найти на сайте в описании конкретной тестовой функции: <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 24. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$                  | Среднее значение | Дисперсия |
|--------------------------------------|--|--------------------------------------|------------------|-----------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0                | 0         |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0                | 0         |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0                | 0         |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0                | 0         |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0                | 0         |
| Продолжение на следующей странице... |  |                                      |                  |           |

Таблица 24. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$                               | Среднее значение | Дисперсия |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-----------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0         | 0                | 0         |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0         | 0                | 0         |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0.001            | 1e-05     |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0    | 0                | 0         |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0    | 0                | 0         |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |           |

Таблица 24. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0  | 0                | 0           |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0  | 0                | 0           |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.15<br>0.2<br>0.26<br>0.15<br>0.09<br>0.18<br>0.22<br>0.26<br>0.22<br>0.19 | 0.192            | 0.00277333  |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.35<br>0.31<br>0.41<br>0.33<br>0.32<br>0.33<br>0.34<br>0.3<br>0.3<br>0.36  | 0.335            | 0.00109444  |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0<br>0.01                     | 0.003            | 2.33333e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 24. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1<br>0.09<br>0.12<br>0.09<br>0.12<br>0.13<br>0.05<br>0.11<br>0.09<br>0.09 | 0.099            | 0.000521111 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                   | 0                | 0           |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                   | 0                | 0           |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                   | 0                | 0           |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0<br>0<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                        | 0.002            | 1.77778e-05 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 24. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$                          | Среднее значение | Дисперсия |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-----------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0    | 0                | 0         |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01 | 0.001            | 1e-05     |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0    | 0                | 0         |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0    | 0                | 0         |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0    | 0                | 0         |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |           |

Таблица 24. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$                                     | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.02<br>0<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0.02<br>0   | 0.006            | 7.11111e-05 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0               | 0                | 0           |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.03<br>0<br>0<br>0.01<br>0.01 | 0.005            | 9.44444e-05 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0               | 0                | 0           |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0          | 0                | 0           |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 24. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.5<br>0.48<br>0.54<br>0.47<br>0.49<br>0.36<br>0.44<br>0.45<br>0.49<br>0.46 | 0.468            | 0.00224     |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.56<br>0.57<br>0.54<br>0.54<br>0.6<br>0.54<br>0.59<br>0.62<br>0.62<br>0.59 | 0.577            | 0.00100111  |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.11<br>0.1<br>0.09<br>0.11<br>0.09<br>0.11<br>0.1<br>0.08<br>0.15<br>0.12  | 0.106            | 0.000382222 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.47<br>0.52<br>0.47<br>0.4<br>0.43<br>0.46<br>0.49<br>0.45<br>0.45<br>0.49 | 0.463            | 0.00113444  |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                              | 0                | 0           |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |



Таблица 24. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$                               | Среднее значение | Дисперсия |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-----------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0         | 0                | 0         |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0         | 0                | 0         |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0         | 0                | 0         |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0         | 0                | 0         |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0.02<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0.002            | 4e-05     |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |           |

Таблица 24. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                       | 0                | 0           |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                       | 0                | 0           |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                       | 0                | 0           |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0<br>0.01<br>0<br>0<br>0.01<br>0.03<br>0<br>0.01<br>0<br>0 | 0.006            | 9.33333e-05 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                  | 0                | 0           |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 24. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.01<br>0.02<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0.02<br>0.02<br>0.01<br>0      | 0.011            | 5.44444e-05 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                   | 0                | 0           |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                   | 0                | 0           |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.6<br>0.57<br>0.55<br>0.58<br>0.56<br>0.48<br>0.65<br>0.53<br>0.52<br>0.51 | 0.555            | 0.00238333  |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.58<br>0.67<br>0.66<br>0.75<br>0.64<br>0.6<br>0.6<br>0.59<br>0.64<br>0.68  | 0.641            | 0.00269889  |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 24. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 90)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия  |
|----|--|--|------------------|------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.23<br>0.18<br>0.22<br>0.2<br>0.2<br>0.21<br>0.12<br>0.15<br>0.21<br>0.24 | 0.196            | 0.00136    |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.59<br>0.62<br>0.64<br>0.65<br>0.64<br>0.57<br>0.7<br>0.6<br>0.62<br>0.67 | 0.63             | 0.00148889 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                  | 0                | 0          |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                  | 0                | 0          |

## 10 Исследование эффективности алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

В данной работе, автором проведено исследование алгоритма «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках». Ниже приведена информация об этом исследовании.

### 10.1 Информация об исследовании

|   |  |
|---|--|
| <b>Автор исследования:</b>  | Сергиенко Антон Борисович.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 27.01.2014 23:32:13.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 27.01.2014 23:32:13.   |
| <b>Идентификатор алгоритма:</b>   | MHL_StandartBinaryGeneticAlgorithm.                                      |
| <b>Полное название алгоритма:</b>   | Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках. |
| <b>Идентификатор исследуемой тестовой функции:</b>                                      | MHL_TestFunction_SumVector.  |
| <b>Полное название тестовой функции:</b>  | Сумма всех элементов бинарного вектора.                                  |
| <b>Размерность тестовой функции:</b>  | 100  |
| <b>Количество измерений для каждого варианта настроек алгоритма:</b>                    | 10   |
| <b>Количество запусков алгоритма в каждом из экспериментов:</b>                         | 100  |
| <b>Максимальное допустимое число вычислений целевой функции:</b>                        | 2025   |
| <b>Количество проверяемых параметров алгоритма оптимизации:</b>                         | 4  |
| <b>Количество комбинаций вариантов настроек:</b>  | 54   |
| <b>Общий объем максимального числа вычислений целевой функции во всем исследовании:</b> | 109350000  |

Информацию о исследуемой функции можно найти по адресу:

<https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>

Информацию о исследуемом алгоритме оптимизации можно найти по адресу:

<https://github.com/Harrix/HarrixOptimizationAlgorithms>

## 10.2 Параметры алгоритма оптимизации

Исследуемый алгоритм оптимизации проверялся по эффективности по некоторому конечному множеству возможных настроек алгоритма. Как написано выше, всего возможных параметров алгоритма было 4 штук. В формуле 41 показано множество проверяемых параметров алгоритма.

$$Parameters = \begin{pmatrix} \text{Тип селекции} \\ \text{Тип скрещивания} \\ \text{Тип мутации} \\ \text{Тип формирования нового поколения} \end{pmatrix}. \quad (41)$$

Теперь рассмотрим, какие значения может принимать каждый из параметров.

$$Parameters^1 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Пропорциональная селекция} \\ \text{Ранговая селекция} \\ \text{Турнирная селекция} \end{array} \right\}. \quad (42)$$

$$Parameters^2 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Одноточечное скрещивание} \\ \text{Двухточечное скрещивание} \\ \text{Равномерное скрещивание} \end{array} \right\}. \quad (43)$$

$$Parameters^3 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Слабая мутация} \\ \text{Средняя мутация} \\ \text{Сильная мутация} \end{array} \right\}. \quad (44)$$

$$Parameters^4 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Только потомки} \\ \text{Только потомки и копия лучшего индивида} \end{array} \right\}. \quad (45)$$

## 10.3 Ошибка по входным параметрам $E_x$

Одним из критериев, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является ошибка по входным параметрам  $E_x$ . В результате проделанных экспериментов были получены следующие данные, представленные ниже в таблице. <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 25. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.1041<br>0.1047<br>0.1037<br>0.1006<br>0.101<br>0.1031<br>0.1065<br>0.1025<br>0.1027<br>0.1012  | 0.10301          | 3.35433e-06 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0873<br>0.0858<br>0.087<br>0.0821<br>0.0869<br>0.0863<br>0.0891<br>0.0859<br>0.0905<br>0.0848  | 0.08657          | 5.21122e-06 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0986<br>0.1035<br>0.0992<br>0.1027<br>0.1021<br>0.1009<br>0.1067<br>0.1011<br>0.1061<br>0.1018 | 0.10227          | 6.93122e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0735<br>0.0743<br>0.0742<br>0.0699<br>0.0775<br>0.0765<br>0.074<br>0.0733<br>0.0739<br>0.075   | 0.07421          | 4.08322e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1712<br>0.1721<br>0.172<br>0.1702<br>0.1724<br>0.1716<br>0.1688<br>0.1689<br>0.1681<br>0.1727  | 0.1708           | 2.81778e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 25. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1341<br>0.1325<br>0.129<br>0.1339<br>0.1302<br>0.1296<br>0.1292<br>0.1332<br>0.1305<br>0.1306  | 0.13128          | 3.84178e-06 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0802<br>0.0792<br>0.0813<br>0.0813<br>0.0787<br>0.0776<br>0.0756<br>0.0835<br>0.0799<br>0.0825 | 0.07998          | 5.48622e-06 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0632<br>0.0663<br>0.0617<br>0.0629<br>0.0662<br>0.065<br>0.0648<br>0.064<br>0.0669<br>0.0681   | 0.06491          | 3.98322e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0884<br>0.0831<br>0.0833<br>0.0877<br>0.0885<br>0.088<br>0.087<br>0.0878<br>0.086<br>0.0865    | 0.08663          | 3.90233e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0648<br>0.0567<br>0.0607<br>0.0608<br>0.0609<br>0.0617<br>0.058<br>0.0606<br>0.0583<br>0.0572  | 0.05997          | 5.98233e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |



Таблица 25. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1646<br>0.1653<br>0.1653<br>0.1621<br>0.1633<br>0.1628<br>0.1637<br>0.1629<br>0.1609<br>0.1631 | 0.1634           | 1.93333e-06 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1276<br>0.1299<br>0.1268<br>0.1238<br>0.1219<br>0.1232<br>0.1232<br>0.1205<br>0.1259<br>0.123  | 0.12458          | 8.31511e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0161<br>0.0137<br>0.0185<br>0.0177<br>0.0148<br>0.0156<br>0.016<br>0.0144<br>0.0169<br>0.015   | 0.01587          | 2.249e-06   |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0117<br>0.0118<br>0.0122<br>0.0123<br>0.0124<br>0.0115<br>0.0122<br>0.0144<br>0.0124<br>0.0115 | 0.01224          | 7.00444e-07 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.0414<br>0.0369<br>0.0412<br>0.0391<br>0.041<br>0.0409<br>0.04<br>0.0388<br>0.0378<br>0.043     | 0.04001          | 3.43433e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 25. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0188<br>0.0209<br>0.0196<br>0.02<br>0.0196<br>0.0164<br>0.0211<br>0.017<br>0.0167<br>0.0189    | 0.0189           | 2.86e-06    |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1397<br>0.1398<br>0.141<br>0.1398<br>0.1395<br>0.1406<br>0.1409<br>0.1398<br>0.1418<br>0.1399  | 0.14028          | 5.66222e-07 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1016<br>0.1034<br>0.1078<br>0.1033<br>0.1038<br>0.1049<br>0.1031<br>0.1037<br>0.1019<br>0.1018 | 0.10353          | 3.31567e-06 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.0788<br>0.081<br>0.0867<br>0.0855<br>0.0833<br>0.0851<br>0.0806<br>0.0841<br>0.0812<br>0.0843  | 0.08306          | 6.43822e-06 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.0716<br>0.0697<br>0.0671<br>0.0697<br>0.0704<br>0.0671<br>0.0706<br>0.0707<br>0.0714<br>0.0696 | 0.06979          | 2.47211e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 25. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0811<br>0.08<br>0.0785<br>0.0793<br>0.0813<br>0.0799<br>0.0789<br>0.0788<br>0.08<br>0.0815     | 0.07993          | 1.16678e-06 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0532<br>0.0557<br>0.0557<br>0.0548<br>0.0563<br>0.056<br>0.0552<br>0.0577<br>0.0556<br>0.0541  | 0.05543          | 1.51122e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1523<br>0.1535<br>0.1521<br>0.1512<br>0.1543<br>0.1537<br>0.1555<br>0.1509<br>0.1526<br>0.1536 | 0.15297          | 2.01567e-06 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1183<br>0.1155<br>0.1196<br>0.1186<br>0.1196<br>0.1171<br>0.1162<br>0.1165<br>0.1202<br>0.1188 | 0.11804          | 2.62044e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0586<br>0.0618<br>0.0586<br>0.0634<br>0.0595<br>0.0611<br>0.0605<br>0.0594<br>0.0583<br>0.0564 | 0.05976          | 4.00711e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 25. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.047<br>0.0513<br>0.0515<br>0.0483<br>0.0495<br>0.0488<br>0.0509<br>0.0509<br>0.0474<br>0.0497  | 0.04953          | 2.64233e-06 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0618<br>0.066<br>0.0628<br>0.0618<br>0.0625<br>0.0625<br>0.0669<br>0.064<br>0.0614<br>0.0639   | 0.06336          | 3.41156e-06 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0423<br>0.043<br>0.0437<br>0.0433<br>0.0433<br>0.0426<br>0.0404<br>0.0398<br>0.0409<br>0.0414  | 0.04207          | 1.849e-06   |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1412<br>0.1415<br>0.1463<br>0.147<br>0.1472<br>0.1451<br>0.145<br>0.1494<br>0.1493<br>0.1455   | 0.14575          | 7.745e-06   |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1115<br>0.1102<br>0.1109<br>0.1121<br>0.1114<br>0.1138<br>0.1124<br>0.1091<br>0.1104<br>0.1119 | 0.11137          | 1.72011e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 25. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0067<br>0.0056<br>0.008<br>0.0062<br>0.0053<br>0.0075<br>0.0049<br>0.0063<br>0.0072<br>0.0073  | 0.0065           | 1.04e-06    |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0052<br>0.0055<br>0.0047<br>0.0049<br>0.0054<br>0.0059<br>0.0053<br>0.0047<br>0.0045<br>0.0055 | 0.00516          | 1.98222e-07 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0168<br>0.0164<br>0.0176<br>0.0173<br>0.0149<br>0.0176<br>0.0162<br>0.0159<br>0.0166<br>0.0161 | 0.01654          | 7.02667e-07 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0072<br>0.0059<br>0.0065<br>0.006<br>0.0069<br>0.007<br>0.0063<br>0.0069<br>0.0078<br>0.0071   | 0.00676          | 3.42667e-07 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1147<br>0.1162<br>0.1149<br>0.1159<br>0.1146<br>0.1143<br>0.1143<br>0.1183<br>0.1138<br>0.1131 | 0.11501          | 2.15878e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 25. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0851<br>0.0879<br>0.0846<br>0.0863<br>0.0874<br>0.0868<br>0.0889<br>0.0866<br>0.0873<br>0.085  | 0.08659          | 1.89433e-06 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.082<br>0.0816<br>0.0827<br>0.0792<br>0.0774<br>0.0788<br>0.0793<br>0.0835<br>0.0788<br>0.0789  | 0.08022          | 4.17733e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0643<br>0.0653<br>0.0685<br>0.0664<br>0.0664<br>0.0664<br>0.0687<br>0.0647<br>0.0621<br>0.0662 | 0.0659           | 3.80444e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0722<br>0.0722<br>0.074<br>0.072<br>0.0745<br>0.0728<br>0.0752<br>0.0772<br>0.0742<br>0.0764   | 0.07407          | 3.289e-06   |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0534<br>0.0514<br>0.0497<br>0.0494<br>0.0546<br>0.0506<br>0.0483<br>0.0501<br>0.0513<br>0.0509 | 0.05097          | 3.49789e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 25. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1458<br>0.1499<br>0.1468<br>0.1482<br>0.1502<br>0.1478<br>0.1466<br>0.1493<br>0.1476<br>0.1482 | 0.14804          | 2.07156e-06 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1161<br>0.1117<br>0.1119<br>0.1139<br>0.1125<br>0.1122<br>0.1165<br>0.1176<br>0.1124<br>0.113  | 0.11378          | 4.65511e-06 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0542<br>0.0565<br>0.0607<br>0.0584<br>0.0586<br>0.0529<br>0.0534<br>0.0551<br>0.0548<br>0.0569 | 0.05615          | 6.36722e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0451<br>0.047<br>0.0482<br>0.0463<br>0.047<br>0.0462<br>0.048<br>0.0482<br>0.0495<br>0.047     | 0.04725          | 1.58278e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0597<br>0.0593<br>0.0584<br>0.0571<br>0.0573<br>0.0556<br>0.0572<br>0.0591<br>0.0566<br>0.0587 | 0.0579           | 1.77778e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 25. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0391<br>0.0386<br>0.0386<br>0.0377<br>0.039<br>0.0371<br>0.0377<br>0.0397<br>0.0419<br>0.0407  | 0.03901          | 2.12322e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1392<br>0.1404<br>0.1393<br>0.137<br>0.1392<br>0.1399<br>0.1426<br>0.1411<br>0.1414<br>0.1386  | 0.13987          | 2.51789e-06 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1074<br>0.1086<br>0.1094<br>0.1086<br>0.1079<br>0.1096<br>0.1094<br>0.1082<br>0.1042<br>0.1056 | 0.10789          | 3.07656e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0057<br>0.004<br>0.0053<br>0.0034<br>0.0054<br>0.0056<br>0.0048<br>0.0045<br>0.0066<br>0.0044  | 0.00497          | 8.73444e-07 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0053<br>0.0048<br>0.005<br>0.0055<br>0.0043<br>0.0043<br>0.0048<br>0.0047<br>0.0049<br>0.0046  | 0.00482          | 1.48444e-07 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |



Таблица 25. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|----|--|---|------------------|-------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.011<br>0.0146<br>0.013<br>0.0147<br>0.0133<br>0.0141<br>0.0147<br>0.0133<br>0.0119<br>0.0131  | 0.01337          | 1.509e-06   |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0044<br>0.0054<br>0.005<br>0.0049<br>0.0057<br>0.0044<br>0.0053<br>0.0052<br>0.0051<br>0.0061 | 0.00515          | 2.78333e-07 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1082<br>0.1099<br>0.107<br>0.1083<br>0.1123<br>0.108<br>0.111<br>0.1097<br>0.1101<br>0.1115   | 0.1096           | 2.90889e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0824<br>0.0793<br>0.0793<br>0.0802<br>0.0805<br>0.0795<br>0.082<br>0.0824<br>0.082<br>0.0837  | 0.08113          | 2.44011e-06 |

## 10.4 Ошибка по значениям целевой функции $E_y$

Другим критерием, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является ошибка по значениям целевой функции  $E_y$ . Конкретные формулы, по которым происходило подсчитывание критерия в виде ошибки по значениям целевой функции вы можете найти на сайте в описании конкретной тестовой функции: <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 26. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.1041<br>0.1047<br>0.1037<br>0.1006<br>0.101<br>0.1031<br>0.1065<br>0.1025<br>0.1027<br>0.1012  | 0.10301          | 3.35433e-06 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0873<br>0.0858<br>0.087<br>0.0821<br>0.0869<br>0.0863<br>0.0891<br>0.0859<br>0.0905<br>0.0848  | 0.08657          | 5.21122e-06 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0986<br>0.1035<br>0.0992<br>0.1027<br>0.1021<br>0.1009<br>0.1067<br>0.1011<br>0.1061<br>0.1018 | 0.10227          | 6.93122e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0735<br>0.0743<br>0.0742<br>0.0699<br>0.0775<br>0.0765<br>0.074<br>0.0733<br>0.0739<br>0.075   | 0.07421          | 4.08322e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1712<br>0.1721<br>0.172<br>0.1702<br>0.1724<br>0.1716<br>0.1688<br>0.1689<br>0.1681<br>0.1727  | 0.1708           | 2.81778e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 26. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1341<br>0.1325<br>0.129<br>0.1339<br>0.1302<br>0.1296<br>0.1292<br>0.1332<br>0.1305<br>0.1306  | 0.13128          | 3.84178e-06 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0802<br>0.0792<br>0.0813<br>0.0813<br>0.0787<br>0.0776<br>0.0756<br>0.0835<br>0.0799<br>0.0825 | 0.07998          | 5.48622e-06 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0632<br>0.0663<br>0.0617<br>0.0629<br>0.0662<br>0.065<br>0.0648<br>0.064<br>0.0669<br>0.0681   | 0.06491          | 3.98322e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0884<br>0.0831<br>0.0833<br>0.0877<br>0.0885<br>0.088<br>0.087<br>0.0878<br>0.086<br>0.0865    | 0.08663          | 3.90233e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0648<br>0.0567<br>0.0607<br>0.0608<br>0.0609<br>0.0617<br>0.058<br>0.0606<br>0.0583<br>0.0572  | 0.05997          | 5.98233e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 26. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1646<br>0.1653<br>0.1653<br>0.1621<br>0.1633<br>0.1628<br>0.1637<br>0.1629<br>0.1609<br>0.1631 | 0.1634           | 1.93333e-06 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1276<br>0.1299<br>0.1268<br>0.1238<br>0.1219<br>0.1232<br>0.1232<br>0.1205<br>0.1259<br>0.123  | 0.12458          | 8.31511e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0161<br>0.0137<br>0.0185<br>0.0177<br>0.0148<br>0.0156<br>0.016<br>0.0144<br>0.0169<br>0.015   | 0.01587          | 2.249e-06   |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0117<br>0.0118<br>0.0122<br>0.0123<br>0.0124<br>0.0115<br>0.0122<br>0.0144<br>0.0124<br>0.0115 | 0.01224          | 7.00444e-07 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.0414<br>0.0369<br>0.0412<br>0.0391<br>0.041<br>0.0409<br>0.04<br>0.0388<br>0.0378<br>0.043     | 0.04001          | 3.43433e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 26. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0188<br>0.0209<br>0.0196<br>0.02<br>0.0196<br>0.0164<br>0.0211<br>0.017<br>0.0167<br>0.0189    | 0.0189           | 2.86e-06    |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1397<br>0.1398<br>0.141<br>0.1398<br>0.1395<br>0.1406<br>0.1409<br>0.1398<br>0.1418<br>0.1399  | 0.14028          | 5.66222e-07 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1016<br>0.1034<br>0.1078<br>0.1033<br>0.1038<br>0.1049<br>0.1031<br>0.1037<br>0.1019<br>0.1018 | 0.10353          | 3.31567e-06 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.0788<br>0.081<br>0.0867<br>0.0855<br>0.0833<br>0.0851<br>0.0806<br>0.0841<br>0.0812<br>0.0843  | 0.08306          | 6.43822e-06 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.0716<br>0.0697<br>0.0671<br>0.0697<br>0.0704<br>0.0671<br>0.0706<br>0.0707<br>0.0714<br>0.0696 | 0.06979          | 2.47211e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 26. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0811<br>0.08<br>0.0785<br>0.0793<br>0.0813<br>0.0799<br>0.0789<br>0.0788<br>0.08<br>0.0815     | 0.07993          | 1.16678e-06 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0532<br>0.0557<br>0.0557<br>0.0548<br>0.0563<br>0.056<br>0.0552<br>0.0577<br>0.0556<br>0.0541  | 0.05543          | 1.51122e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1523<br>0.1535<br>0.1521<br>0.1512<br>0.1543<br>0.1537<br>0.1555<br>0.1509<br>0.1526<br>0.1536 | 0.15297          | 2.01567e-06 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1183<br>0.1155<br>0.1196<br>0.1186<br>0.1196<br>0.1171<br>0.1162<br>0.1165<br>0.1202<br>0.1188 | 0.11804          | 2.62044e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0586<br>0.0618<br>0.0586<br>0.0634<br>0.0595<br>0.0611<br>0.0605<br>0.0594<br>0.0583<br>0.0564 | 0.05976          | 4.00711e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 26. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.047<br>0.0513<br>0.0515<br>0.0483<br>0.0495<br>0.0488<br>0.0509<br>0.0509<br>0.0474<br>0.0497  | 0.04953          | 2.64233e-06 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0618<br>0.066<br>0.0628<br>0.0618<br>0.0625<br>0.0625<br>0.0669<br>0.064<br>0.0614<br>0.0639   | 0.06336          | 3.41156e-06 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0423<br>0.043<br>0.0437<br>0.0433<br>0.0433<br>0.0426<br>0.0404<br>0.0398<br>0.0409<br>0.0414  | 0.04207          | 1.849e-06   |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1412<br>0.1415<br>0.1463<br>0.147<br>0.1472<br>0.1451<br>0.145<br>0.1494<br>0.1493<br>0.1455   | 0.14575          | 7.745e-06   |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1115<br>0.1102<br>0.1109<br>0.1121<br>0.1114<br>0.1138<br>0.1124<br>0.1091<br>0.1104<br>0.1119 | 0.11137          | 1.72011e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 26. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0067<br>0.0056<br>0.008<br>0.0062<br>0.0053<br>0.0075<br>0.0049<br>0.0063<br>0.0072<br>0.0073  | 0.0065           | 1.04e-06    |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0052<br>0.0055<br>0.0047<br>0.0049<br>0.0054<br>0.0059<br>0.0053<br>0.0047<br>0.0045<br>0.0055 | 0.00516          | 1.98222e-07 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0168<br>0.0164<br>0.0176<br>0.0173<br>0.0149<br>0.0176<br>0.0162<br>0.0159<br>0.0166<br>0.0161 | 0.01654          | 7.02667e-07 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0072<br>0.0059<br>0.0065<br>0.006<br>0.0069<br>0.007<br>0.0063<br>0.0069<br>0.0078<br>0.0071   | 0.00676          | 3.42667e-07 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1147<br>0.1162<br>0.1149<br>0.1159<br>0.1146<br>0.1143<br>0.1143<br>0.1183<br>0.1138<br>0.1131 | 0.11501          | 2.15878e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |



Таблица 26. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0851<br>0.0879<br>0.0846<br>0.0863<br>0.0874<br>0.0868<br>0.0889<br>0.0866<br>0.0873<br>0.085  | 0.08659          | 1.89433e-06 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.082<br>0.0816<br>0.0827<br>0.0792<br>0.0774<br>0.0788<br>0.0793<br>0.0835<br>0.0788<br>0.0789  | 0.08022          | 4.17733e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0643<br>0.0653<br>0.0685<br>0.0664<br>0.0664<br>0.0664<br>0.0687<br>0.0647<br>0.0621<br>0.0662 | 0.0659           | 3.80444e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0722<br>0.0722<br>0.074<br>0.072<br>0.0745<br>0.0728<br>0.0752<br>0.0772<br>0.0742<br>0.0764   | 0.07407          | 3.289e-06   |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0534<br>0.0514<br>0.0497<br>0.0494<br>0.0546<br>0.0506<br>0.0483<br>0.0501<br>0.0513<br>0.0509 | 0.05097          | 3.49789e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 26. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1458<br>0.1499<br>0.1468<br>0.1482<br>0.1502<br>0.1478<br>0.1466<br>0.1493<br>0.1476<br>0.1482 | 0.14804          | 2.07156e-06 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1161<br>0.1117<br>0.1119<br>0.1139<br>0.1125<br>0.1122<br>0.1165<br>0.1176<br>0.1124<br>0.113  | 0.11378          | 4.65511e-06 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0542<br>0.0565<br>0.0607<br>0.0584<br>0.0586<br>0.0529<br>0.0534<br>0.0551<br>0.0548<br>0.0569 | 0.05615          | 6.36722e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0451<br>0.047<br>0.0482<br>0.0463<br>0.047<br>0.0462<br>0.048<br>0.0482<br>0.0495<br>0.047     | 0.04725          | 1.58278e-06 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0597<br>0.0593<br>0.0584<br>0.0571<br>0.0573<br>0.0556<br>0.0572<br>0.0591<br>0.0566<br>0.0587 | 0.0579           | 1.77778e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 26. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|--|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0391<br>0.0386<br>0.0386<br>0.0377<br>0.039<br>0.0371<br>0.0377<br>0.0397<br>0.0419<br>0.0407  | 0.03901          | 2.12322e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1392<br>0.1404<br>0.1393<br>0.137<br>0.1392<br>0.1399<br>0.1426<br>0.1411<br>0.1414<br>0.1386  | 0.13987          | 2.51789e-06 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1074<br>0.1086<br>0.1094<br>0.1086<br>0.1079<br>0.1096<br>0.1094<br>0.1082<br>0.1042<br>0.1056 | 0.10789          | 3.07656e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0057<br>0.004<br>0.0053<br>0.0034<br>0.0054<br>0.0056<br>0.0048<br>0.0045<br>0.0066<br>0.0044  | 0.00497          | 8.73444e-07 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0053<br>0.0048<br>0.005<br>0.0055<br>0.0043<br>0.0043<br>0.0048<br>0.0047<br>0.0049<br>0.0046  | 0.00482          | 1.48444e-07 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |             |

Таблица 26. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|----|--|---|------------------|-------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.011<br>0.0146<br>0.013<br>0.0147<br>0.0133<br>0.0141<br>0.0147<br>0.0133<br>0.0119<br>0.0131  | 0.01337          | 1.509e-06   |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0044<br>0.0054<br>0.005<br>0.0049<br>0.0057<br>0.0044<br>0.0053<br>0.0052<br>0.0051<br>0.0061 | 0.00515          | 2.78333e-07 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1082<br>0.1099<br>0.107<br>0.1083<br>0.1123<br>0.108<br>0.111<br>0.1097<br>0.1101<br>0.1115   | 0.1096           | 2.90889e-06 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0824<br>0.0793<br>0.0793<br>0.0802<br>0.0805<br>0.0795<br>0.082<br>0.0824<br>0.082<br>0.0837  | 0.08113          | 2.44011e-06 |

## 10.5 Надёжность $R$

Третьим критерием, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является надёжность  $R$ . Конкретные формулы, по которым происходило подсчитывание критерия в виде ошибки по значениям целевой функции вы можете найти на сайте в описании конкретной тестовой функции: <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 27. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$                       | Среднее значение | Дисперсия |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-----------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0                | 0         |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0                | 0         |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0                | 0         |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0                | 0         |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0                | 0         |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |           |

Таблица 27. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$                            | Среднее значение | Дисперсия |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-----------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0      | 0                | 0         |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0      | 0                | 0         |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0      | 0                | 0         |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0      | 0                | 0         |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0                | 0         |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |           |

Таблица 27. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                  | 0                | 0           |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                  | 0                | 0           |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.19<br>0.23<br>0.19<br>0.13<br>0.19<br>0.2<br>0.15<br>0.16<br>0.2<br>0.26 | 0.19             | 0.00142222  |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.32<br>0.3<br>0.29<br>0.27<br>0.28<br>0.31<br>0.24<br>0.2<br>0.31<br>0.34 | 0.286            | 0.00169333  |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0.02<br>0.03<br>0<br>0.02<br>0<br>0              | 0.009            | 0.000121111 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 27. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия  |
|--------------------------------------|---|---|------------------|------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.11<br>0.11<br>0.11<br>0.08<br>0.1<br>0.14<br>0.05<br>0.18<br>0.16<br>0.11 | 0.115            | 0.00140556 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                   | 0                | 0          |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                   | 0                | 0          |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                   | 0                | 0          |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                           | 0.001            | 1e-05      |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |            |



Таблица 27. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$ | Среднее значение | Дисперсия |
|----|--|---------------------|------------------|-----------|
| 21 | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0                   | 0                | 0         |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
| 22 | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0                   | 0                | 0         |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
| 23 | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0                   | 0                | 0         |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
| 24 | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0                   | 0                | 0         |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
| 25 | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0                   | 0                | 0         |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |

Продолжение на следующей странице...

Таблица 27. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$                                     | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0            | 0.001            | 1e-05       |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0               | 0                | 0           |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0.01<br>0<br>0<br>0.01<br>0.02<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0.004            | 4.88889e-05 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0          | 0                | 0           |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0          | 0                | 0           |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 27. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.49<br>0.57<br>0.49<br>0.53<br>0.57<br>0.45<br>0.6<br>0.56<br>0.44<br>0.46 | 0.516            | 0.00329333  |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.59<br>0.56<br>0.61<br>0.64<br>0.59<br>0.52<br>0.6<br>0.63<br>0.67<br>0.57 | 0.598            | 0.00184     |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.09<br>0.11<br>0.1<br>0.12<br>0.16<br>0.1<br>0.14<br>0.15<br>0.13<br>0.16  | 0.126            | 0.000671111 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.44<br>0.55<br>0.51<br>0.54<br>0.49<br>0.47<br>0.49<br>0.5<br>0.43<br>0.46 | 0.488            | 0.00155111  |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                              | 0                | 0           |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 27. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$                               | Среднее значение | Дисперсия |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-----------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0         | 0                | 0         |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0         | 0                | 0         |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0         | 0                | 0         |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0         | 0                | 0         |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0.001            | 1e-05     |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |           |

Таблица 27. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$                             | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0            | 0                | 0           |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0            | 0                | 0           |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0         | 0.001            | 1e-05       |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0 | 0.002            | 1.77778e-05 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0            | 0                | 0           |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 27. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0.01<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0.01                                  | 0.003            | 2.33333e-05 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0  | 0                | 0           |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                   | 0                | 0           |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.56<br>0.64<br>0.59<br>0.71<br>0.6<br>0.53<br>0.59<br>0.61<br>0.51<br>0.65 | 0.599            | 0.00345444  |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.59<br>0.61<br>0.6<br>0.6<br>0.64<br>0.64<br>0.59<br>0.57<br>0.58<br>0.63  | 0.605            | 0.000605556 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 27. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 100)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия  |
|----|--|---|------------------|------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.29<br>0.16<br>0.2<br>0.17<br>0.23<br>0.16<br>0.19<br>0.15<br>0.29<br>0.22 | 0.206            | 0.00264889 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.6<br>0.57<br>0.57<br>0.6<br>0.56<br>0.65<br>0.56<br>0.6<br>0.54<br>0.51   | 0.576            | 0.00149333 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                   | 0                | 0          |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                   | 0                | 0          |

## 11 Исследование эффективности алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

В данной работе, автором проведено исследование алгоритма «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках». Ниже приведена информация об этом исследовании.

### 11.1 Информация об исследовании

|   |  |
|---|--|
| <b>Автор исследования:</b>  | Сергиенко Антон Борисович.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 27.01.2014 23:44:15.   |
| <b>Дата создания исследования:</b>  | 27.01.2014 23:44:15.   |
| <b>Идентификатор алгоритма:</b>   | MHL_StandartBinaryGeneticAlgorithm.                                      |
| <b>Полное название алгоритма:</b>   | Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках. |
| <b>Идентификатор исследуемой тестовой функции:</b>                                      | MHL_TestFunction_SumVector.  |
| <b>Полное название тестовой функции:</b>  | Сумма всех элементов бинарного вектора.                                  |
| <b>Размерность тестовой функции:</b>  | 200  |
| <b>Количество измерений для каждого варианта настроек алгоритма:</b>                    | 10   |
| <b>Количество запусков алгоритма в каждом из экспериментов:</b>                         | 100  |
| <b>Максимальное допустимое число вычислений целевой функции:</b>                        | 4761   |
| <b>Количество проверяемых параметров алгоритма оптимизации:</b>                         | 4  |
| <b>Количество комбинаций вариантов настроек:</b>  | 54   |
| <b>Общий объем максимального числа вычислений целевой функции во всем исследовании:</b> | 257094000  |

Информацию о исследуемой функции можно найти по адресу:

<https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>

Информацию о исследуемом алгоритме оптимизации можно найти по адресу:

<https://github.com/Harrix/HarrixOptimizationAlgorithms>



## 11.2 Параметры алгоритма оптимизации

Исследуемый алгоритм оптимизации проверялся по эффективности по некоторому конечному множеству возможных настроек алгоритма. Как написано выше, всего возможных параметров алгоритма было 4 штук. В формуле 46 показано множество проверяемых параметров алгоритма.

$$Parameters = \begin{pmatrix} \text{Тип селекции} \\ \text{Тип скрещивания} \\ \text{Тип мутации} \\ \text{Тип формирования нового поколения} \end{pmatrix}. \quad (46)$$

Теперь рассмотрим, какие значения может принимать каждый из параметров.

$$Parameters^1 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Пропорциональная селекция} \\ \text{Ранговая селекция} \\ \text{Турнирная селекция} \end{array} \right\}. \quad (47)$$

$$Parameters^2 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Одноточечное скрещивание} \\ \text{Двухточечное скрещивание} \\ \text{Равномерное скрещивание} \end{array} \right\}. \quad (48)$$

$$Parameters^3 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Слабая мутация} \\ \text{Средняя мутация} \\ \text{Сильная мутация} \end{array} \right\}. \quad (49)$$

$$Parameters^4 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Только потомки} \\ \text{Только потомки и копия лучшего индивида} \end{array} \right\}. \quad (50)$$

## 11.3 Ошибка по входным параметрам $E_x$

Одним из критериев, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является ошибка по входным параметрам  $E_x$ . В результате проделанных экспериментов были получены следующие данные, представленные ниже в таблице. <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 28. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.13365<br>0.1349<br>0.1317<br>0.13525<br>0.1324<br>0.13435<br>0.13505<br>0.1297<br>0.13515<br>0.1355    | 0.133765         | 3.67558e-06 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.1206<br>0.12205<br>0.12175<br>0.12175<br>0.1222<br>0.12285<br>0.1232<br>0.121<br>0.12315<br>0.1218     | 0.122035         | 7.37806e-07 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.12115<br>0.12105<br>0.1213<br>0.12445<br>0.1203<br>0.11865<br>0.12125<br>0.12245<br>0.1206<br>0.1224   | 0.12136          | 2.33544e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.10045<br>0.10005<br>0.09935<br>0.09805<br>0.10035<br>0.10015<br>0.1004<br>0.09855<br>0.10275<br>0.1001 | 0.10002          | 1.60067e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.17245<br>0.1724<br>0.1721<br>0.1735<br>0.1735<br>0.17445<br>0.17475<br>0.17315<br>0.17145<br>0.176     | 0.173375         | 1.90625e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 28. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.14205<br>0.14375<br>0.1445<br>0.14225<br>0.1425<br>0.1396<br>0.1426<br>0.14155<br>0.14295<br>0.1416  | 0.142335         | 1.76558e-06 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.10215<br>0.10135<br>0.1027<br>0.10255<br>0.10375<br>0.1035<br>0.1017<br>0.10255<br>0.1027<br>0.10245 | 0.10254          | 5.24333e-07 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0958<br>0.09705<br>0.0953<br>0.093<br>0.09745<br>0.0937<br>0.0976<br>0.09505<br>0.0943<br>0.0948     | 0.095405         | 2.47525e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0995<br>0.0986<br>0.09635<br>0.10025<br>0.0969<br>0.09735<br>0.098<br>0.0985<br>0.0966<br>0.09875    | 0.09808          | 1.63733e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.08245<br>0.07885<br>0.0798<br>0.0812<br>0.08225<br>0.07955<br>0.0791<br>0.08015<br>0.08115<br>0.0813 | 0.08058          | 1.61678e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 28. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1624<br>0.16155<br>0.16025<br>0.16315<br>0.16295<br>0.1617<br>0.1605<br>0.16145<br>0.1607<br>0.16255  | 0.16172          | 1.05567e-06 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1304<br>0.1306<br>0.1299<br>0.13235<br>0.13305<br>0.13025<br>0.13085<br>0.1291<br>0.1323<br>0.1302    | 0.1309           | 1.57556e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0154<br>0.0138<br>0.0146<br>0.01445<br>0.01345<br>0.01495<br>0.0131<br>0.01575<br>0.0142<br>0.0156    | 0.01453          | 8.25667e-07 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0134<br>0.01265<br>0.0138<br>0.01345<br>0.0119<br>0.0128<br>0.0134<br>0.0132<br>0.01345<br>0.0136     | 0.013165         | 3.18361e-07 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.03085<br>0.03285<br>0.03235<br>0.03295<br>0.03355<br>0.0314<br>0.0321<br>0.03335<br>0.0323<br>0.03275 | 0.032445         | 7.04139e-07 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 28. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0182<br>0.0178<br>0.0185<br>0.018<br>0.01915<br>0.0158<br>0.01905<br>0.017<br>0.01755<br>0.01795    | 0.0179           | 9.66667e-07 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.12575<br>0.1262<br>0.1247<br>0.1254<br>0.1261<br>0.1245<br>0.12505<br>0.1252<br>0.1236<br>0.12355   | 0.125005         | 8.68583e-07 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0959<br>0.0962<br>0.0963<br>0.09625<br>0.09665<br>0.09765<br>0.09465<br>0.0962<br>0.0958<br>0.096   | 0.09616          | 5.54889e-07 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.10765<br>0.10765<br>0.10785<br>0.10875<br>0.10845<br>0.1089<br>0.1065<br>0.1084<br>0.1086<br>0.1096 | 0.108235         | 7.35583e-07 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.0978<br>0.09875<br>0.0982<br>0.09885<br>0.0979<br>0.09835<br>0.10055<br>0.099<br>0.09925<br>0.09735 | 0.0986           | 8.20556e-07 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 28. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0913<br>0.0906<br>0.0919<br>0.0905<br>0.0896<br>0.091<br>0.09025<br>0.08985<br>0.08885<br>0.0923      | 0.090615         | 1.10947e-06 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0756<br>0.0753<br>0.07505<br>0.07475<br>0.0732<br>0.07335<br>0.07535<br>0.07325<br>0.07225<br>0.0734  | 0.07415          | 1.39556e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.14545<br>0.14585<br>0.14405<br>0.1458<br>0.1444<br>0.1445<br>0.1446<br>0.1439<br>0.14615<br>0.1428    | 0.14475          | 1.10944e-06 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.12455<br>0.12295<br>0.12205<br>0.12045<br>0.1192<br>0.12235<br>0.12165<br>0.12005<br>0.1206<br>0.1188 | 0.121265         | 3.16614e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0782<br>0.07305<br>0.0762<br>0.07265<br>0.07715<br>0.07395<br>0.0761<br>0.0732<br>0.07695<br>0.0741   | 0.075155         | 3.95025e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 28. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.07035<br>0.07065<br>0.07125<br>0.07025<br>0.07355<br>0.0702<br>0.0719<br>0.07195<br>0.0695<br>0.07175 | 0.071135         | 1.40614e-06 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0624<br>0.0653<br>0.0662<br>0.0678<br>0.0665<br>0.06465<br>0.0657<br>0.06635<br>0.06515<br>0.06795    | 0.0658           | 2.57111e-06 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0547<br>0.05425<br>0.0569<br>0.0525<br>0.05435<br>0.05465<br>0.05435<br>0.05465<br>0.05255<br>0.05225 | 0.054115         | 1.92614e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1299<br>0.13145<br>0.13065<br>0.1296<br>0.13185<br>0.12925<br>0.12975<br>0.1285<br>0.13145<br>0.13295 | 0.130535         | 1.88169e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.10625<br>0.1098<br>0.10995<br>0.1062<br>0.1098<br>0.10795<br>0.10775<br>0.10915<br>0.10835<br>0.1107  | 0.10859          | 2.43378e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 28. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0036<br>0.0035<br>0.004<br>0.00375<br>0.0033<br>0.0032<br>0.00285<br>0.0041<br>0.0036<br>0.00375    | 0.003565         | 1.40583e-07 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.00365<br>0.0038<br>0.0039<br>0.004<br>0.00355<br>0.0037<br>0.00355<br>0.0038<br>0.00405<br>0.00325  | 0.003725         | 5.73611e-08 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0062<br>0.00625<br>0.0059<br>0.00545<br>0.006<br>0.00705<br>0.0057<br>0.00675<br>0.0065<br>0.00645  | 0.006225         | 2.35139e-07 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0028<br>0.0035<br>0.003<br>0.0032<br>0.0028<br>0.00255<br>0.00305<br>0.00265<br>0.0031<br>0.00305   | 0.00297          | 7.78889e-08 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.0839<br>0.08345<br>0.0857<br>0.0848<br>0.0851<br>0.0849<br>0.08455<br>0.08525<br>0.08485<br>0.08475 | 0.084725         | 4.17361e-07 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |



Таблица 28. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.06455<br>0.06435<br>0.0645<br>0.06345<br>0.0643<br>0.066<br>0.0652<br>0.0649<br>0.064<br>0.0669     | 0.064815         | 1.00947e-06 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.1038<br>0.10395<br>0.10745<br>0.1046<br>0.1025<br>0.1049<br>0.10515<br>0.104<br>0.10555<br>0.10475  | 0.104665         | 1.69225e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0963<br>0.0965<br>0.0938<br>0.0964<br>0.09535<br>0.09725<br>0.0929<br>0.09645<br>0.0964<br>0.09405  | 0.09554          | 2.10933e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0878<br>0.0876<br>0.08585<br>0.08635<br>0.0857<br>0.08595<br>0.0862<br>0.0868<br>0.0883<br>0.0863   | 0.086685         | 8.22806e-07 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0716<br>0.0735<br>0.07115<br>0.07225<br>0.07205<br>0.0711<br>0.0733<br>0.07115<br>0.07195<br>0.0715 | 0.071955         | 7.39139e-07 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 28. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1402<br>0.1416<br>0.14125<br>0.1404<br>0.1394<br>0.14075<br>0.14205<br>0.14215<br>0.1417<br>0.1409    | 0.14104          | 7.72667e-07 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.11735<br>0.11745<br>0.1185<br>0.1181<br>0.1196<br>0.11935<br>0.11705<br>0.11945<br>0.1174<br>0.11745  | 0.11817          | 9.71778e-07 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.07255<br>0.07045<br>0.07175<br>0.07415<br>0.07055<br>0.07155<br>0.075<br>0.0736<br>0.07045<br>0.07385 | 0.07239          | 2.83989e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0673<br>0.0687<br>0.06945<br>0.0668<br>0.0682<br>0.06845<br>0.0678<br>0.06875<br>0.06755<br>0.06895   | 0.068195         | 6.76917e-07 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.06315<br>0.0613<br>0.06275<br>0.0632<br>0.06135<br>0.06235<br>0.06305<br>0.0608<br>0.0654<br>0.06165  | 0.0625           | 1.78722e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 28. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0531<br>0.0507<br>0.05075<br>0.0528<br>0.0509<br>0.05145<br>0.05275<br>0.05235<br>0.05275<br>0.0506 | 0.051815         | 1.05336e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.12725<br>0.1286<br>0.12715<br>0.13025<br>0.12605<br>0.1264<br>0.12795<br>0.12685<br>0.1255<br>0.127 | 0.1273           | 1.86056e-06 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.10715<br>0.1034<br>0.1038<br>0.10525<br>0.1029<br>0.1054<br>0.10315<br>0.10725<br>0.1049<br>0.1072  | 0.10504          | 2.95267e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.00415<br>0.0029<br>0.0029<br>0.00285<br>0.00375<br>0.0033<br>0.0039<br>0.0031<br>0.0025<br>0.00345  | 0.00328          | 2.78444e-07 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0032<br>0.0032<br>0.00295<br>0.0038<br>0.0039<br>0.0037<br>0.00365<br>0.00275<br>0.0037<br>0.00315  | 0.0034           | 1.57778e-07 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 28. Значения ошибки по выходным параметрам  $E_x$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_x$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|----|--|---|------------------|-------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0051<br>0.0045<br>0.0038<br>0.0052<br>0.00435<br>0.00395<br>0.00455<br>0.0035<br>0.0047<br>0.0048   | 0.004445         | 3.07472e-07 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0022<br>0.00265<br>0.0019<br>0.00235<br>0.00255<br>0.0026<br>0.00185<br>0.0021<br>0.0019<br>0.00185 | 0.002195         | 1.04694e-07 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.08105<br>0.08045<br>0.08155<br>0.0816<br>0.0805<br>0.0798<br>0.0807<br>0.0816<br>0.08155<br>0.0819  | 0.08107          | 4.63444e-07 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.06265<br>0.0641<br>0.0626<br>0.0617<br>0.06235<br>0.063<br>0.0637<br>0.06105<br>0.06205<br>0.06105  | 0.062425         | 1.03292e-06 |

#### 11.4 Ошибка по значениям целевой функции $E_y$

Другим критерием, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является ошибка по значениям целевой функции  $E_y$ . Конкретные формулы, по которым происходило подсчитывание критерия в виде ошибки по значениям целевой функции вы можете найти на сайте в описании конкретной тестовой функции: <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 29. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.13365<br>0.1349<br>0.1317<br>0.13525<br>0.1324<br>0.13435<br>0.13505<br>0.1297<br>0.13515<br>0.1355    | 0.133765         | 3.67558e-06 |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.1206<br>0.12205<br>0.12175<br>0.12175<br>0.1222<br>0.12285<br>0.1232<br>0.121<br>0.12315<br>0.1218     | 0.122035         | 7.37806e-07 |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.12115<br>0.12105<br>0.1213<br>0.12445<br>0.1203<br>0.11865<br>0.12125<br>0.12245<br>0.1206<br>0.1224   | 0.12136          | 2.33544e-06 |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.10045<br>0.10005<br>0.09935<br>0.09805<br>0.10035<br>0.10015<br>0.1004<br>0.09855<br>0.10275<br>0.1001 | 0.10002          | 1.60067e-06 |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.17245<br>0.1724<br>0.1721<br>0.1735<br>0.1735<br>0.17445<br>0.17475<br>0.17315<br>0.17145<br>0.176     | 0.173375         | 1.90625e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 29. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.14205<br>0.14375<br>0.1445<br>0.14225<br>0.1425<br>0.1396<br>0.1426<br>0.14155<br>0.14295<br>0.1416  | 0.142335         | 1.76558e-06 |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.10215<br>0.10135<br>0.1027<br>0.10255<br>0.10375<br>0.1035<br>0.1017<br>0.10255<br>0.1027<br>0.10245 | 0.10254          | 5.24333e-07 |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0958<br>0.09705<br>0.0953<br>0.093<br>0.09745<br>0.0937<br>0.0976<br>0.09505<br>0.0943<br>0.0948     | 0.095405         | 2.47525e-06 |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0995<br>0.0986<br>0.09635<br>0.10025<br>0.0969<br>0.09735<br>0.098<br>0.0985<br>0.0966<br>0.09875    | 0.09808          | 1.63733e-06 |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.08245<br>0.07885<br>0.0798<br>0.0812<br>0.08225<br>0.07955<br>0.0791<br>0.08015<br>0.08115<br>0.0813 | 0.08058          | 1.61678e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 29. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1624<br>0.16155<br>0.16025<br>0.16315<br>0.16295<br>0.1617<br>0.1605<br>0.16145<br>0.1607<br>0.16255  | 0.16172          | 1.05567e-06 |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.1304<br>0.1306<br>0.1299<br>0.13235<br>0.13305<br>0.13025<br>0.13085<br>0.1291<br>0.1323<br>0.1302    | 0.1309           | 1.57556e-06 |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.0154<br>0.0138<br>0.0146<br>0.01445<br>0.01345<br>0.01495<br>0.0131<br>0.01575<br>0.0142<br>0.0156    | 0.01453          | 8.25667e-07 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0134<br>0.01265<br>0.0138<br>0.01345<br>0.0119<br>0.0128<br>0.0134<br>0.0132<br>0.01345<br>0.0136     | 0.013165         | 3.18361e-07 |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0.03085<br>0.03285<br>0.03235<br>0.03295<br>0.03355<br>0.0314<br>0.0321<br>0.03335<br>0.0323<br>0.03275 | 0.032445         | 7.04139e-07 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 29. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0182<br>0.0178<br>0.0185<br>0.018<br>0.01915<br>0.0158<br>0.01905<br>0.017<br>0.01755<br>0.01795    | 0.0179           | 9.66667e-07 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.12575<br>0.1262<br>0.1247<br>0.1254<br>0.1261<br>0.1245<br>0.12505<br>0.1252<br>0.1236<br>0.12355   | 0.125005         | 8.68583e-07 |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0959<br>0.0962<br>0.0963<br>0.09625<br>0.09665<br>0.09765<br>0.09465<br>0.0962<br>0.0958<br>0.096   | 0.09616          | 5.54889e-07 |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0.10765<br>0.10765<br>0.10785<br>0.10875<br>0.10845<br>0.1089<br>0.1065<br>0.1084<br>0.1086<br>0.1096 | 0.108235         | 7.35583e-07 |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0.0978<br>0.09875<br>0.0982<br>0.09885<br>0.0979<br>0.09835<br>0.10055<br>0.099<br>0.09925<br>0.09735 | 0.0986           | 8.20556e-07 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |



Таблица 29. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 21                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0913<br>0.0906<br>0.0919<br>0.0905<br>0.0896<br>0.091<br>0.09025<br>0.08985<br>0.08885<br>0.0923      | 0.090615         | 1.10947e-06 |
| 22                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0756<br>0.0753<br>0.07505<br>0.07475<br>0.0732<br>0.07335<br>0.07535<br>0.07325<br>0.07225<br>0.0734  | 0.07415          | 1.39556e-06 |
| 23                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.14545<br>0.14585<br>0.14405<br>0.1458<br>0.1444<br>0.1445<br>0.1446<br>0.1439<br>0.14615<br>0.1428    | 0.14475          | 1.10944e-06 |
| 24                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.12455<br>0.12295<br>0.12205<br>0.12045<br>0.1192<br>0.12235<br>0.12165<br>0.12005<br>0.1206<br>0.1188 | 0.121265         | 3.16614e-06 |
| 25                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0782<br>0.07305<br>0.0762<br>0.07265<br>0.07715<br>0.07395<br>0.0761<br>0.0732<br>0.07695<br>0.0741   | 0.075155         | 3.95025e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 29. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-------------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.07035<br>0.07065<br>0.07125<br>0.07025<br>0.07355<br>0.0702<br>0.0719<br>0.07195<br>0.0695<br>0.07175 | 0.071135         | 1.40614e-06 |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0624<br>0.0653<br>0.0662<br>0.0678<br>0.0665<br>0.06465<br>0.0657<br>0.06635<br>0.06515<br>0.06795    | 0.0658           | 2.57111e-06 |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0547<br>0.05425<br>0.0569<br>0.0525<br>0.05435<br>0.05465<br>0.05435<br>0.05465<br>0.05255<br>0.05225 | 0.054115         | 1.92614e-06 |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1299<br>0.13145<br>0.13065<br>0.1296<br>0.13185<br>0.12925<br>0.12975<br>0.1285<br>0.13145<br>0.13295 | 0.130535         | 1.88169e-06 |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.10625<br>0.1098<br>0.10995<br>0.1062<br>0.1098<br>0.10795<br>0.10775<br>0.10915<br>0.10835<br>0.1107  | 0.10859          | 2.43378e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |             |

Таблица 29. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.0036<br>0.0035<br>0.004<br>0.00375<br>0.0033<br>0.0032<br>0.00285<br>0.0041<br>0.0036<br>0.00375    | 0.003565         | 1.40583e-07 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.00365<br>0.0038<br>0.0039<br>0.004<br>0.00355<br>0.0037<br>0.00355<br>0.0038<br>0.00405<br>0.00325  | 0.003725         | 5.73611e-08 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0062<br>0.00625<br>0.0059<br>0.00545<br>0.006<br>0.00705<br>0.0057<br>0.00675<br>0.0065<br>0.00645  | 0.006225         | 2.35139e-07 |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0028<br>0.0035<br>0.003<br>0.0032<br>0.0028<br>0.00255<br>0.00305<br>0.00265<br>0.0031<br>0.00305   | 0.00297          | 7.78889e-08 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.0839<br>0.08345<br>0.0857<br>0.0848<br>0.0851<br>0.0849<br>0.08455<br>0.08525<br>0.08485<br>0.08475 | 0.084725         | 4.17361e-07 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 29. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 36                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.06455<br>0.06435<br>0.0645<br>0.06345<br>0.0643<br>0.066<br>0.0652<br>0.0649<br>0.064<br>0.0669     | 0.064815         | 1.00947e-06 |
| 37                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.1038<br>0.10395<br>0.10745<br>0.1046<br>0.1025<br>0.1049<br>0.10515<br>0.104<br>0.10555<br>0.10475  | 0.104665         | 1.69225e-06 |
| 38                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0963<br>0.0965<br>0.0938<br>0.0964<br>0.09535<br>0.09725<br>0.0929<br>0.09645<br>0.0964<br>0.09405  | 0.09554          | 2.10933e-06 |
| 39                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0878<br>0.0876<br>0.08585<br>0.08635<br>0.0857<br>0.08595<br>0.0862<br>0.0868<br>0.0883<br>0.0863   | 0.086685         | 8.22806e-07 |
| 40                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0716<br>0.0735<br>0.07115<br>0.07225<br>0.07205<br>0.0711<br>0.0733<br>0.07115<br>0.07195<br>0.0715 | 0.071955         | 7.39139e-07 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 29. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.1402<br>0.1416<br>0.14125<br>0.1404<br>0.1394<br>0.14075<br>0.14205<br>0.14215<br>0.1417<br>0.1409    | 0.14104          | 7.72667e-07 |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.11735<br>0.11745<br>0.1185<br>0.1181<br>0.1196<br>0.11935<br>0.11705<br>0.11945<br>0.1174<br>0.11745  | 0.11817          | 9.71778e-07 |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.07255<br>0.07045<br>0.07175<br>0.07415<br>0.07055<br>0.07155<br>0.075<br>0.0736<br>0.07045<br>0.07385 | 0.07239          | 2.83989e-06 |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.0673<br>0.0687<br>0.06945<br>0.0668<br>0.0682<br>0.06845<br>0.0678<br>0.06875<br>0.06755<br>0.06895   | 0.068195         | 6.76917e-07 |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.06315<br>0.0613<br>0.06275<br>0.0632<br>0.06135<br>0.06235<br>0.06305<br>0.0608<br>0.0654<br>0.06165  | 0.0625           | 1.78722e-06 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 29. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0531<br>0.0507<br>0.05075<br>0.0528<br>0.0509<br>0.05145<br>0.05275<br>0.05235<br>0.05275<br>0.0506 | 0.051815         | 1.05336e-06 |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.12725<br>0.1286<br>0.12715<br>0.13025<br>0.12605<br>0.1264<br>0.12795<br>0.12685<br>0.1255<br>0.127 | 0.1273           | 1.86056e-06 |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.10715<br>0.1034<br>0.1038<br>0.10525<br>0.1029<br>0.1054<br>0.10315<br>0.10725<br>0.1049<br>0.1072  | 0.10504          | 2.95267e-06 |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.00415<br>0.0029<br>0.0029<br>0.00285<br>0.00375<br>0.0033<br>0.0039<br>0.0031<br>0.0025<br>0.00345  | 0.00328          | 2.78444e-07 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.0032<br>0.0032<br>0.00295<br>0.0038<br>0.0039<br>0.0037<br>0.00365<br>0.00275<br>0.0037<br>0.00315  | 0.0034           | 1.57778e-07 |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 29. Значения ошибки по значениям целевой функции  $E_y$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $E_y$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|----|--|---|------------------|-------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.0051<br>0.0045<br>0.0038<br>0.0052<br>0.00435<br>0.00395<br>0.00455<br>0.0035<br>0.0047<br>0.0048   | 0.004445         | 3.07472e-07 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.0022<br>0.00265<br>0.0019<br>0.00235<br>0.00255<br>0.0026<br>0.00185<br>0.0021<br>0.0019<br>0.00185 | 0.002195         | 1.04694e-07 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0.08105<br>0.08045<br>0.08155<br>0.0816<br>0.0805<br>0.0798<br>0.0807<br>0.0816<br>0.08155<br>0.0819  | 0.08107          | 4.63444e-07 |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.06265<br>0.0641<br>0.0626<br>0.0617<br>0.06235<br>0.063<br>0.0637<br>0.06105<br>0.06205<br>0.06105  | 0.062425         | 1.03292e-06 |

## 11.5 Надёжность $R$

Третьим критерием, по которому происходит сравнение алгоритмов оптимизации является надёжность  $R$ . Конкретные формулы, по которым происходило подсчитывание критерия в виде ошибки по значениям целевой функции вы можете найти на сайте в описании конкретной тестовой функции: <https://github.com/Harrix/HarrixTestFunctions>.

Таблица 30. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$                       | Среднее значение | Дисперсия |
|--------------------------------------|--|---|------------------|-----------|
| 1                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0                | 0         |
| 2                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0                | 0         |
| 3                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0                | 0         |
| 4                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0                | 0         |
| 5                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0                | 0         |
| Продолжение на следующей странице... |  |   |                  |           |



Таблица 30. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$                            | Среднее значение | Дисперсия |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-----------|
| 6                                    | Пропорциональная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0      | 0                | 0         |
| 7                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0      | 0                | 0         |
| 8                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0      | 0                | 0         |
| 9                                    | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0      | 0                | 0         |
| 10                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0                | 0         |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |           |

Таблица 30. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------|
| 11                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0   | 0                | 0           |
| 12                                   | Пропорциональная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0   | 0                | 0           |
| 13                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.05<br>0.05<br>0.05<br>0.05<br>0.04<br>0.03<br>0.09<br>0.02<br>0.04<br>0.06 | 0.048            | 0.000351111 |
| 14                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.04<br>0.1<br>0.03<br>0.12<br>0.07<br>0.09<br>0.04<br>0.07<br>0.06<br>0.07  | 0.069            | 0.00081     |
| 15                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                    | 0                | 0           |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |             |

Таблица 30. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$   | Среднее значение | Дисперсия   |
|--------------------------------------|---|---|------------------|-------------|
| 16                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.01<br>0<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0.01<br>0<br>0.01<br>0.01<br>0.01 | 0.007            | 2.33333e-05 |
| 17                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                           | 0                | 0           |
| 18                                   | Пропорциональная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                           | 0                | 0           |
| 19                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                                     | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                           | 0                | 0           |
| 20                                   | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида         | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                           | 0                | 0           |
| Продолжение на следующей странице... |   |   |                  |             |

Таблица 30. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$ | Среднее значение | Дисперсия |
|----|--|---------------------|------------------|-----------|
| 21 | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0                   | 0                | 0         |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
| 22 | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0                   | 0                | 0         |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
| 23 | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0                   | 0                | 0         |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
| 24 | Ранговая селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0                   | 0                | 0         |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
| 25 | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0                   | 0                | 0         |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |
|    |  | 0                   |                  |           |

Продолжение на следующей странице...

Таблица 30. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$                            | Среднее значение | Дисперсия |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-----------|
| 26                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0      | 0                | 0         |
| 27                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0      | 0                | 0         |
| 28                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0      | 0                | 0         |
| 29                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0      | 0                | 0         |
| 30                                   | Ранговая селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0                | 0         |
| Продолжение на следующей странице... |  |  |                  |           |

Таблица 30. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия  |
|--------------------------------------|---|--|------------------|------------|
| 31                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0.5<br>0.52<br>0.49<br>0.5<br>0.52<br>0.53<br>0.56<br>0.45<br>0.48<br>0.47   | 0.502            | 0.00101778 |
| 32                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0.47<br>0.46<br>0.5<br>0.39<br>0.47<br>0.48<br>0.5<br>0.47<br>0.45<br>0.51   | 0.47             | 0.00115556 |
| 33                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.21<br>0.25<br>0.22<br>0.28<br>0.22<br>0.21<br>0.19<br>0.26<br>0.24<br>0.19 | 0.227            | 0.00089    |
| 34                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.55<br>0.44<br>0.56<br>0.5<br>0.59<br>0.55<br>0.54<br>0.59<br>0.5<br>0.61   | 0.543            | 0.00262333 |
| 35                                   | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                               | 0                | 0          |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |            |

Таблица 30. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №  | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$ | Среднее значение | Дисперсия |
|----|---|---------------------|------------------|-----------|
| 36 | Ранговая селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0                   | 0                | 0         |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
| 37 | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0                   | 0                | 0         |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
| 38 | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0                   | 0                | 0         |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
| 39 | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0                   | 0                | 0         |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
| 40 | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0                   | 0                | 0         |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |
|    |   | 0                   |                  |           |

Продолжение на следующей странице...

Таблица 30. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$                  | Среднее значение | Дисперсия |
|--------------------------------------|---|--------------------------------------|------------------|-----------|
| 41                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0                | 0         |
| 42                                   | Турнирная селекция<br>Одноточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0                | 0         |
| 43                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                              | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0                | 0         |
| 44                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида  | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0                | 0         |
| 45                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 0                | 0         |
| Продолжение на следующей странице... |   |                                      |                  |           |



Таблица 30. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №                                    | Настройки алгоритма   | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия  |
|--------------------------------------|---|--|------------------|------------|
| 46                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                    | 0                | 0          |
| 47                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                    | 0                | 0          |
| 48                                   | Турнирная селекция<br>Двухточечное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                                    | 0                | 0          |
| 49                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки                               | 0.41<br>0.56<br>0.54<br>0.56<br>0.47<br>0.51<br>0.45<br>0.59<br>0.6<br>0.54  | 0.523            | 0.00386778 |
| 50                                   | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Слабая мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида   | 0.54<br>0.53<br>0.52<br>0.48<br>0.46<br>0.52<br>0.46<br>0.57<br>0.51<br>0.54 | 0.513            | 0.00131222 |
| Продолжение на следующей странице... |   |  |                  |            |

Таблица 30. Значения надёжности  $R$  алгоритма оптимизации «Стандартный генетический алгоритм для решения задач на бинарных строках» на тестовой функции «Сумма всех элементов бинарного вектора» (размерность равна 200)

| №  | Настройки алгоритма  | Значения ошибки $R$  | Среднее значение | Дисперсия  |
|----|--|--|------------------|------------|
| 51 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки                             | 0.32<br>0.31<br>0.49<br>0.32<br>0.34<br>0.44<br>0.41<br>0.46<br>0.36<br>0.29 | 0.374            | 0.00498222 |
| 52 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Средняя мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0.61<br>0.59<br>0.67<br>0.64<br>0.58<br>0.59<br>0.68<br>0.66<br>0.68<br>0.71 | 0.641            | 0.00209889 |
| 53 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки                             | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                               | 0                | 0          |
| 54 | Турнирная селекция<br>Равномерное скрещивание<br>Сильная мутация<br>Только потомки и копия<br>лучшего индивида | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0                               | 0                | 0          |